






BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

Base de la sostenibilidad ante el cambio global

Observatorio de la Sostenibilidad en España

BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA.
BASE DE LA SOSTENIBILIDAD ANTE EL CAMBIO GLOBAL

Autores

Dirección
Jiménez Herrero, Luis M.

Coordinación
Álvarez-Uría Tejero, Pilar
De la Cruz Leiva, José Luis

Asesoramiento
Fernández-Galiano, Eladio
Jiménez Beltrán, Domingo
Lobo, Jorge
Zavala Gironés, Miguel Angel de

Autores-OSE
Álvarez-Uría Tejero, Pilar
Ayuso Álvarez, Ana Mª
De la Cruz Leiva, José Luis
Guaita García, Noelia
Jiménez Herrero, Luis M.
Landa Ortíz de Zárate, Lucía
López Fernández, Isidro
Morán Barroso, Alberto

Cartografía
Basagaña Torrentó, Joan
De Carvalho Cantergiani, Carolina
Del Val Andrés, Victor
Ruiz Benito, Paloma

Autores-colaboradores
Alía, Ricardo (INIA) - Cap. 4 (4.2)
Alvarez, Georgina (MARM) - Cap. 4 (4.3)
Alvarez-Cobelas, Miguel (Instituto de Recursos Naturales, CSIC) - Cap. 4 (4.5)
Anadón, Ricardo (Universidad de Oviedo) - Cap. 4 (4.6)
Aragón, Pedro (MNCN, CSIC) - Cap. 4 (4.7)
Auñón, Francisco Javier (INIA) - Cap. 4 (4.2)
Barragán, Juan Manuel (Universidad de Cádiz) - Cap. 5 (5.7)
Benayas, Javier (Universidad Autónoma de Madrid) - Cap. 5 (5.10)
Benito, Marta (INIA) - Cap. 4 (4.2)
Calvete, Zaida (Fundación Biodiversidad) - Cap. 4 (4.6)
Capdevila-Argüelles, Laura (Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, GEIB) - Cap. 3 (3.4)
Calzada, Javier (Universidad de Huelva) - Cap. 5 (5.2)
Chica, Juan Adolfo (Universidad de Cádiz) - Cap. 5 (5.7)
Esteve, Miguel Ángel (Observatorio de Sostenibilidad en la Región de Murcia) - Cap. 3 (3.2)
Fernández, Consolación (Universidad de Oviedo) - Cap. 4 (4.6)
Fernández, Cristina (Cap. 4, University of California Santa Cruz) - Cap. 4 (4.2)
Fernánez-Arroyo, Rosa (Asociación RedMontañas) - Cap. 4 (4.4)
Fitz, H Carl (University of Florida) - Cap. 3 (3.2)
García, Raúl (CSIC - INIA) - Cap. 4 (4.2)
Gómez, Lorena (IRNAS-CSIC) - Cap. 4 (4.2)
Gutiérrez, Víctor (Fundación Biodiversidad) - Cap. 4 (4.6)
Jiménez, Amanda (Universidad Autónoma de Madrid) - Cap. 5 (5.10)
Lobo, Jorge M. (MNCN, CSIC) - Caps. 1 (1.3), 4 (4.7) y 5 (5.1, 5.4, 5.5 y 5.10)
López, Carlos Tomás (Universidad Complutense de Madrid) - Cap. 3 (3.2)
Losada, Iñigo (Universidad de Cantabria) - Cap. 3 (3.3)
Martín de Agar, Pilar (Universidad Complutense de Madrid) - Cap. 3 (3.2)
Martín, Berta (Universidad Autónoma de Madrid) - Caps. 5 (5.10) y 6
Martínez-Fernández Julia (Observatorio de Sostenibilidad en la Región de Murcia) - Cap. 3 (3.2)
Mateo, Rubén G. (Universidad de Castilla-La Mancha) - Cap. 3 (3.5)
Montes, Carlos (Universidad Autónoma de Madrid) - Cap. 6
Moreno, José Manuel (Universidad de Castilla-La Mancha) - Cap. 3 (3.5)
Muñoz, María (Universidad Autónoma de Madrid) - Cap. 5 (5.10)
Ojea, Elena (Basque Centre for Climate Change - BC3) - Cap. 4 (4.2)
Ortiz, Mercedes (Universidad de Alicante) - Cap. 5 (5.6)
Peña, David (Fundación Biodiversidad) - Cap. 4 (4.6)
Pérez, Mª Luisa (Universidad de Cádiz) - Cap. 5 (5.7)
Purves, Drew (Microsoft Research) - Cap. 4 (4.2)
Rodríguez-Urbieta,Itziar (Universidad de Castilla-La Mancha) - Cap. 3 (3.5)
Rojo, Carmen (Universidad de Valencia) - Cap. 4 (4.5)
Roldán, María José (Centro de Investigaciones Ambientales, Comunidad de Madrid) - Cap. 3 (3.2)
Román, Jacinto (Estación Biológica de Doñana, CSIC) - Cap. 5 (5.2)
Ruiz, Paloma (INIA - Universidad de Alcalá; AP2008-01325) - Caps. 4 (4.2) y 5 (5.3)
Sánchez, David (MNCN-CSIC) - Cap. 4 (4.7)
Suárez, Víctor Ángel (Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, GEIB) - Cap. 3 (3.4)
Tellería, José Luis (Universidad Complutense de Madrid) - Cap. 3 (3.2)
Torres, Ignacio (Fundación Biodiversidad) - Cap. 4 (4.6)
Yuste, Carmen S. (Universidad de Huelva) - Cap. 5 (5.2)
Zavala, Gonzalo (Universidad de Castilla-La Mancha) - Cap. 3 (3.5)
Zavala, Miguel Ángel de (Universidad de Alcalá - INIA) - Caps. 4 (4.2) y 5 (5.3)
Zilletti, Bernardo (Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, GEIB) - Cap. 3 (3.4)

Fotografías
Alvarez-Uría, Pilar
Calvo, José Francisco
Carreño, María Francisca
Cueto, Juan
García, Alberto
García, Mario
González, Carlos
González, Manuel Antonio
Hernández, Juan Manuel
Martínez, Javier
Martínez-Fernández, Julia
Mateo, Rubén G.
Merino, Nilo
Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC)
OCÉANA
SECAC
Suárez, Carlos

Ilustraciones
Las ilustraciones del presente informe corresponden a grabados de los siglos XVIII y XIX, y han sido cedidas para su reproducción por Manuel Álvarez-Uría.

Agradecimientos
Aboal, Marina (Universidad de Murcia)
Araujo, Rafael (MNCN-CSIC)
Armengol, Joan (Universidad de Barcelona)
Arroyo, Juan (Universidad de Sevilla)
Brotons, Lluís (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya)
Camacho, Antonio (Universidad de Valencia)
Cirujano, Santos (Real Jardín Botánico-CSIC)
De Luis, Estanislao (Universidad de León)
Díaz, Mario (Instituto de Recursos Naturales, CSIC)
Díaz, Tomás E. (Universidad de Oviedo)
Doadrio, Ignacio (MNCN, CSIC)
Durán, Juan José (IGME)
García, Marta (MARM)
Gallardo, Tomás (Universidad Complutense de Madrid)
Global Nature
Gómez, Ricardo (MARM)
Gutiérrez, David (URJC)
Hortal, Joaquín (MNCN, CSIC)
Oromi, Pedro (Universidad de la Laguna)
Prat, Narcís (Universidad de Barcelona)
Red Española del Pacto Mundial de Naciones Unidas
Rodríguez, Miguel Ángel (Universidad de Alcalá)
Ruiz, Blanca (MARM)
SEO/BirdLife
Serrano, Daniel (MARM)
Soriano, Óscar (MNCN-CSIC)
Stefanescu, Constantí (Museu Granollers-Ciències Naturals)
Uribe, Francesc (MNCB)
Valladares, Fernando (Instituto de Recursos Naturales, CSIC)
Vidal, Charo (Universidad de Murcia)

Comité Científico
Gómez Sal, Antonio (Presidente)
Azqueta Oyarzun, Diego
Bono Martínez, Emerit
Bosque Sendra, Joaquín
Díaz Pineda, Francisco
Fernández-Galiano, Eladio
González Alonso, Santiago
Justel Eusebio, Ana
Naredo Pérez, José Manuel
Pérez Arriaga, Ignacio
Prat i Fornells, Narcís
Riechmann Fernández, Jorge

Responsable de edición
Checa Rodríguez, Almudena

Índice

pág. 9 PRÓLOGO DE LA MINISTRA DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, ROSA AGUILAR

pág. 11 PREÁMBULOS DE JOAQUÍN ARAUJO Y MIGUEL DELIBES

pág. 15 PRESENTACIÓN DEL DIRECTOR EJECUTIVO DEL OSE, LUIS M. JIMÉNEZ HERRERO

pág. 19 I. OBJETO, MÉTODO Y ESTRUCTURA

1. Objeto.
2. Método.
3. Estructura.

pág. 23 II. RESUMEN GENERAL

III. CAPÍTULOS

pág. 49 CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

pág. 51 1.1. La biodiversidad y su importancia para el ser humano.
pág. 55 1.2. La pérdida de biodiversidad.
pág. 59 1.3. La biodiversidad en España.

pág. 61 CAPÍTULO 2. MARCOS DE REFERENCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

pág. 63 2.1. Marco internacional sobre conservación de la biodiversidad.
- 2.1.1. El Convenio sobre la diversidad biológica.
- 2.1.2. El objetivo 2010 para la diversidad biológica.
- 2.1.3. Evaluación del progreso para detener la pérdida de biodiversidad en 2010.
- 2.1.4. ¿Se ha logrado el objetivo 2010 para la biodiversidad?
- 2.1.5. La Cumbre de la diversidad biológica de Nagoya (COP10).

pág. 75 2.2. Marco europeo sobre conservación de la biodiversidad.
- 2.2.1. Red Natura 2000.
- 2.2.2. Ecosistemas en el resto de las zonas rurales y en el medio marino fuera de la Red Natura 2000.
- 2.2.3. Estrategia de biodiversidad de la UE, su plan de acción y el objetivo de detener la pérdida de biodiversidad para 2010.
- 2.2.4. Política paneuropea de biodiversidad.
- 2.2.5. Visión y objetivos más allá de 2010.

pág. 84 2.3. Estrategias y marco normativo sobre biodiversidad en España.
- 2.3.1. Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- 2.3.2. Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- 2.3.3. Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

pág. 86 2.4. Estrategias y marco normativo sobre biodiversidad en las CCAA.

pág. 115 CAPÍTULO 3. PRESIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD

pág. 117 3.1 Pérdida de biodiversidad y cambio global.
pág. 120 3.2. Cambios de ocupación del suelo.
- 3.2.1. Introducción.
- 3.2.2. Cambios de ocupación del suelo 1987-2000-2006 en España.
- 3.2.3. Cambios de ocupación del suelo en la cuenca del Segura y sus implicaciones para la biodiversidad.
- 3.2.4. Cambios de ocupación del suelo y biodiversidad: el caso de los parques eólicos.
- 3.2.5. Los mosaicos del paisaje, un enfoque para analizar los cambios de uso del suelo en relación con la biodiversidad.

pág. 175 3.3. Efecto del cambio climático.
- 3.3.1. Introducción.
- 3.3.2. El efecto del cambio climático sobre los ecosistemas y las especies.
- 3.3.3. El cambio climático en España.
- 3.3.4. El cambio climático en las zonas costeras de España.

pág. 196 3.4. Especies exóticas invasoras.
3.4.1. Introducción.
3.4.2. Especies exóticas invasoras en España: una aproximación al estado de la situación.
3.4.3. Interacciones entre el cambio climático y las especies exóticas invasoras.
3.4.4. Conclusiones.
pág. 211 3.5. Presiones de los incendios forestales.
3.5.1. Introducción.
3.5.2. Incidencia de los incendios en áreas forestales según su nivel de protección.
3.5.3. Peligro de incendio presente y futuro.
3.5.4. Conclusiones.

pág. 221 CAPÍTULO 4. ESTADO Y TENDENCIAS DE LOS ECOSISTEMAS Y LAS ESPECIES

pág. 223 4.1. La necesidad de evaluar el estado y las tendencias de la biodiversidad.
pág. 227 4.2. Los ecosistemas forestales.
4.2.1 Introducción.
4.2.2. Cambios en la composición y diversidad de los bosques.
4.2.3. Procesos ecosistémicos como generadores de servicios ambientales.
4.2.4. Restauración de la biodiversidad: el caso de las repoblaciones forestales.
pág. 263 4.3. Los ecosistemas agrarios.
4.3.1. Introducción.
4.3.2. Biodiversidad agraria.
4.3.3. La intensificación de los sistemas agrarios.
4.3.4. El abandono del campo.
4.3.5. Política agraria y financiación.
4.3.6. Los sistemas agrarios de alto valor natural.
4.3.7. Conclusiones.
pág. 269 4.4. Los ecosistemas de montaña.
4.4.1. Introducción.
4.4.2. Las montañas como reservorios de biodiversidad.
4.4.3. Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas de montaña.
4.4.4. Efectos de la acción del hombre sobre los ecosistemas de montaña.
4.4.5. Las áreas de montaña en España.
pág. 277 4.5. Los ecosistemas acuáticos continentales.
4.5.1. Introducción.
4.5.2. Efectos sobre el ambiente abiótico.
4.5.3. Cambios en la riqueza de genotipos.
4.5.4. Cambios en la riqueza de fenotipos.
4.5.5. Cambios en la riqueza de ecosistemas.
4.5.6. Proyectos de investigación de los efectos del cambio climático sobre los EACE.
4.5.7. Mitigaciones y adaptaciones.
4.5.8. Conclusiones.
pág. 289 4.6. Los ecosistemas marinos.
4.6.1. Introducción.
4.6.2. Regiones biogeográficas en España
4.6.3. Características principales de la biodiversidad marina de las costas españolas.
4.6.4. Servicios de los ecosistemas marinos.
4.6.5. Cambios en la biodiversidad marina asociados a actividades humanas.
4.6.6. Conclusiones.
4.6.7. Estudio de la biodiversidad marina para su protección: proyecto LIFE+ INDEMARES.
pág. 323 4.7. Las especies.
4.7.1. Introducción.
4.7.2. Cambios de la calidad del hábitat en las áreas de distribución de especies en peligro.
4.7.3. Efecto del clima sobre las especies de vertebrados.
4.7.4. Cambios geográficos en la localización de las áreas climáticamente favorables.
4.7.5. Conclusiones.

pág. 335 CAPÍTULO 5. MECANISMOS DE RESPUESTA: LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

pág. 337 5.1. La conservación de la biodiversidad.
pág. 338 5.2. Planes de actuación de las especies de animales amenazadas.
5.2.1. Introducción.
5.2.2. Especies amenazadas catalogadas.
5.2.3. Planes de actuación.
5.2.4. Planes aprobados en cada comunidad autónoma.
5.2.5. Conclusiones.

pág. 346 5.3. Gestión del territorio dentro y fuera de áreas protegidas: los cambios de ocupación del suelo.
pág. 354 5.4. Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad.
5.4.1. Cobertura climática de los espacios naturales protegidos.
5.4.2. Representatividad faunística y florística de los espacios protegidos.
5.4.3. Conclusiones.
pág. 360 5.5. Vulnerabilidad de las áreas protegidas y de zonas de interés para la biodiversidad ante el cambio climático.
5.5.1. Introducción.
5.5.2. Desviación futura en las condiciones climáticas de los ENP.
5.5.3. Representatividad climática de los Parques Nacionales.
5.5.4. Conclusiones.
pág. 369 5.6. Planificación y gestión del medio marino.
5.6.1. Objetivos de la planificación y la gestión del medio marino.
5.6.2. Instrumentos y herramientas.
5.6.3. La sustitución de áreas litorales singulares ocupadas.
pág. 380 5.7. Gestión integrada de áreas litorales.
5.7.1. Crisis global y crisis nacional de las áreas litorales.
5.7.2. Salida de la crisis: trabajando para un escenario con futuro.
5.7.3. Conclusiones.
pág. 390 5.8. Integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales.
5.8.1. Integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales y estrategias y programas de la UE.
5.8.2. Integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales y en las estrategias y programas nacionales.
pág. 399 5.9. Actuaciones empresariales en materia de biodiversidad.
pág. 411 5.10. El conocimiento, la educación y la sensibilización sobre conservación de la biodiversidad.
5.10.1. Estrategias de conservación en materia de biodiversidad en España.
5.10.2. Identificación de déficits de conocimiento en materia de conservación de la biodiversidad en España.
5.10.3. Actitud de los europeos y de los españoles hacia la biodiversidad.
5.10.4. Nuevas estrategias para educar para la conservación de la biodiversidad. El modelo CEPA.
5.10.5. Conclusiones.
pág. 427 5.11. Hacia una nueva economía de la biodiversidad. La valoración económica y los instrumentos económicos de gestión.
5.11.1. Dificultad de la valoración.
5.11.2. La valoración en la práctica.
5.11.3. Concepto y utilidad del pago por servicios ambientales.
5.11.4. Custodia del territorio.
5.11.5. Conclusiones.

pág. 443 CAPÍTULO 6. BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

pág. 445 6.1. Los sistemas socioecológicos: entendiendo las relaciones entre la biodiversidad y el bienestar humano.
pág. 447 6.2. Generando un marco conceptual para la evaluación de servicios de los ecosistemas: la cascada de los servicios.
pág. 453 6.3. La biodiversidad como proveedora de servicios.
pág. 456 6.4. Gestionando el flujo de servicios de los ecosistemas: Análisis de compromisos *(trade-offs)*.
6.4.1. Introducción.
6.4.2. Tipos de *trade-offs*.
6.4.3. La globalización de los *trade-offs*: explorando los *trade-offs* de servicios de los ecosistemas a distintas escalas espaciales.
6.4.4. Análisis escalar del suministro por parte de los proveedores de servicios y disfrute por parte de los beneficiarios de servicios.
pág. 464 6.5. Necesidad de una ciencia interdisciplinaria para la Evaluación de los servicios de los ecosistemas: hacia una ciencia de la sostenibilidad.

pág. 467 CAPÍTULO 7. PRIORIDADES PARA LA BIODIVERSIDAD: ALGUNAS PROPUESTAS DE FUTURO

pág. 473 IV. ANEXOS
pág. 475 Relación de siglas, acrónimos y abreviaturas
pág. 477 Relación de mapas, figuras y tablas
pág. 483 Referencias bibliográficas



Rosa Aguilar

Ministra de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino

Me satisface profundamente presentar un nuevo informe temático del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), dedicado a un tema tan vital para el bienestar de las generaciones actuales y futuras como es el de la biodiversidad en España desde una visión de la sostenibilidad y ante un escenario de cambio global.

La biodiversidad es esencial para la supervivencia del ser humano en la Tierra. Proporciona bienes tan fundamentales como los alimentos, los medicamentos y las materias primas, y presta importantes servicios a la sociedad, incluyendo su contribución a la mitigación y capacidad de adaptación al cambio climático. Además de su valor intrínseco, la biodiversidad está ligada a la cultura de los pueblos y es un elemento esencial para la lucha contra la pobreza y el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La pérdida de diversidad biológica, junto con el cambio climático, constituye el reto ambiental más importante al que se enfrenta actualmente la sociedad. Los esfuerzos realizados hasta la fecha, a todos los niveles, han resultado insuficientes y la biodiversidad sigue sufriendo un serio declive en todo el mundo, con las múltiples consecuencias ambientales, económicas y sociales que se derivan de ello. Las graves repercusiones que la pérdida de biodiversidad representa para el bienestar humano se hacen patentes.

En respuesta a la creciente preocupación internacional por la pérdida continua de la diversidad biológica, la Asamblea General de Naciones Unidas declaró el año 2010 Año Internacional de la Biodiversidad. Durante todo 2010 se organizaron iniciativas para difundir información, promover la protección de la diversidad biológica y alentar a los países, organizaciones e individuos a tomar medias directas para reducir la pérdida de diversidad biológica.

Uno de los eventos más importantes se celebraba precisamente en Madrid a principios de año en el marco la Presidencia Española de la UE. La *Conferencia Meta y visión post-2010 en materia de biodiversidad. El papel de las Áreas Protegidas y de las Redes Ecológicas en Europa* abría así en nuestro país el Año Internacional de la Biodiversidad. Su resultado, las *Prioridades de Cibeles: parar la pérdida de biodiversidad en Europa*, constituyeron la base de los debates posteriores para la definición de los objetivos de la Unión Europea en materia de biodiversidad para la próxima década finalmente acordados.

En el ámbito global se han adoptado este año acuerdos muy relevantes en materia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, definiéndose las políticas globales en la materia para las próximas décadas. En la décima reunión de la Conferencia de las Partes (COP-10) del Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica se adoptó el Plan Estratégico del Convenio para el período 2011-2020, que establece los objetivos y metas para el próximo periodo, y se adoptó el Protocolo de Nagoya sobre Acceso y Reparto de Beneficios (ABS), que sin duda contribuirá de manera decisiva a la conservación de la biodiversidad así como a la justicia y equidad social.

A estos éxitos hay que sumar el acuerdo para el establecimiento de una plataforma intergubernamental científico-normativa sobre biodiversidad y servicios de los ecosistemas (IPBES), que contribuirá a que la toma de decisiones en materia de biodiversidad se base en los mejores conocimientos científicos disponibles.

En las circunstancias presentes, resulta imprescindible actuar de manera efectiva y urgente para detener las causas que provocan la pérdida de biodiversidad, siendo necesario poner de manifiesto los beneficios que la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas reportan a la economía y la sociedad a fin de allanar el camino para unas respuestas más eficientes. Con ello contribuiremos al bienestar humano y a la erradicación de la pobreza mejorando, además, nuestra capacidad de hacer frente al cambio climático. Las medidas que se tomen durante los próximos diez o veinte años determinarán si, pasado este siglo, han de perdurar las condiciones ambientales relativamente estables de las que ha dependido la civilización humana en los últimos 10.000 años y determinarán la capacidad de los ecosistemas del planeta de satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

La conservación de la biodiversidad es además una oportunidad en un contexto de crisis mundial. Resulta rentable para la economía tenerla en consideración. El estudio sobre *La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad* (en sus siglas en inglés TEEB) demuestra que los costes de la conservación de la biodiversidad son menores que las pérdidas provocadas por su degradación.

El mantenimiento de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas requiere potenciar la comunicación y sensibilización sobre el valor de la biodiversidad y las consecuencias de su pérdida. Es fundamental que las necesidades de conservación y uso sostenible de la biodiversidad sean plenamente integradas en el desarrollo y aplicación de otras políticas sectoriales y que sean asumidas como un objetivo común de toda la sociedad, contando con el apoyo y participación de todos los ciudadanos, administraciones y agentes implicados. Para garantizar el éxito de las políticas y decisiones que se adopten para parar la pérdida de la biodiversidad resulta necesario contar con una buena base de información científica sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad y las amenazas y retos a los que nos enfrentamos.

Nos encontramos, por tanto, ante un reto cuya responsabilidad es compartida. Es nuestra obligación abordarlo desde una perspectiva global y con un enfoque integrador. Es por ello un compromiso de todos.

El presente informe constituye una fuente muy valiosa de información sobre cómo el cambio global está afectando a la biodiversidad de España y sobre los principales retos y las respuestas de conservación y restauración de la biodiversidad que deben afrontarse en los próximos años desde una perspectiva de sostenibilidad.

Mi felicitación al OSE y a todos aquellos investigadores y profesionales que han contribuido a hacer realidad este informe y que han participado con una especial dedicación en este trascendental proyecto con la finalidad de favorecer el conocimiento sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad, teniendo en cuenta su importancia para la sostenibilidad de nuestro modelo de desarrollo y el bienestar de los ciudadanos y ciudadanas de nuestro país.



Joaquín Araújo

Vivaz vivacidad

"Cuando una parte del todo falta, los que quedamos ya no podemos estar seguros"
Séneca

Retardar al máximo la transferencia de la propia energía, o la que contiene cualquier organismo de cualquier especie, es básica destreza de la vida. Algo así como que tu cuerpo sea realmente todo tuyo y lo menos posible de algo ajeno. Vivir consiste, entre otras muchas facetas, en que ni el tiempo, ni el otro se queden con la materia animada que te convierte en parte de la Biosfera. Obligados, todos y en cualquier caso, a múltiples intercambios con los otros muchos componentes de los sistemas vitales y de los elementos esenciales. No es pequeña, en éste último sentido, la entrañable amistad entre lo inanimado y lo palpitante. Nos referimos a que aires, soles, aguas y rocas, sin estar vivos, sean soporte esencial de la vida.

Vivir es, entre otras muchas relaciones, buscar sin pausa lo diferente a ti para incorporar su combustible y materia al tuyo. Somos por lo que no somos. Pero eso mismo se convierte también en identidad, en nuestra íntima realidad por la sencilla razón de que también somos lo que respiramos, bebemos y comemos.

Lo que traducido a lo que se nos quiere olvidar consiste en mantenerte vivo en medio de la vida: en eso consiste vivir. Y no es tautología ni redundancia alguna, a poco que queramos exigirnos a la hora de intentar comprender a lo que nos comprende.

Recordemos, desde estos primeros párrafos que la vivacidad comprende a todos, los muchos, millones de especies de los cinco reinos de la vida; pero no menos a todos los escenarios donde se despliegan todos y cada uno de esos organismos y las asociaciones y vecindades que forman; pero no menos a los procesos por los que son posibles los ciclos; pero no menos a los elementos esenciales que esos mismos ciclos trasiegan; pero no menos al combustible que alimenta, directa o indirectamente a especies, paisajes, progresos y retornos, es decir, a la energía solar. La vivacidad, en efecto, no puede quedar desligada de lo que la hace posible. Basta no olvidar lo que nos compone para incorporar la más contundente aproximación a lo que denominamos diversidad biológica. Catorce o quince kilos de aire nos inyectamos suavemente todos los días en la totalidad de los casi 30 billones de células que nos componen y que están compuesta de lo mismo que cualquier otra célula con núcleo de los millones de especies que nos acompañan. Es decir, que son como son desde mucho antes de que nosotros fuéramos como somos. No menos el que se agrupen, coordinen, conformen complejidades infinitas.

Como es olvidado, cuando no despreciado, tampoco es redundancia, ni tautología recordar que el modelo -único- de relaciones económicas se basa precisamente en mantenernos, sí, pero a base de desvalijar, alterar, socavar y reducir todo lo viviente. Produce no con, sino contra, la vivacidad. Se basa, pues, en destruir lo que también somos, a base de abducir -centrípeto- casi toda la energía de la biosfera que así ha comenzado a descarrilar de la esférica vía de los ciclos que se abastecen de los antes abastecidos por ellos. Ahí afuera, lo consumido y el consumidor son partes inseparables de su funcionamiento. Aquí adentro, se consume sin prestar atención a lo consumido.

Acaparar no sólo es cruel, es imprudente por empobrecedor. Como en este informe se demuestra, dependemos en todos los sentidos, incluidos los más económicos, materiales y egoístas de esa capacidad de renovación que define también a la vivacidad. Algo tan sencillo de entender y respetar como que, al menos, el 40 % del PIB está relacionado directamente con la

multiplicidad vital del planeta debería ser suficiente como para devolver algo a cambio. Lo asombroso es que la más que necesaria reciprocidad consistiría en algo en absoluto exigente o esforzado. Basta con no hacer nada o en dejar hacer a los sistemas naturales para que sus beneficios nos alcancen. Lo que nos llevaría a que poco o nada resulta más productivo, incluso económicamente, que dejar a los paisajes como están o estaban antes de humillarlos.

Sin embargo, por todas partes, emerge el gran tropiezo. La norma es descartar la reciprocidad, la devolución de algo a cambio de lo recibido. Lo que en ese momento sucede tiene los atributos de la gran tragedia que supone salirse de los ciclos para que impere la estúpida línea recta de la apropiación, por no llamarle sencillamente saqueo.

Al que de momento nos enfrentamos con la debilidad actual de las emociones y con la arreciada traición a los conocimientos científicos. Despleguemos, a continuación, algunos. Por supuesto mínima antesala de los muchos y excelentemente contundentes que dan cuerpo a este nuevo empeño del OSE.

Recordemos que, sólo siguiéndose a sí misma, la vida ha conseguido llegar hasta nosotros. Como semejante perseverancia queda acreditada desde hace, al menos, 3.500 millones de años: queda patente que la eternidad ya ha sido. Por tanto ha tenido tiempo de sobra para atiborrar este diminuto planeta de fascinante multiplicidad. La vivacidad, palabra que no olvidemos evoca pujanza, salud, presteza, brillo y hasta belleza, es lo que ha conseguido que aquí hayan sido posibles al menos unos 500 millones de soluciones diferentes -aspectos- para la concreción de la vida en otras tantas formas. De las mismas es posible que nos queden unos 100 millones de especies, 80.000 como mínimo en nuestro territorio. Todas ellas compañeros de identidad y albergue. Por tanto, que la vecindad, ahora mismo, sigue siendo casi incalculable, como demuestran las muchas cifras que se barajan al respecto. Pero que ninguna deja en poco, sino todo lo contrario, a los seres vivos actuales pobladores de este mundo o de España. Tampoco conviene descartar que cada uno de ellos, es decir, cada especie, lleva, de alguna forma, incorporados, si no todos, sí, al menos buena parte de los grandes acontecimientos de las cuatro veces milmillonaria historia de la vida. Todos llevamos la historia entera de la vida dentro de nuestro cuerpo. Incluimos dentro nada menos que un portentoso y largo proceso, cuajado de vínculos, dependencias y liberaciones, pero siempre con un insustituible, por único, compañero de viaje: este planeta. Un frágil y diminuto rincón del Universo que también parece gozar con la infinitud de sus aspectos; con la variación de sus paisajes; con el esencial papel de las diferencias que completan la complejidad.

De ahí que vida y entorno sean una y la misma necesidad: para nosotros y para ellos. De ahí que una, de los millones de definiciones posibles para la vivacidad, sea la de que es un entramado de protección y cuidados. Lo coherente, por tanto, sería cuidar de lo que nos cuida.

Sin embargo, como si por una herida invisible se estuviera desangrando, el gran caudal de la multiplicidad vital del planeta mengua. Pierde cada día decenas, centenares, acaso más de un millar de sus criaturas. La irreversible tragedia no puede ser cuantificada con precisión desde el momento en que tampoco nos asiste certeza en lo que al número de especies con las que compartimos derredor, necesidad y origen. También el futuro. Por tanto, poco o nada tan progresista como conservar la vivacidad del planeta. Al que debemos fecundar con un rotundo cambio de proceder. Porque cabe un giro copernicano. Podemos tornar, la crueldad absurda de esta merma de la multiplicidad, en amistad hacia lo diferente. Lo que además de coherente, por esencial y productivo, sería ético y apaciguador. Que no mengüe la diversidad de la vida, no sólo resulta una obligación moral, sino que también adquiere altos visos de racionalidad. La biodiversidad es la más renovable de las materias primas para buena parte de las necesidades humanas, incluidas todas las absolutamente imprescindibles.

A lo que debemos sumar que hay tantos millones de razones para detener la extinción como especies quedan. Pero no menos por el camino de una sensata modestia. La que exige también lo que hoy sabemos. Y sabemos que nada puede sustituirla.

Lo que hace a la vivacidad tan vivaz es que no podemos crearla con la complejidad alcanzada, en realidad, con tenerla tan cerca y tan profusa, apenas alcanzamos a definirla y mucho menos a entenderla. Lo prudente, cuando algo así sucede y además lo necesitas, es cuando menos admirarla y defenderla, que viene a ser lo mismo. Algo que necesitamos acometer sencillamente porque la vivacidad lo necesita. Algo que apenas cuesta esfuerzo alguno desde el momento en que basta con no hacer nada para que la vivacidad trabaje incesantemente a favor de sus creaciones. Sin embargo demasiadas veces conseguimos irnos quedando, cada día, más solos. Somos lo único vivo que aumenta la nada. Que incrementa la fatal fealdad de un mundo cada día más vacío. Todo ello cuando es posible, no ya la convivencia sino el reconocimiento de que si nos acompaña toda la vida se mantendrá la belleza y las posibilidades reales de un desarrollo humano más justo y más duradero.

La variedad es la verdad de este mundo. Y su belleza.

Gracias y que la vida os atalante.



Miguel Delibes de Castro
ESTACIÓN BIOLÓGICA DE DOÑANA (CSIC)

Biodiversidad para cambiar la vida

La definición que prefiero para la biodiversidad no es propiamente una definición, y corresponde a David Takacs. Según él, cuando un naturalista menciona la palabra biodiversidad se está refiriendo al mismo tiempo a los elementos que componen el mundo vivo, las relaciones entre ellos, los procesos ecológicos que permiten su existencia, los procesos evolutivos que explican su origen y, por si lo anterior fuera poco, también a la importancia de su conservación y el desconocimiento sobre todo ello.

Los elementos o estructuras que componen el mundo vivo abarcan un inimaginable rango de escalas. Al nivel más fino, empiezan los genes, cimientos de toda la variación hereditaria. Si en un principio la genética fue dejada un tanto al margen de la preocupación por la conservación de la naturaleza, hoy se considera una parte esencial de ella. El fundamento radica, por un lado, en el deterioro demográfico a nivel poblacional que puede resultar de la pérdida de variación genética, y por otro en el reconocimiento de la importancia de los acervos genéticos de poblaciones y especies para garantizar tanto su utilización racional como sus posibilidades de adaptación y evolución. Aunque inventariar la situación y rastrear las tendencias de la diversidad a nivel genético es una empresa ingente, ya se está haciendo con muchas variedades económicamente importantes de plantas y animales, y también con algunas especies en peligro de extinción.

A una escala más gruesa, son elementos del mundo vivo las poblaciones y especies. No sabemos cuántas especies hay, y mucho menos cuántas poblaciones, pero sí sabemos que desaparecen a una velocidad entre cien y diez mil veces más rápida de la deseable y normal, que llamamos "tasa de extinción de fondo" (el ritmo al que naturalmente se extinguirían especies, siendo sustituidas por otras). Como a primera vista las especies son más fáciles de inventariar que cualesquiera otros elementos, algunos autores equiparan el concepto de biodiversidad al de riqueza específica. Considero un acierto, sin embargo, que los autores y editores de este Informe hayan evitado tal reduccionismo.

Porque, evidentemente, los ecosistemas también son elementos del mundo vivo, y hay que tenerlos muy en cuenta. Es cierto que resulta difícil señalar los límites entre unos ecosistemas y otros, y por ende inventariarlos (para algunos, la charca que estudian es un ecosistema, mientras para otros lo serán todas las zonas húmedas; nuestra piel, o nuestros intestinos, son auténticos ecosistemas microbianos). Ello no obsta para que todos aceptemos que la tala de bosques, la destrucción de lagunas o, a otra escala, la posible desaparición de los ecosistemas polares tal y como los conocemos, representan una enorme pérdida de riqueza natural.

Pero he tildado de elementos a los ecosistemas, cuando su propia denominación indica que, como cualquier otro sistema, tienen por fuerza un carácter relacional, dinámico, pues incluyen los procesos que los conforman. Pasamos así a los siguientes significados reconocidos por Takacs: la biodiversidad también abarca las relaciones entre los distintos elementos, así como los procesos que esas relaciones generan. Este Informe, por tal motivo, se refiere básicamente a ecosistemas, ya sean forestales, ya dulceacuícolas o marinos, sin desdeñar los modelados por el hombre, como los agrosistemas.

Los ecosistemas funcionan en tiempo ecológico, como he sugerido, pero también varían en tiempo evolutivo, y conservar su capacidad de evolucionar es uno de los objetivos que, no por aparentemente lejano, pueden olvidar los conservacionistas. Si los pequeños e inconspicuos mamíferos que convivían con los dinosaurios se hubieran extinguido, nosotros no hubiéramos podido existir.

PREÁMBULO

MIGUEL DELIBES DE CASTRO

Estar vivo es tomar recursos del ambiente y liberar residuos al ambiente. Todos los seres vivientes lo hacemos, y haciéndolo modificamos nuestro derredor. Gracias a que microorganismos y plantas fotosintetizan expulsando oxígeno como residuo, podemos respirar todos. Los mamíferos, y con ellos el ser humano, sólo aparecieron sobre la Tierra cuando podían hacerlo, esto es, cuando los seres vivos habían modificado la biosfera de tal manera que resultaba hospitalaria para ellos.

Denominamos bienes y servicios ecosistémicos a las prestaciones que las comunidades vivientes prestan gratuitamente a la humanidad, haciendo la Tierra amable. Habitualmente se agrupan en cuatro categorías, relacionadas con otras tantas funciones de los ecosistemas: servicios de regulación, de hábitat, de producción y de información.

Las funciones de regulación mantienen los procesos ecológicos esenciales y los sistemas que soportan la vida, desde la composición de gases de la atmósfera que modula el clima a la polinización de las cosechas. Las funciones de hábitat se refieren al refugio y entorno de reproducción que ofrecen los ecosistemas a la flora y fauna silvestres, contribuyendo así a la conservación de la diversidad genética y de los procesos evolutivos. Las funciones de producción son más fácilmente percibidas, pues se relacionan con los bienes naturales que explotamos directa o indirectamente (todos, a su vez, dependientes de la capacidad de los llamados productores primarios para convertir el dióxido de carbono, el agua y unos pocos nutrientes en materia viva). Las funciones de información, menos aprehensibles, se refieren a las oportunidades que prestan los seres vivos para el conocimiento, el disfrute, la cultura, etc.

A modo de metáfora, es habitual asimilar a las poblaciones y especies con los tornillos, tuercas y remaches de la complicada "maquinaria biosférica" que nos proporciona esos bienes y servicios gratuitos e indispensables. Podemos perder algunas piezas sin que el funcionamiento del Sistema Tierra se resienta excesivamente, pero ¿cuántas? Lo más prudente es conservar todas las posibles (lo llamamos el "principio de precaución").

Precisamente porque los humanos necesitamos para vivir una naturaleza bien conservada, cabe asociar al término biodiversidad los dos últimos significados que mencioné al principio. Debe ser una palabra movilizadora, que genere preocupación por la conservación y anhelo de cambios en nuestra manera de vivir. La idea de biodiversidad puede y debe hacernos diferentes. Asimismo, debería empujarnos a investigar más: dependemos de una realidad que en su mayor parte ignoramos, y ello se refiere tanto a los componentes como, sobre todo, a su funcionamiento.

Hace unos años, el World Conservation Monitoring Center pudo afirmar que la palabra biodiversidad se había convertido en un sinónimo difuso de toda la "vida sobre la Tierra", un valor que debemos preservar. El Informe que tienen entre sus manos nos pone al corriente de la situación de la biodiversidad, del conjunto de la vida, en España. Nos ayuda a saber más, a alegrarnos en algunos casos y a preocuparnos en muchos otros. Pero, por encima de todas las otras, que no son escasas, su principal virtud es que puede ayudarnos a cambiar nuestra sociedad, haciéndola poco a poco más respetuosa y amable con su entorno. Lo necesitamos.



Luis M. Jiménez Herrero

Director Ejecutivo del Observatorio de la Sostenibilidad en España

Un año para la biodiversidad. Un tema clave para la sostenibilidad global

En este Año Internacional de la Biodiversidad, el OSE presenta un nuevo informe temático sobre el estado de situación y tendencias de la biodiversidad en España, considerando precisamente que esta riqueza biológica es la base fundamental para la sostenibilidad ante el fenómeno del cambio global.

De esta manera, el OSE ha venido cubriendo importantes ámbitos temáticos y verdaderamente relevantes en materia de sostenibilidad desde el año 2006, en el que publicamos el primero de ellos dedicado a los *Cambios de Ocupación del Suelo en España: Implicaciones para la Sostenibilidad* (2006). A este siguieron otros informes como el de *Calidad del Aire en las ciudades. Clave de sostenibilidad urbana* (2007); *Agua y Sostenibilidad. Funcionalidad de las cuencas* (2008); *Sostenibilidad Local, una aproximación urbana y rural* (2009): *Patrimonio Natural, Cultural y Paisajístico*. Claves para la Sostenibilidad Territorial (2009): así como el de *Cambio global en España 2020/50* (2010) (en colaboración con la FGUCM Y FCONAMA) y el de *Empleo Verde en una economía sostenible* (2010) (en colaboración con la Fundación Biodiversidad).

El presente informe sigue la línea metodológica adoptada por el OSE desde sus inicios basada en el modelo Fuerzas Motrices-Presiones-Estado-Impacto-Respuestas (FPEIR). En el caso concreto de la biodiversidad, este enfoque metodológico es muy adecuado para el análisis de las interrelaciones entre las dinámicas socioeconómicas y los impactos sobre el capital natural y la biodiversidad que repercuten en la sostenibilidad de nuestro estilo de desarrollo. En este sentido, precisamente, se estructura el informe planteando, en primer lugar, un análisis sobre las fuerzas motrices que ejercen presión sobre los recursos naturales. En segundo lugar, se describe el estado y las tendencias de los ecosistemas y de las especies, para analizar posteriormente los diferentes mecanismos de respuesta social (planificación, gestión, integración sectorial, conocimiento, valoración económica y uso de instrumentos económicos) que se pueden activar para corregir las tendencias negativas detectadas y disminuir los riesgos de vulnerabilidad de nuestro país.

Una metodología de análisis coherente para centrar los desafíos y encontrar soluciones y nuevas oportunidades

La pérdida de diversidad en España sigue las preocupantes tendencias que se producen a nivel mundial y que son debidas a un conjunto de causas que se aceleran y se intensifican continuamente en un contexto de cambio global de alcance planetario, mostrando la evidencia de un fracaso colectivo. De seguir las tendencias actuales nos estaremos acercando más a puntos sin retorno, como también sucede con el cambio climático, que reducirán la capacidad de los ecosistemas para proporcionar los bienes y servicios que son esenciales para el bienestar humano, como alimentos, agua dulce, materias primas, medicinas y espacios de ocio, además de importantes activos culturales y beneficios espirituales.

La mayoría de los cambios negativos en el estado de la biodiversidad son impulsados por el creciente uso de recursos naturales para satisfacer las pautas de producción y consumo de determinados modelos de desarrollo que se han mostrado claramente insostenibles. La mejora de los resultados de los esfuerzos para conservar, restaurar y hacer un uso sostenible de la biodiversidad requerirá cambios en nuestro estilo de vida y en las estrategias de desarrollo empresarial. Es por ello que se necesita cada vez de forma más acuciante una gestión integrada de las actividades socioeconómicas y de la riqueza natural, territorio, agua, aire y recursos vivos que promueva su utilización racional de forma equitativa. La ordenación territorial, la valoración y contabilidad de los recursos, así como la coherencia entre políticas sectoriales, aplicadas a todos los niveles, pueden ayudar a encontrar el equilibrio entre la necesidad de preservar el capital natural y de utilizarlo racionalmente para aflorar nuevas oportunidades y favorecer la sostenibilidad del desarrollo.

Pero también hay que adoptar una visión más biocéntrica (frente a la visión antropocéntrica dominante) para asumir que las personas, con sus necesidades materiales, culturales y sociales, son una parte integral de los ecosistemas y que es necesario reconocer nuevos derechos a los otros seres vivos que comparten un destino común con los seres humanos en el seno de la biosfera.

Nuestra visión integral de la sostenibilidad y las relaciones ecosistémicas ante el cambio global

Nuestra visión de la biodiversidad desde la perspectiva de la sostenibilidad y en el marco de referencia del desarrollo sostenible pretende enfatizar las interconexiones entre las especies (incluidas las personas), sus hábitat y los servicios que proporcionan, en general y, en particular, para al ser humano. Tanto el análisis de la situación y de las tendencias en cambiantes escenarios de futuro como las medidas adoptadas, deben basarse en una aproximación más holística que reconozca estas interdependencias y que utilice instrumentos políticos, sociales, económicos e institucionales con el fin de garantizar la integridad de los ecosistemas y mantener el flujo sostenible de servicios ecosistémicos.

Las relaciones complejas entre la diversidad biológica y el cambio climático se integran en las dinámicas interrelacionadas del Cambio Global, que en el caso de España cobra una especial relevancia. Nuestro país es uno de los más vulnerables al cambio climático en el contexto europeo y mediterráneo, lo que conlleva importantes repercusiones negativas en sectores básicos de la economía española como la silvicultura, la agricultura y el turismo. Por otro lado, somos el país que tiene la mayor riqueza biológica del continente europeo, pero la pérdida de biodiversidad es creciente, con lo que se amenaza uno de los principales activos de nuestro valioso capital natural-territorial. Al mismo tiempo, la desertificación afecta seriamente a la Península y a las islas, de tal manera que un 37% de la superficie del país sufre riesgo de desertificación alto o muy alto, lo cual tiene una incidencia ambiental y económica significativa.

Con todo ello, aumentan los riesgos de insostenibilidad de nuestro modelo de desarrollo porque no sólo se pierde potencial productivo de los ecosistemas afectando a los sistemas socioeconómicos dependientes, sino que muchos de los procesos interrelacionados, como la erosión unida a los incendios, conjuntamente con otras actividades humanas vinculadas con la artificialización del territorio, por ejemplo, están produciendo importantes pérdidas de las capacidades endógenas del capital natural y los valores patrimoniales del territorio con efectos altamente irreversibles.

Amenazas crecientes para la biodiversidad y algunas señales de esperanza

Actualmente ya se están produciendo modificaciones en los sistemas biológicos españoles como consecuencia del cambio climático. Y, además, la distribución y abundancia de los organismos va a cambiar sustancialmente, por lo que las medidas de gestión deben sin duda orientarse hacia la adaptación a las nuevas condiciones ambientales del futuro.

Por otra parte, las presiones sobre la biodiversidad debidas a las actividades humanas van en aumento. En los últimos 20 años las zonas artificiales han duplicado su extensión, en gran parte a costa de zonas naturales y zonas agrarias ambientalmente activas, con la consiguiente pérdida de biodiversidad. De hecho, los paisajes naturales españoles ocupados por especies en peligro de extinción han sufrido el mismo grado de modificación por parte del hombre que el resto del territorio y, según los modelos predictivos, si se mantiene la tendencia actual, las superficies artificiales podrían aumentar en gran medida en las zonas no protegidas, afectando aún más negativamente a la conectividad ecológica del territorio.

Todavía existen insuficiencias en cuanto al desarrollo y aplicación de los planes de actuación para la conservación de especies amenazadas a nivel regional; tan sólo el 9,4% de las especies animales con peor estado de conservación poseen al menos un plan de actuación en su área de distribución.

Sin embargo, existen en nuestro país marcos normativos y estratégicos importantes para infundir señales de esperanza, tanto a nivel europeo, con el *Plan de Acción de Biodiversidad* y la Red natura 2000, como a nivel nacional con el *Plan*

Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, cuyo completo desarrollo y aplicación es sin duda fundamental para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Buscando la coevolución y la resiliencia

Además de acometer la reducción de los impactos negativos, es necesario que los ecosistemas y las sociedades humanas coevolucionen positivamente, adoptando mecanismos que tengan una mayor capacidad de recuperación y mayor resiliencia para adaptarse a las fluctuaciones y a los cambios. De aquí la importancia de abordar los retos relacionados con la diversidad biológica y el cambio climático de manera coordinada y con un enfoque integrado.

Es necesario un pacto más inteligente entre la humanidad y los sistemas que sostienen la vida, así como tomar acciones inmediatas para reducir la pérdida de biodiversidad a favor de la sostenibilidad global. De no ser así, nuestra capacidad para hacer frente a posibles impactos negativos en el futuro puede verse reducida sustancialmente.

La biodiversidad es un patrimonio vital que necesita ser gestionado de forma sostenible y que hay que proteger para que, a su vez, nos proteja a nosotros y al planeta.

Nuestros agradecimientos y nuestros compromisos

Quiero manifestar, una vez más, mi agradecimiento y mi más sincera felicitación a los investigadores y técnicos que componen la Unidad Técnica del OSE, así como a los numerosos colaboradores del mundo universitario y profesional, que han participado en este nuevo informe. Y junto a ello, nuestra gratitud a las instituciones que han dado origen al OSE y que nos vienen apoyando incondicionalmente, así como a las entidades comprometidas con el desarrollo sostenible que tan eficazmente colaboran con el OSE, para que podamos seguir construyendo, entre todos, esas capacidades científico-técnicas independientes para evaluar nuestro progreso hacia el objetivo del desarrollo sostenible en España.

El OSE pretende ir abordando nuevas investigaciones temáticas sobre sostenibilidad con un enfoque integrador, fieles a nuestra misión de promover el cambio social hacia la sostenibilidad con la mejor información para la toma de decisiones y la participación pública en España.

OBJETO MÉTODO Y ESTRUCTURA

1. Objeto

Este octavo informe temático del OSE tiene por objeto analizar el estado y las tendencias de la biodiversidad en España, considerando la creciente importancia de la biodiversidad como uno de los principales componentes del cambio global. Asimismo, el informe describe las principales causas de pérdida de biodiversidad en nuestro país y propone una serie de mecanismos de respuesta necesarios para su conservación y uso sostenible.

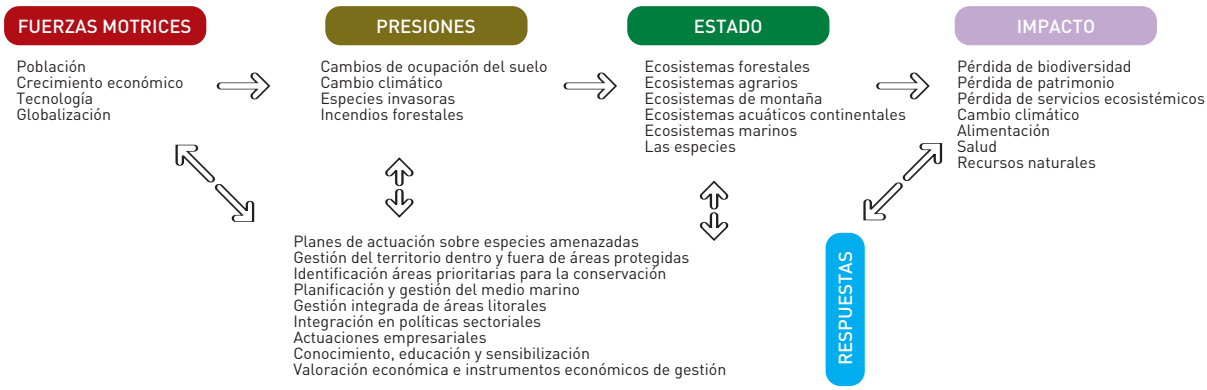
El reconocimiento de 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad puso de manifiesto la relevancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad para el bienestar humano presente y futuro. En los próximos años, la protección de la biodiversidad se convertirá en una cuestión esencial para la supervivencia del ser humano, e invertir en nuestro capital natural supondrá un ahorro a largo plazo.

Es necesario por tanto conocer con mayor exactitud todas las cuestiones relativas a la biodiversidad para poder comprender mejor los vínculos existentes entre biodiversidad, servicios de los ecosistemas y bienestar humano. El presente informe constituye una fuente de información contrastada y fiable que tiene por finalidad ayudar a los responsables de la toma de decisiones a definir políticas y estrategias de desarrollo sostenible que tengan por base fundamental la riqueza patrimonial que supone la biodiversidad.

2. Método

Para la elaboración de este informe el Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE) ha recurrido a las mejores fuentes de información disponibles, en colaboración con organismos públicos, centros de investigación y universidades nacionales e internacionales de reconocido prestigio.

Desde el punto de vista metodológico, se ha seguido el enfoque causa-efecto basado en el modelo FPEIR aplicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente: Fuerzas motrices-Presiones-Estado-Impacto-Respuestas.



Este modelo es una potente herramienta para el análisis de las interrelaciones entre las dinámicas socioeconómicas y los impactos ambientales que repercuten en la biodiversidad, y proporciona una visión de la degradación ambiental en relación con las causas directas e indirectas que la provocan, considerando el resultado de las fuerzas motrices que ejercen presión sobre el entorno y los recursos ambientales y naturales alterando en mayor o menor medida su estado inicial. La sociedad puede activar una respuesta frente a estos impactos, tratando de corregir las tendencias negativas detectadas, para mantener y mejorar la estructura y función de los ecosistemas y de los servicios que éstos proveen.

Cabe destacar que en varias partes del presente informe se han desarrollado modelos predictivos sobre especies y ecosistemas con el objetivo de conocer sus tendencias futuras en relación con el cambio global, y que permitirán el desarrollo posterior de indicadores de biodiversidad que tengan en cuenta las complejas relaciones espacio temporales entre sus diferentes componentes.

3. Estructura

Siguiendo el enfoque metodológico adoptado, el informe se estructura en siete capítulos precedidos por un resumen general que sintetiza los contenidos más relevantes del mismo.

El primer capítulo consiste en una introducción general en la que se aborda la importancia que tiene la biodiversidad para el ser humano, de la cual forma parte, así como la situación actual de pérdida de biodiversidad a nivel global, haciendo por último referencia a la biodiversidad en España.

En el segundo capítulo se tratan los principales marcos de referencia para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial y europeo. También en este capítulo se describen las estrategias y el marco normativo para la conservación de la biodiversidad en España y en las Comunidades Autónomas.

El capítulo tercero describe las principales causas de pérdida de biodiversidad en nuestro país: los cambios de ocupación del suelo, el cambio climático, las especies exóticas invasoras y los incendios forestales. No se abordan de forma específica otras presiones, sin duda fundamentales, como son la contaminación y la sobreexplotación, aunque si se tratan en diferentes apartados del siguiente capítulo.

El estado y las tendencias de los ecosistemas y las especies en relación con diferentes factores de cambio global se describen en el capítulo cuarto. Para ello, se han seleccionado los principales ecosistemas existentes en España: ecosistemas forestales, ecosistemas agrarios, ecosistemas de montaña, ecosistemas acuáticos continentales y ecosistemas marinos. Las especies se tratan en último lugar. La diversidad genética no se aborda como tal, aunque si se tratan aspectos específicos de la misma en varios apartados del capítulo.

El capítulo quinto trata sobre los diferentes mecanismos de respuesta que existen y que es necesario abordar para hacer frente a las presiones sobre la biodiversidad asociadas al cambio global. En primer lugar, se hace referencia a los planes de conservación de las especies, poniendo especial énfasis en su grado de aplicación en las diferentes CCAA. La influencia de los cambios de ocupación del suelo y del cambio climático en las funciones de protección de los ENP se trata en segundo lugar, así como la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad. La planificación del medio marino y la gestión integrada de las áreas litorales son dos mecanismos de conservación de los ecosistemas marinos y costeros que también se abordan en el presente capítulo, así como una cuestión fundamental, que es el conocimiento, la sensibilización y la educación en materia de biodiversidad. Por último, se hace referencia a las iniciativas empresariales que promueven la conservación de la biodiversidad, así como a la valoración económica de la biodiversidad como herramienta para frenar su pérdida. Dos cuestiones esenciales para la integración de las consideraciones ambientales en las actividades económicas, el pago por los servicios ambientales y la custodia del territorio, se tratan en último término.

Entendiendo que la comprensión de los flujos de bienes y servicios ecosistémicos requieren un tratamiento más detallado, más allá de un punto de vista operativo a efecto de la valoración económica, se ha planteado un análisis de mayor amplitud sobre las relaciones entre los sistemas socioecológicos y los servicios ecosistémicos en el capítulo sexto, donde se analiza de forma específica cómo el ser humano afecta a la integridad de los ecosistemas, y cómo éstos repercuten en el bienestar humano. Se describe el marco conceptual para la evaluación de los servicios de los ecosistemas y un análisis de los compromisos o *trade-offs*, ya que, en muchas ocasiones, el suministro y uso de un servicio promueve la degradación de otros.

Por último, en el capítulo séptimo, se plantean diez acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en nuestro país como propuesta de futuro.

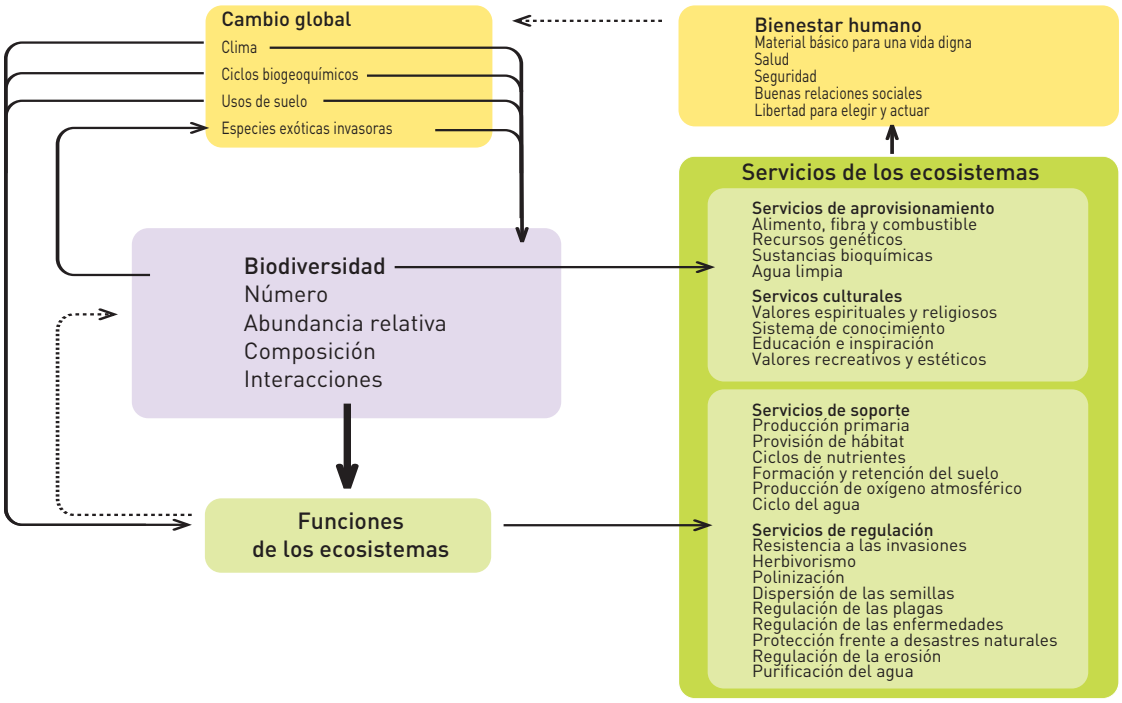
RESUMEN GENERAL

Resumen general

La pérdida de biodiversidad es uno de los principales fenómenos asociados al cambio global que afecta al bienestar humano

La biodiversidad es la variedad de la vida en la Tierra, a todos los niveles. El ser humano forma parte de la biodiversidad, y se beneficia de ella en muchos aspectos. Entre los bienes y servicios fundamentales que proporciona la biodiversidad al ser humano se encuentran cuestiones tan básicas como el alimento, los productos forestales, la regulación de los ciclos naturales o la capacidad de adaptación al cambio climático. También provee de beneficios culturales, estéticos y espirituales y, además, tiene un valor intrínseco que debe ser tenido muy en cuenta a la hora de planificar y gestionar la forma en que el hombre se beneficia de la biodiversidad (Figura RG.1). En este sentido, conviene tener cautela a la hora de utilizar los servicios que proporcionan los ecosistemas como argumento de conservación de la biodiversidad, siendo necesaria una gestión orientada al mantenimiento de un rango amplio y equilibrado de servicios, incluido el valor intrínseco, y no orientada únicamente hacia los servicios de aprovisionamiento.

□ **Figura RG.1.** Biodiversidad, funcionamiento de los ecosistemas, servicios de los ecosistemas y bienestar humano.

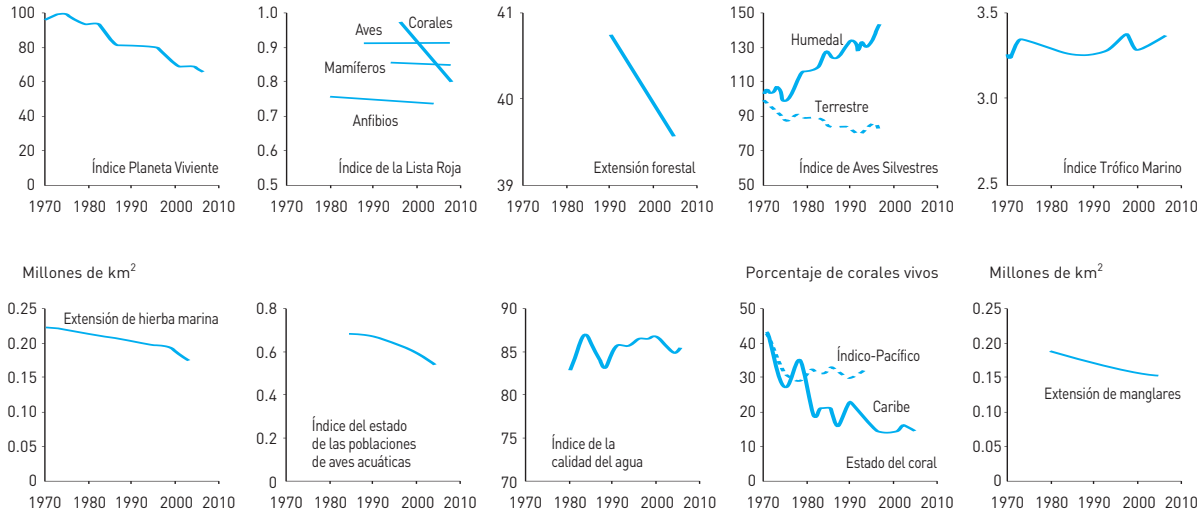


Fuente: Adaptado de *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) (1)

No se ha alcanzado la meta acordada en 2002 de lograr para el año 2010 una reducción significativa del ritmo actual de pérdida de la biodiversidad, a nivel mundial, regional y nacional

El estado de la biodiversidad a nivel global está empeorando. Esta tendencia se confirma en la evaluación realizada a través de indicadores sobre las tendencias de las poblaciones de las especies en riesgo de extinción, la condición y extensión de los hábitat, la composición de las comunidades, etc. (Figura RG.2). Por el contrario, las presiones sobre la biodiversidad muestran aumentos, tal y como ponen de manifiesto los indicadores sobre el consumo de recursos, las especies exóticas invasoras, la contaminación por nitrógeno, la sobreexplotación y los impactos del cambio climático. Por tanto, todo indica que la tasa de pérdida de biodiversidad está aumentando, a pesar de algunos éxitos a nivel local y del aumento de los mecanismos de respuesta, como son la mayor extensión de las áreas protegidas, la gestión sostenible de los bosques o las medidas adoptadas en materia de especies exóticas invasoras.

☐ **Figura RG.2.** Principales indicadores de biodiversidad a nivel global.



Fuente: sCDB (2010) (2).

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD A NIVEL INTERNACIONAL

El Convenio sobre la Diversidad Biológica

La cooperación internacional para conservar la diversidad biológica tiene su marco principal en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que se estableció en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, y entró en vigor en diciembre de 1993.

El CDB tiene tres objetivos principales:
- La conservación de la diversidad biológica,
- La utilización sostenible de sus componentes y
- La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos

La Cumbre de la Diversidad Biológica de Nagoya (COP10)

En octubre de 2010 se celebró la Cumbre de la Diversidad Biológica más importante desde que se estableció el CDB en 1992: La COP de Nagoya (COP10).

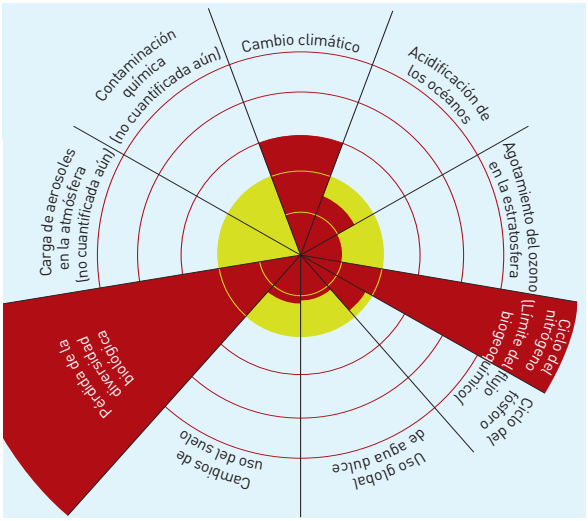
En la reunión se alcanzaron varios acuerdos, entre los que cabe destacar la adopción de un nuevo Plan Estratégico de diez años, para orientar los esfuerzos nacionales e internacionales para salvar la diversidad biológica intensificando la acción para alcanzar los objetivos del CDB, una estrategia de movilización de recursos que proporciona el camino a seguir para aumentar sustancialmente los niveles actuales de ayuda oficial para el desarrollo en apoyo a la diversidad biológica, y un nuevo protocolo internacional sobre acceso y participación en los beneficios de la utilización de los recursos genéticos del planeta.

El ritmo de pérdida de biodiversidad ha llegado a unos niveles sin precedentes, lo cual altera las funciones de los ecosistemas y los hace más vulnerables a las perturbaciones, menos capaces de recuperarse y menos aptos para proporcionar bienes y servicios a los seres humanos

Es importante tener en cuenta que existe un gran riesgo de que se produzca una pérdida drástica de biodiversidad si los ecosistemas exceden de ciertos umbrales o puntos de inflexión. Todo ello implica costes muy elevados para la sociedad, tanto por el valor intrínseco que tiene la biodiversidad como por la pérdida de servicios de abastecimiento, de regulación y culturales.

Es posible delimitar un espacio o límite operativo "seguro" para las actividades humanas, con el fin de mantener la integridad y el funcionamiento de los sistemas naturales a nivel global (3). El límite de la pérdida de biodiversidad ya se habría atravesado, así como el del cambio climático y la interferencia en el ciclo de nitrógeno. Otros componentes que estarían próximos a su límite serían el uso de agua dulce, los cambios de uso del suelo, la acidificación de los océanos y la interferencia en el ciclo del fósforo (Figura RG.3).

☐ **Figura RG.3.** Límite operativo seguro para los cambios ambientales debidos a las actividades humanas (amarillo) y posición actual estimada (rojo)

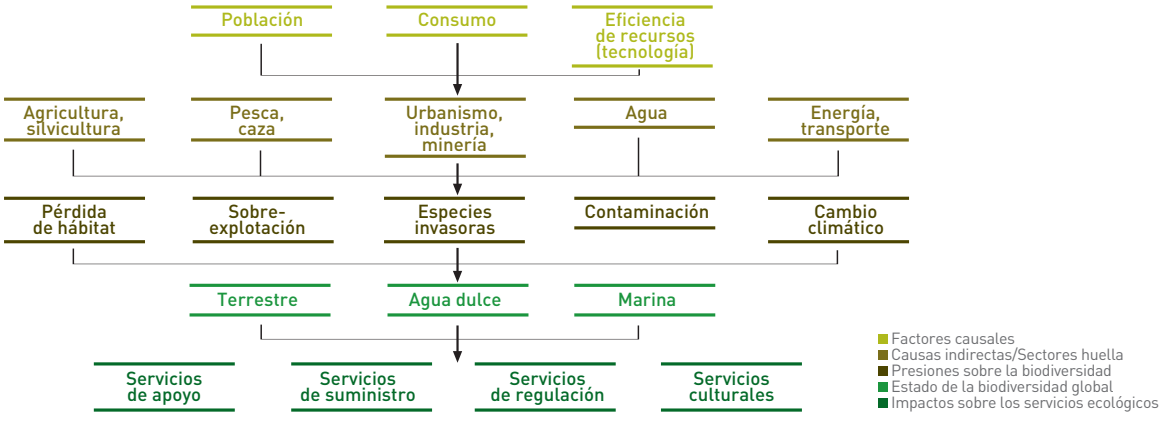


Fuente: Rockström et al (2009) (3)

Las principales causas directas de la pérdida de biodiversidad son los cambios de uso del suelo, el uso insostenible de los recursos naturales, la contaminación, el cambio climático y las especies exóticas invasoras

Además de las causas de pérdida de biodiversidad citadas anteriormente, existen una serie de elementos subyacentes, que son más difíciles de controlar, y que están relacionados con tendencias sociales económicas y culturales que influyen sobre la cantidad de recursos que utiliza el ser humano (Figura RG.4). El crecimiento demográfico, las pautas de consumo, el volumen de comercio internacional, los fallos en la gobernanza, la toma de decisiones y el funcionamiento de las instituciones, así como deficiencias económicas y de mercado, se encontrarían entre las causas indirectas de pérdida de biodiversidad. Por otra parte, el conocimiento insuficiente de los mecanismos que determinan el funcionamiento de los ecosistemas también contribuye a la pérdida de biodiversidad. El uso más eficaz de los recursos naturales y la gestión adecuada de los ecosistemas permitirían sin duda disociar las causas indirectas de las directas, disminuyendo de esta forma las presiones sobre la biodiversidad.

☐ **Figura RG.4.** Interconexiones entre gente, biodiversidad, salud de los ecosistemas y suministro de servicios ecosistémicos.



Fuente: WWF (2010) (4).

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD A NIVEL EUROPEO

La ***Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE,*** contempla entre sus metas la gestión sostenible de los recursos naturales y la biodiversidad como una de sus prioridades ambientales.

La **Red Natura 2000** es la pieza central de la política de la UE sobre naturaleza y biodiversidad. Consiste en una amplia red de áreas protegidas establecida bajo la Directiva Hábitat en 1992. Su objetivo principal es asegurar que la gestión del territorio en el futuro sea sostenible, tanto ecológica como económicamente, asegurando la supervivencia a largo plazo de las especies y hábitat más valiosos y amenazados de Europa. Consta de cerca de 26.000 áreas protegidas con un área total de más de 850.000 km^2, lo que representa aproximadamente el 18% de la superficie terrestre de la UE.

Como Parte Contratante del CDB, la UE adoptó en 1998 la ***Estrategia de Biodiversidad de la CE,*** y posteriormente, en 2001, el primer Plan de Acción Comunitario de Biodiversidad. La *Estrategia de Biodiversidad de la CE* tiene por objetivo anticipar, prevenir y atacar las causas de la reducción significativa o pérdida de biodiversidad. Los cuatro Planes de Acción de Biodiversidad (para la Conservación de los Recursos Naturales, para la Agricultura, para la Pesca y para la Cooperación Económica y el Desarrollo), detallan que acciones deberían tomarse para implementar la Estrategia en áreas específicas de la actividad de la CE.

En sus conclusiones del 15 de marzo de 2010, el Consejo de Medio Ambiente acordó el nuevo objetivo de "**Detener la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos en la UE de aquí a 2020 y restaurarlos en la medida de lo posible, así como intensificar la contribución de la UE para evitar la perdida de biodiversidad en todo el mundo**".

El 20 de marzo de 2010, el Consejo de Europa, se comprometió a la **visión post-2010** establecida por el Consejo de Medio Ambiente el 15 de marzo.

LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA: IMPLICACIONES PARA LA SOSTENIBILIDAD ANTE EL CAMBIO GLOBAL

España se caracteriza por su alta diversidad biológica, la mayor del continente europeo

España alberga el mayor número de especies de vertebrados y plantas vasculares de todos los países europeos. Se estima que alrededor de unas 85.000 especies diferentes estarían presentes en el territorio español (más de la mitad de todas especies europeas) y que, aproximadamente, un 30% de los endemismos reconocidos en el continente habitarían nuestro país.

Algunos datos sobre la evolución de las poblaciones de la fauna amenazada y el aumento del número de especies incluidas en el *Catálogo Nacional del Especies Amenazadas* (alrededor de 600 actualmente), constituyen una prueba de la existencia de mejores estrategias de conservación, pero también evidencian el declive y el incremento en el riesgo de extinción de algunas especies. Por ejemplo, el porcentaje de especies de vertebrados amenazados según los Libros Rojos ha aumentado un 5% en los últimos años, desde el 26% en 1992 hasta el 31% en 2007. Este grado de amenaza no se corresponde con una protección efectiva de la mayor parte de las especies pues, exceptuando a los mamíferos terrestres, el porcentaje de especies amenazadas que están catalogadas varía entre el 10% y el 35%.

La pérdida, degradación y fragmentación de hábitat, la desaparición de los usos ganaderos y agrícolas tradicionales, la pesca abusiva de especies marinas, la urbanización descontrolada, el crecimiento de infraestructuras, la degradación del suelo, la emisión de contaminantes al medio y el uso desmedido de los recursos hídricos pueden considerarse los principales factores que hacen peligrar la conservación de la biodiversidad a medio y largo plazo en nuestro país. A estas amenazas generadas por la ausencia de una planificación territorial que tienda al uso sostenible de los recursos naturales y, en algunos casos, por la falta de aplicación de la legislación vigente, se suman factores externos globales como el cambio climático y la invasión de especies exóticas, sobre los cuales las políticas socioeconómicas locales y regionales poseen una incidencia limitada.

Los cambios de uso del suelo son considerados actualmente como la mayor amenaza para la biodiversidad, particularmente la expansión de la agricultura intensiva, la urbanización y el desarrollo de infraestructuras de transporte

El territorio constituye el soporte físico de todos los sistemas, incluyendo a los ecosistemas y los procesos ecológicos esenciales. En relación con la conservación de la biodiversidad, una cuestión que debe ser tenida en cuenta es que el territorio es finito y que ello impone ciertos límites y umbrales en relación con su funcionalidad ambiental, dado que ésta depende directamente del uso que se le de al territorio. Así, por ejemplo, se requiere mantener una adecuada proporción de espacios ocupados por vegetación natural y, también, de paisajes rurales ambientalmente activos, es decir, con funciones ambientales específicas y complementarias a las de los espacios ocupados por vegetación natural. En el ámbito mediterráneo, estos paisajes rurales ambientalmente activos se corresponden con las áreas de secano tradicional de carácter extensivo y con los espacios agroforestales, en los cuales coexisten, en distintas proporciones, áreas ocupadas por usos agrarios y áreas ocupadas por vegetación natural. A ellos habría que añadir las huertas o regadíos tradicionales situados a lo largo de las vegas fluviales o en torno a manantiales.

La mayor parte del paisaje rural ambientalmente activo se encuentra fuera de las zonas protegidas, por lo que es fundamental que las políticas enfocadas directamente hacia la conservación de determinados hábitat y especies se complementen con otras dirigidas hacia el conjunto del territorio. Además, muchas especies tienen una parte significativa de sus poblaciones fuera de las áreas protegidas o utilizan las áreas próximas a las mismas como zonas de campeo y de alimentación.

Las zonas artificiales han aumentado en España un 51,9% entre 1987 y 2006, en gran parte a costa de zonas naturales y zonas agrarias ambientalmente activas, lo que redunda en una pérdida de biodiversidad

Según los últimos datos disponibles en 2010 del proyecto Corine Land Cover (CLC), el aumento de las zonas artificiales constituye el cambio de uso del suelo más significativo ocurrido en España entre 1987 y 2006, con un incremento del 51,9% (Tabla RG.1). Si en 1987 ocupaban el 1,3% del territorio, en el año 2000 llegaron a representar el 1,7% y en 2006 el 2,0%. Cabe destacar el hecho de que el incremento de las zonas artificiales se ha acelerado en el último periodo, desde una tasa de 13.112 ha/año durante el periodo 1987-2000 hasta una tasa de 29.500 ha/año durante 2000-2006.

Una proporción significativa de zonas artificiales se han formado a partir de ecosistemas naturales, principalmente bosques, matorral boscoso, matorrales y pastizales naturales, que suman el 27,4% de las zonas artificiales formadas entre 1987 y 2000 y el 19,5% de las formadas entre 2000 y 2006 (Figura RG.5). También es destacable que el 18% de las nuevas zonas artificiales que se crearon entre 1987 y 2000 lo hicieron a costa de mosaicos agrícolas y vegetación natural, y el 14,9% entre 2000 y 2006.

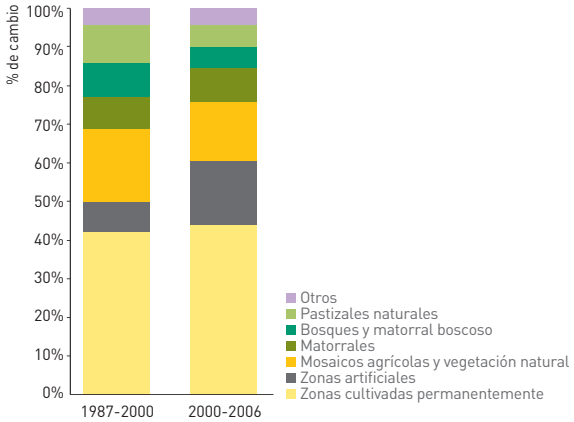
En el caso de las zonas agrícolas, el cambio de uso más significativo entre 1987 y 2000 fue la creación de nuevos regadíos a partir de tierras de labor de secano, con un total de 238.601 ha nuevas. Entre 2000 y 2006, también se produjo una pérdida significativa de tierras de labor de secano, en este caso por su transformación tanto en regadíos (43.641 ha), como en olivares (56.138 ha). Por otra parte, el 20,6% de las nuevas zonas cultivadas permanentemente que se crearon durante el periodo 1987-2006 lo hicieron a partir de mosaicos agrícolas y vegetación natural. Este porcentaje fue del 12,1% entre 2000 y 2006.

☐ **Tabla RG.1.** Principales cambios de ocupación del suelo en España 1987-2000-2006.

	Área 1987 (ha)	Área 2000 (ha)	Área 2006 (ha)	% cambio 87-00	% cambio 00-06	% cambio 87-06
Zonas artificiales	669.888	840.348	1.017.360	25,4	21,1	51,9
Zonas agrícolas	25.411.955	25.443.717	25.364.294	0,1	-0,3	-0,2
Bosques y áreas seminaturales	24.192.357	23.953.160	23.852.221	-1,0	-0,4	-1,4
Zonas húmedas	110.259	112.124	111.082	1,7	-0,9	-0,7
Superficies de agua	284.119	321.011	328.184	13,0	2,2	15,5

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Figura RG.5.** Formación de zonas artificiales en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

Por tanto, el espacio rural ambientalmente más activo está reduciendo su peso en el territorio a través de dos procesos: la intensificación agraria o la sustitución de zonas agrícolas por zonas artificiales y, en menor medida el abandono agrario, que da lugar a vegetación natural por sucesión secundaria. Este doble proceso está generando una pérdida progresiva del paisaje más netamente rural en favor de dos paisajes extremos: el caracterizado por un uso intensivo del espacio y de los recursos naturales y el natural. La interpretación ambiental de ambos procesos en relación con el grado de reversibilidad del cambio de uso del suelo es muy diferente. Mientras el abandono constituye un cambio con un elevado grado de reversibilidad y, de hecho, la frontera entre la vegetación natural y los paisajes tradicionales ha tenido un carácter altamente dinámico en el tiempo, la transformación hacia usos intensivos presenta una reversibilidad baja (caso del regadío) o prácticamente nula (caso de los usos artificiales), con la consecuente fragmentación y destrucción del hábitat de muchas especies y, en definitiva, la pérdida de biodiversidad.

El suelo urbano y otros usos artificiales constituyen un uso terminal del suelo, carente de funcionalidad ambiental y que da lugar a importantes presiones en el resto del territorio. La influencia de los suelos artificiales en el conjunto del territorio es muy superior a la que cabría pensar si solo tuviéramos en cuenta la proporción que representan sobre la superficie total. Ésta normalmente supone un valor bajo en comparación con otros usos, como el natural o el agrario. Sin embargo, los suelos artificiales tienen una influencia sobre el resto del territorio que se expresa a través de múltiples procesos y efectos indirectos que afectan a ámbitos espaciales mucho más amplios y que incluyen, evidentemente, a la biodiversidad.

La cuenca del Segura es un caso de estudio idóneo para el análisis conjunto de los cambios de ocupación del suelo y de sus impactos en la biodiversidad (ver cuadro). El caso de los cambios de ocupación del suelo asociados a la instalación de parques eólicos se trata en el siguiente cuadro por su particular incidencia sobre la biodiversidad en España.

La **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad** tiene como objetivo la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad y en ella se integran normas de carácter internacional, así como líneas de trabajo y objetivos inspirados en el CDB y en otros compromisos internacionales.

Uno de los principios inspiradores de la ley es el de la prevalencia de la protección ambiental sobre la ordenación territorial y urbanística. En este sentido la ley establece un instrumento específico que garantiza dicha protección, los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN), que prevalecerán sobre instrumentos de ordenación territorial y urbanística siempre y cuando entre ellos existan contradicciones; además, dichos instrumentos de ordenación territorial deberán adaptarse al PORN correspondiente.

CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL SEGURA

El OSE, en colaboración con la Universidad de Florida (EE.UU.) y el Observatorio de Sostenibilidad en la Región de Murcia (OSERM), ha desarrollado un estudio sobre las dinámicas territoriales de esta demarcación en relación con los procesos que afectan directa e indirectamente a la biodiversidad.

Por un lado, la cuenca del Segura, caracterizada por una baja disponibilidad de agua y, por tanto, una baja productividad de sus ecosistemas, alberga una biodiversidad notable, incluso en sus ámbitos más áridos. Pese a dicha aridez, el territorio de la cuenca del Segura presenta una enorme riqueza de flora, fauna y hábitat, por su pertenencia a la región mediterránea, por su posición geográfica y por ser zona de transición entre los sistemas forestales mediterráneos y los subtropicales áridos. Por otro lado, la zona del sureste peninsular viene registrando unas altas tasas de cambio de ocupación de suelo con fuertes procesos de artificialización y de formación de regadíos, que suponen una fuerte presión sobre estos ecosistemas.

Uno de los riesgos detectados en la cuenca del Segura es de orden socioeconómico. Se trata de la desaparición de las culturas rurales tradicionales que, históricamente, han configurado un paisaje cultural que ha coevolucionado junto a la biodiversidad de la cuenca. La intensificación de los usos agrícolas y, muy especialmente, el crecimiento de los nuevos regadíos, están desplazando a este tipo de cultivos. Es importante hacer notar que los procesos de intensificación del regadío en el interior de la cuenca tienen relación con la formación de superficies artificiales en terrenos irrigados, formando un solo proceso de sustitución de unos tipos de ocupación por otros.

La formación de regadíos supone una afección a la biodiversidad de la Cuenca tanto de forma directa, por la ocupación y fragmentación de los hábitat, como de forma indirecta, por ejemplo por los cambios que supone en el régimen hídrico. El incremento del regadío ha disminuido la superficie ocupada por zonas esteparias, con una biodiversidad asociada muy relevante en el contexto europeo, e igualmente ha reducido el hábitat de especies singulares como la Tortuga mora *(Testudo graeca)* e iberoafricanismos como el Cornical *(Periploca angustifolia)*. El aumento del regadío ha afectado asimismo a los secanos extensivos, de gran importancia trófica para muchas especies. Los cambios en el régimen hídrico de la cuenca han supuesto un aumento de los drenajes agrícolas que llegan a los humedales, como los situados en el entorno del Mar Menor, donde se ha reducido la superficie ocupada por la estepa salina en favor de otros hábitat menos valiosos desde el punto de vista de la Directiva Hábitat, cambios que a su vez han modificado las comunidades de aves de dichos humedales.

El aumento de los espacios urbanos y otros usos artificiales conlleva diversos efectos sobre la biodiversidad. La ocupación del suelo genera efectos directos al eliminar la flora y fauna silvestre y el hábitat, así como los espacios tróficos utilizados por la fauna silvestre como áreas de alimentación y campeo. Los efectos indirectos incluyen, entre otros, la creación de barreras entre poblaciones silvestres por la construcción de infraestructuras lineales, como las autovías, molestias a la fauna silvestre, por contaminación acústica y lumínica en áreas colindantes y, en el caso de urbanizaciones localizadas dentro o en las proximidades de entornos forestales, incremento del riesgo de incendios con el aumento de visitantes, accesos rodados e infraestructuras asociadas al desarrollo urbano, como las líneas de alta tensión.

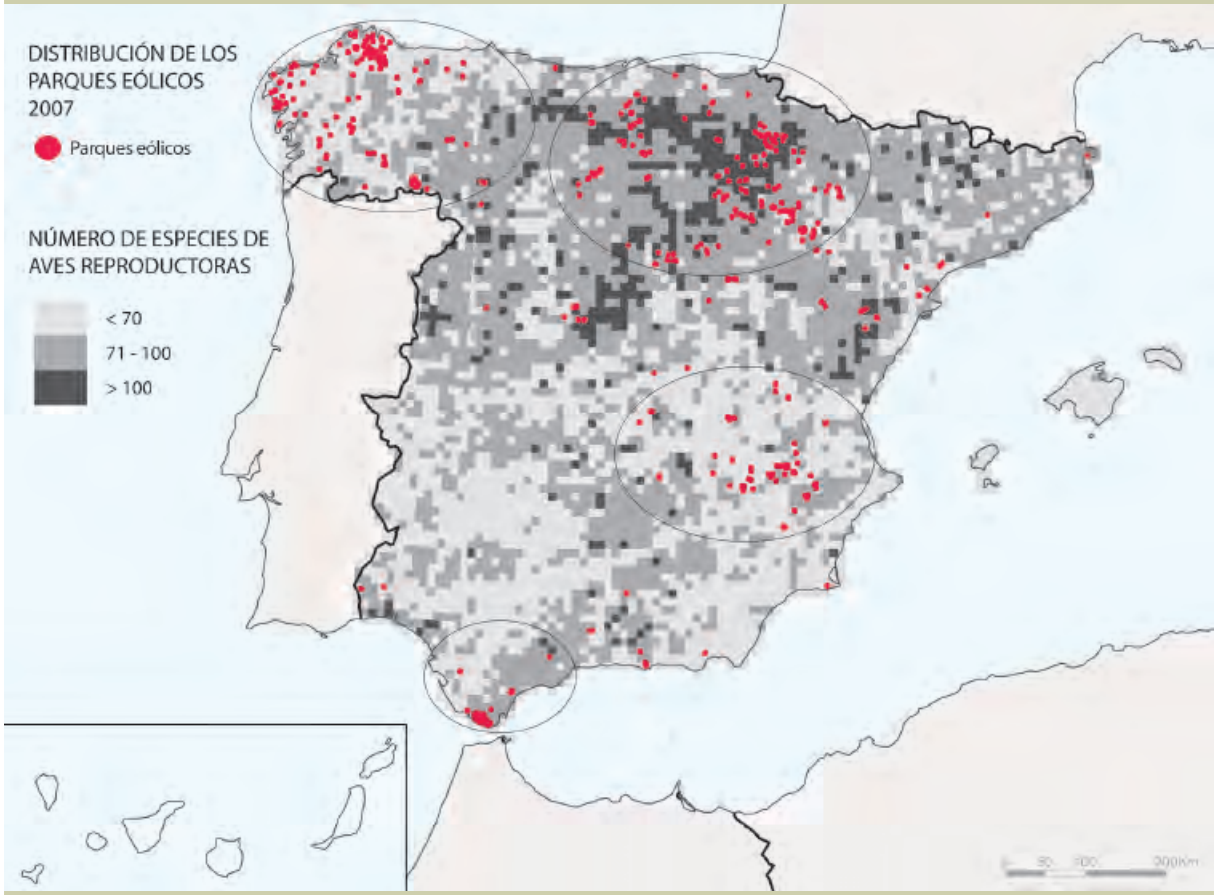
Las infraestructuras, especialmente las vías de alta capacidad como las autovías, desdoblamientos y nuevas autopistas, crean grandes barreras al movimiento de poblaciones naturales. Este efecto de aislamiento poblacional constituye una de las principales amenazas de la fauna protegida o amenazada, especialmente en el caso de mamíferos, reptiles y anfibios, siendo, de hecho, una de las principales causas que desembocan en la extinción local de muchas especies.

CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO Y BIODIVERSIDAD: EL CASO DE LOS PARQUES EÓLICOS

Las energías renovables son sin duda fundamentales para mitigar los efectos negativos que tiene el cambio climático pero, en muchos casos, los parques eólicos ocupan territorios valiosos por el interés de sus hábitat o la rareza de las especies que albergan (5,6). Comienzan así a generarse fricciones crecientes entre dos actividades que, como es el caso de la conservación de la biodiversidad y la producción de energías limpias, debieran trabajar coordinadamente en función de un objetivo común. No se trata por tanto de oponerse al desarrollo de la energía eólica sino de minimizar los costos ambientales mediante una implantación ordenada y sensata de la misma.

En España se ha llevado a cabo un estudio sobre el solapamiento geográfico de los parques eólicos y las distribuciones de los vertebrados voladores (aves y murciélagos) (6). El estudio concluye que los parques eólicos están agrupados en las áreas más ventosas de la península Ibérica y que, en varios casos, no se solapan con las áreas de mayor riqueza de aves y murciélagos. Sin embargo, hay una importante excepción en la cabecera del Ebro y el sistema Ibérico septentrional, donde una de las áreas más importantes de la industria eólica se solapa con uno de los sectores más ricos en vertebrados voladores (Mapa RG.1).

□ **Mapa RG.1.** Distribución de las grandes concentraciones de parques eólicos en España peninsular (los puntos rojos representan los parques eólicos en el año 2007) y del número de especies de aves reproductoras, un indicador de la riqueza del territorio por coincidir con los patrones de otros organismos. Llama la atención la concentración de eólicas en las áreas más diversas del sistema Ibérico septentrional y el riesgo de su expansión hacia la cordillera Cantábrica, el sistema Central y el sistema Ibérico meridional.



Fuente: Modificado de Tellería (2010) (7).

La ausencia de una evaluación ambiental estratégica a gran escala para prevenir el impacto de esta industria en expansión sobre la biodiversidad de España es motivo de preocupación. Esta falta de estudios puede explicarse por la inercia resultante de la temprana aparición de esta industria en España (década de los ochenta), cuando el impacto ecológico de los parques eólicos no se conocía bien. También puede estar relacionada esta ausencia de evaluaciones con la gestión descentralizada de las licencias para la construcción de parques y el enfoque casi exclusivamente local de los impactos de estas infraestructuras. Afortunadamente, esto no ocurre en el caso de los parques eólicos marinos proyectados, cuyo impacto potencial en la biodiversidad de las costas y las aguas territoriales de España, responsabilidad del gobierno central, ha sido ya evaluada a escala estatal (8).

En los últimos 20 años, los paisajes naturales españoles ocupados por especies en peligro de extinción han sufrido el mismo grado de modificación por parte del hombre que el resto del territorio

En las zonas con presencia de especies en peligro de extinción, la superficie con usos de suelo naturales es significativamente mayor y la superficie con suelos antropizados menor que en el resto del territorio (Tabla RG.2). Sin embargo, las tasas de cambio y antropización durante el periodo 1987-2006 en estas zonas no difieren de las existentes fuera de sus áreas de distribución. Por tanto, albergar poblaciones de especies amenazadas no parece ser un factor decisivo capaz de detener la presión transformadora de nuestros usos económicos.

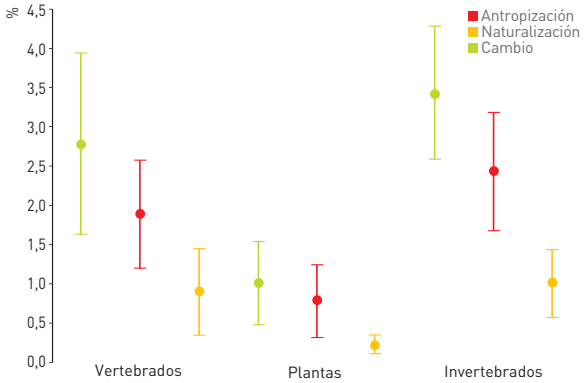
☐ **Tabla RG.2.** Porcentajes de antropización y naturalización de las celdas UTM de 100 km² con presencia de especies en peligro de extinción (± intervalo de confianza al 95%), de las celdas del resto del territorio de España peninsular, así como porcentajes de superficie de suelo natural, semi-antropizado y antropizado de acuerdo a los datos de CLC 2006.

	Con especies en peligro	Resto territorio
Natural CLC2006	52,1±1,4	28,4±1,8
Semi-antropizado CLC2006	19,1±1,0	22,1±1,6
Antropizado CLC2006	28,7±1,3	47,3±2,1
% cambio	2,5±0,2	2,5±0,3
% antropización	1,7±0,1	1,6±0,2
% naturalización	0,8±0,1	0,9±0,1

Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

En las zonas con presencia de especies en peligro de extinción, las superficies que han sufrido un cambio hacia la antropización son siempre mayores que las que han experimentado naturalización (Figura RG.6). Las menores tasas de cambio en los usos del suelo se dan en las áreas de distribución de las especies vegetales. Probablemente, la movilidad y mayor rango geográfico general de las especies animales en peligro facilita la coincidencia de intereses ambientales con el hombre y la competencia por el espacio.

☐ **Figura RG.6.** Variación de los porcentajes de antropización, naturalización y cambio en los usos del suelo en las celdas UTM de 100 km² en las que se han observado especies en peligro para vertebrados, plantas e invertebrados. Los diferentes símbolos representan los valores medios, mientras que las líneas verticales representan el rango de oscilación del 95% de los valores.



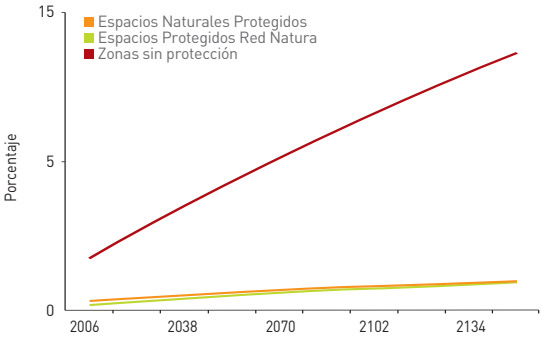
Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

Si se mantiene la tendencia actual, las superficies artificiales podrían aumentar en gran medida en las zonas no protegidas, afectando negativamente a la conectividad ecológica del territorio y al entorno de las áreas protegidas

El conjunto de las áreas protegidas supone una de las grandes oportunidades para lograr la conservación *in situ* de numerosos hábitat de gran valor en España. Su correcta articulación en el territorio y el freno a las principales amenazas que sufren, como los cambios en los usos del suelo debe ser una de las líneas prioritarias de acción en el futuro.

La superficie ocupada por zonas artificiales ha aumentado entre 1987 y 2006, tanto dentro de ENP (33,9%) y Red Natura 2000 (67,0%), como en las zonas no protegidas (52,1%). Cuando se estima la evolución futura de la ocupación del suelo mediante simulaciones lineales, se obtiene que, en las zonas sin protección, las superficies artificiales aumentarán en mucha mayor medida que en las áreas protegidas (Figura RG.7). Por esta razón, es especialmente importante promover la gestión sostenible del territorio, con el fin de minimizar las amenazas a la biodiversidad, no solamente dentro de los ENP sino también en su entorno y en aquellas zonas susceptibles de ejercer como corredores ecológicos y refugios, tanto bajo las condiciones climáticas actuales como futuras.

☐ **Figura RG.7.** Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1987 y 2006 para 10 pasos de tiempo, expresada en porcentaje respecto al total de superficie en ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 y zonas sin protección.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN (Ministerio de Fomento).

El cambio climático constituye una de las principales amenazas para la biodiversidad, y adquirirá mayor importancia en el futuro en el territorio peninsular y los archipiélagos

Las modificaciones antrópicas de los hábitat y los paisajes no son la única presión que se cierne sobre la persistencia de las poblaciones de las especies amenazadas de España. Existen evidencias suficientes que demuestran inequívocamente la existencia de modificaciones en los sistemas biológicos como consecuencia

del cambio climático (para una relación de las evidencias ver Tabla 3.3.2, p 178).

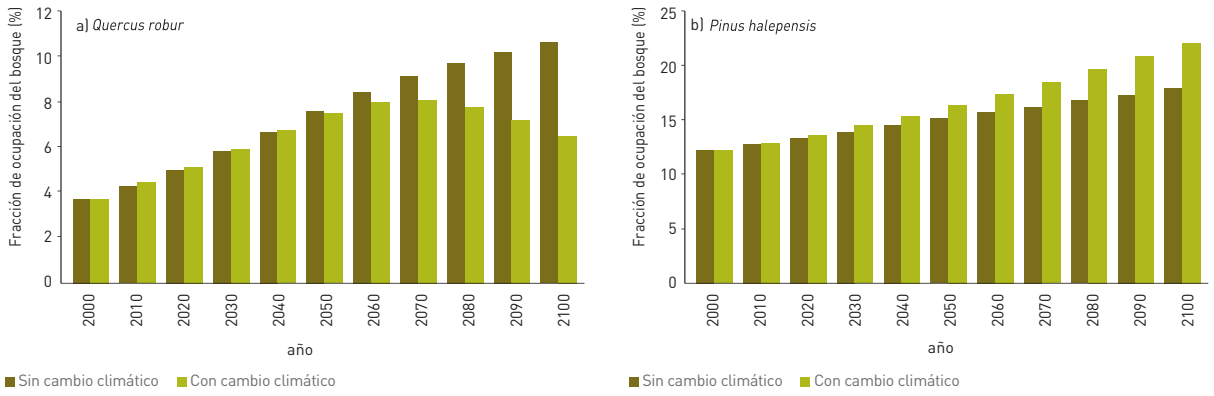
La distribución geográfica de los organismos constituye la proyección espacial de la actuación sinérgica de un gran número de factores, entre los que se encuentran los climáticos, pero también otros muchos. Interacciones bióticas negativas y facilitadoras, limitantes de dispersión y efectos históricos contingentes relacionados con la forma y el relieve de las áreas y la historia de los organismos, pueden haber condicionado decisivamente la actual forma, tamaño y ubicación de las áreas de distribución. El reto ante estas circunstancias consiste en discriminar la verdadera influencia que pueden ejercer los factores climáticos del efecto causado por otros factores, a fin de transferir los resultados de los modelos de distribución realizados con los datos actuales a un escenario climático futuro.

El cambio climático provocará una disminución del área de distribución de muchas especies forestales de la península Ibérica y una menor diversidad de especies

Las predicciones sobre la distribución futura de 20 especies de árboles ibéricos bajo un escenario de cambio climático indican que la superficie ocupada por dichas especies disminuirá notablemente a medida que avance el presente siglo como consecuencia del cambio climático, si bien existe siempre una gran incertidumbre en relación con sus patrones de distribución. Las coníferas de montaña, como el pino albar *(Pinus sylvestris)*, el pino negro de montaña *(P. uncinata)* y el abeto *(Abies alba)*, se verán particularmente afectadas. Los bosques templados, especialmente los hayedos *(Fagus sylvatica)* y los robledales de roble albar *(Quercus petraea)*, también sufrirían una acusada disminución de su área. Las especies mediterráneas, sin embargo, tienen menor probabilidad de disminuir su área de distribución con el cambio climático.

Los modelos indican que las distribuciones de las principales especies de árboles de la península Ibérica no abarcan todos los lugares climáticamente aptos para ellas. De hecho, la mayor parte están experimentando un proceso de expansión hacia otras zonas en las que aún no estaban presentes. El cambio climático tendrá un importante impacto sobre este proceso de expansión en el caso de las especies atlánticas, que pasarán de un crecimiento continuo de su área de distribución a una situación de decrecimiento en apenas algunas décadas, como podría ocurrir con el roble común *(Quercus robur,* Figura RG.8a). En general, las especies mediterráneas apenas sufrirán cambios en la trayectoria prevista de incremento de su área de ocupación. Algunas de ellas se verán incluso beneficiadas por el cambio climático y tendrán mayores cotas de ocupación de las que alcanzarían sin cambio, como es el caso del pino carrasco (*P. halepensis*, Figura RG.8b).

☐ **Figura RG.8.** Proyecciones de la fracción de ocupación del bosque en 2100, con y sin cambio climático para (a) el roble común (*Q. robur*) y (b) el pino carrasco (*P. halepensis*).



Fuente: Elaboración OSE a partir de García-Valdés et al. (2010) (9).

Por último, se producirá previsiblemente un desplazamiento hacia el norte y hacia las partes altas de las montañas de las distribuciones de las especies de árboles, que podría dar lugar a un descenso en la riqueza de especies, especialmente en el sur peninsular. Las zonas de montaña, al actuar como "refugios", aumentarían su diversidad de especies, pero es muy probable que dicho aumento no se mantenga en el tiempo debido a que la falta de cota hacia donde migrar provocaría, en último término, la extinción local de muchas especies.

La previsión de cambio climático y las simulaciones del efecto que éste tendrá sobre la distribución de los árboles indican que sería aconsejable una política de adaptación mediante, por ejemplo, la creación de corredores ecológicos que permitan a las especies "huir" en la dirección necesaria, la protección de áreas que vayan a ser fundamentales para conservar algunas especies en el futuro, o incluso la facilitación de propagación de algunas especies que no puedan moverse al ritmo que impondrá el cambio climático. Esto incluye la conservación de especies de

niveles tróficos superiores cuyo papel como dispersores puede ser clave.

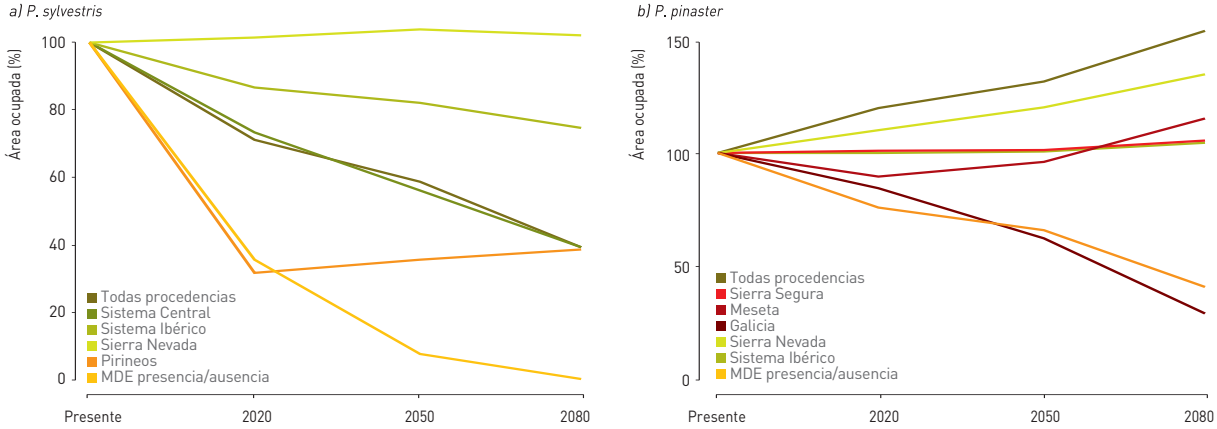
La adaptación local es esencial para comprender la respuesta de las especies forestales al cambio climático

La plasticidad ecológica y la adaptación local de las especies forestales a lo largo de sus áreas de distribución tienen una gran influencia sobre las predicciones de ocupación del espacio en el futuro y, por tanto, deben ser incluidas en los modelos de distribución de especies. Asimismo, la calibración de dichos modelos con datos experimentales, como la supervivencia, aumenta su realismo biológico

Estos resultados son especialmente importantes para poder cuantificar de forma realista la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales ante el cambio climático.

Por ejemplo, en el caso del pino albar *(Pinus sylvestris)* y del pino resinero *(P. pinaster)*, las procedencias meridionales son las mejor preadaptadas para soportar los aumentos de temperatura ligados al cambio climático (Figura RG.9). Por el contrario, las poblaciones del norte peninsular disminuirían sus áreas de distribución con el calentamiento global. Por tanto, la conservación de la diversidad genética es fundamental para la adaptación al cambio climático.

□ **Figura RG.9.** Probabilidad de ocupación de *P. sylvestris* (a) y *P. pinaster* (b) para 2020, 2050 y 2080 (escenario A2 HadCM3), en porcentaje respecto al presente. Los resultados se muestran para cada uno de los grupos de procedencias por separado, todas las procedencias juntas y los resultados obtenidos por un modelo de nicho calibrado solo por ausencia y presencia de las especies.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (10).

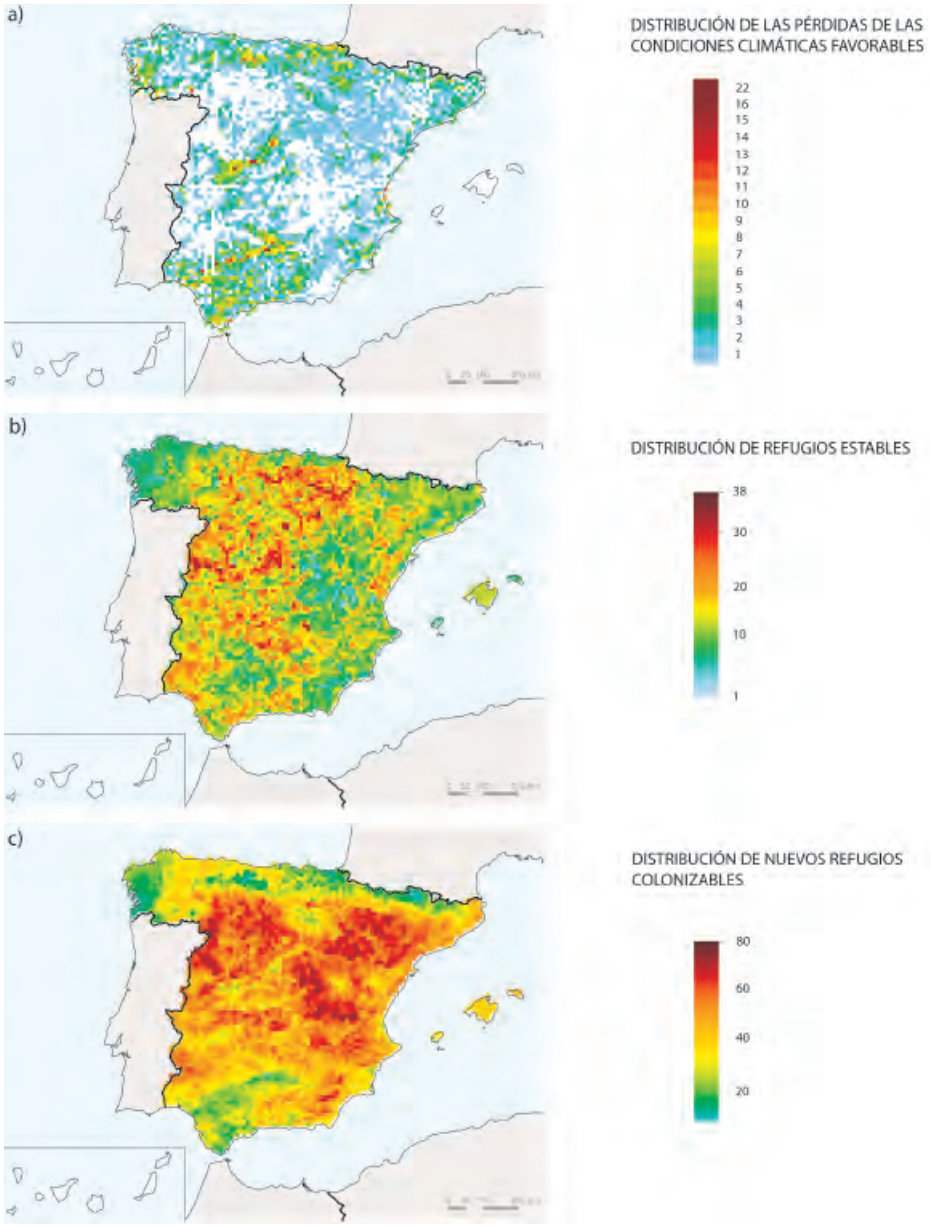
Para un conjunto de 96 especies de vertebrados terrestres ibéricos amenazados, los modelos estiman que perderán condiciones climáticas favorables en un 13% de la superficie que ocupan actualmente, lo que provocará, probablemente, extinciones locales

La pérdida de condiciones climáticas favorables se producirá principalmente en el sistema Central, Sierra Morena y Picos de Europa, así como las serranías de Cádiz, y las áreas comprendidas entre los límites de las provincias del País Vasco y Navarra, sur de Galicia y norte de Zamora (Mapa RG.2a). Cabe destacar que el sistema Central no solo representa una zona de extinciones locales potenciales para algunas especies, sino que también un *refugio estable* para otras especies (Mapa RG.2b). El hecho de que una misma zona, como ocurrirá con muchas áreas de montaña, pueda actuar simultáneamente como área amenazada y refugio estable, representa un reto para el diseño de nuevas reservas naturales ante el cambio climático.

Por otra parte, habrá zonas donde aparecerán condiciones climáticas favorables para las especies, antes no experimentadas *(refugios colonizables)*. En este caso, la menor capacidad receptiva se daría en el tercio norte de España y en la cuenca del Guadalquivir (Mapa RG.2c). Sin embargo esta cuestión es compleja, ya que estos nuevos refugios potenciales actuarían como verdaderos receptores siempre y cuando la capacidad de dispersión y los usos antrópicos del suelo lo permitan.

A pesar de que las simulaciones pueden ofrecer información sobre la posible ubicación de las condiciones climáticas favorables para una especie determinada, para formular estrategias de conservación de las especies debe tenerse en cuenta la complejidad de factores en juego (interacciones con otras especies, alteraciones de hábitat, etc.), que hace difícil estimar con fiabilidad su respuesta geográfica. Ello es debido a que el clima puede afectar a la biología de las especies de muy diversas maneras, las cuales podrían actuar separadamente o de forma combinada. Por tanto, los resultados del tipo de modelos aquí planteados deben considerarse como un punto de partida para determinar qué especies deberían ser objeto de seguimiento y estudio específico, a fin de dilucidar cómo y en qué grado podrían verse afectadas por el cambio climático.

□ **Mapa RG.2.** Distribución geográfica de a) las pérdidas de las condiciones climáticas favorables, b) refugios estables y c) nuevos refugios colonizables para 96 especies de vertebrados amenazados según el escenario CCM3 para 2100. Los colores más cálidos indican un mayor número de especies.

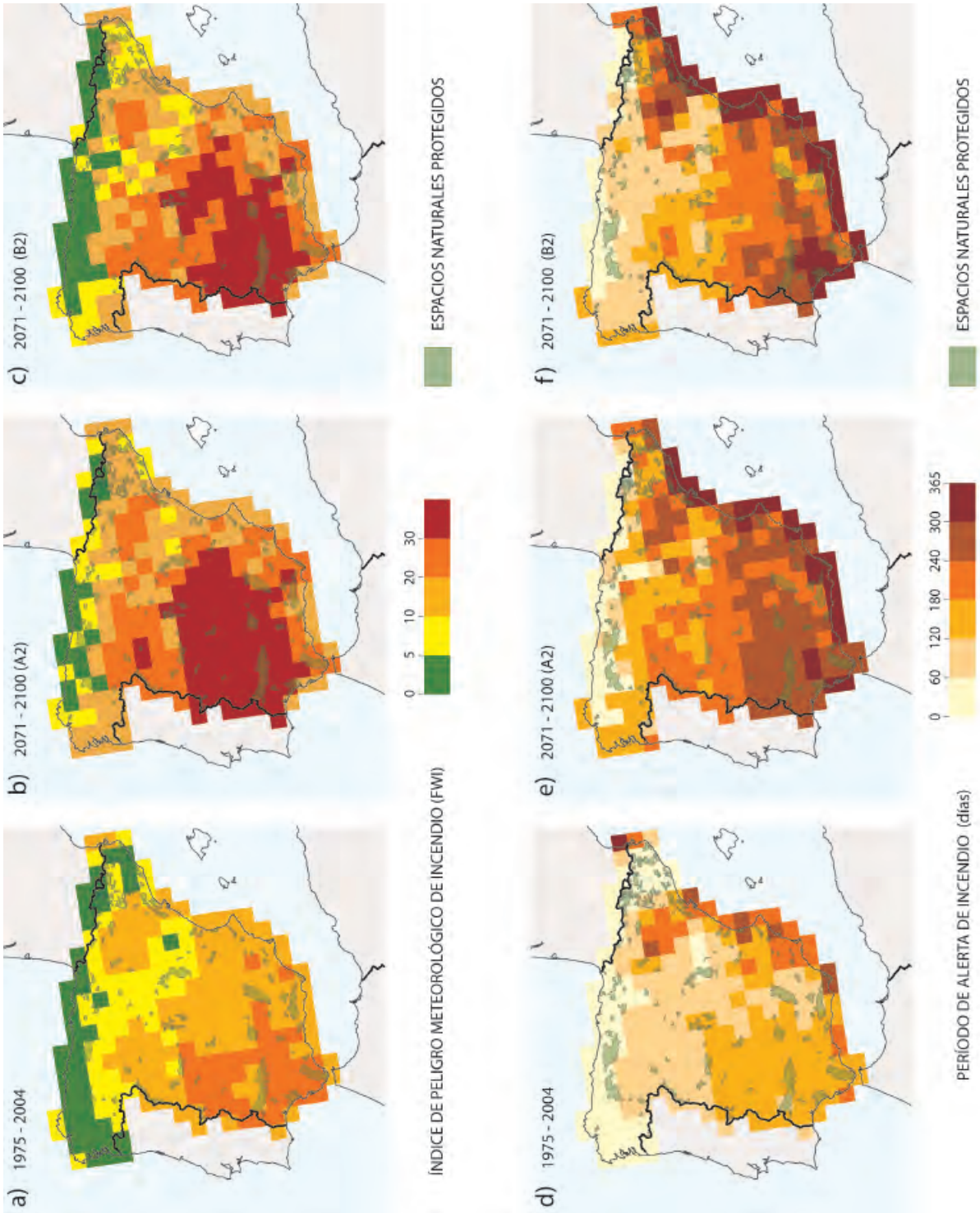


Fuente: Elaboración Aragón P, Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

La intensidad y del tamaño de los incendios aumentarán, particularmente en el cuadrante suroccidental de la Península, según los escenarios de cambio climático

Los modelos predictivos indican que el Índice de peligro meteorológico de incendios (FWI) alcanzará valores muy elevados (FWI › 30) a finales del presente siglo (Mapa RG.3 a,b,c), por lo que pueden darse con mayor frecuencia situaciones en las que sea más difícil hacer frente a los incendios. También aumentará en gran medida el periodo de alerta de incendio, es decir, el número de días comprendido entre el primer y último momento del año en que el FWI es alto continuamente a lo largo de una semana (Mapa RG.3d,e,f), particularmente en la costa mediterránea y la mitad sur del país. Esto supondrá que los servicios de extinción de incendios tendrán que adelantar las campañas de lucha contra incendios y tendrán que permanecer más tiempo en alerta.

□ **Mapa RG.3.** Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) para la estación de incendios (mayo-octubre) observado (1975-2004) (a) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 (b) y B2 (c). Se representa la mediana de los 5 modelos climáticos analizados. Las clases de FWI indican la intensidad que tendría el fuego, siendo el peligro muy bajo (entre 0 y 5), bajo (5-10), moderado (10-20), alto (20-30) y muy alto (›30). Periodo de alerta de incendio (días) observado (d) y las predicciones de cambio para finales de este siglo bajo los escenarios de emisiones A2 (e) y B2 (f). Malla UTM de 50x50 km.



Fuente: Datos de Europarc-España, Moreno et al. (2010) (11) y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG y Moreno JM.

Una integración ambiental efectiva del sector agrario, que implique tanto una mejora de la competitividad como de la situación ambiental a través de buenas prácticas, es fundamental para la conservación de la biodiversidad y para la sostenibilidad rural

En España, gran parte de la biodiversidad existente está vinculada al medio agrario, sobre todo a los sistemas agrarios extensivos, y su conservación depende en gran medida del modo en que éste se gestione.

Una de las presiones ambientales más importantes a la que está sometida la biodiversidad es la intensificación agraria, que se ha visto facilitada por la especialización y concentración de la producción ocurridas en las últimas décadas. La producción agraria se ha ido concentrando en un número cada vez menor de explotaciones, que han aumentado su tamaño y se han orientado hacia una producción basada en el monocultivo.

El aumento de la productividad se ha reforzado en los terrenos más fértiles y accesibles, mientras que la falta de competitividad de las prácticas agrarias tradicionales, mantenidas todavía en algunas zonas y asociadas a una alta diversidad biológica, ha conducido a que muchas áreas agrícolas marginales hayan sido abandonadas debido a que los agricultores y ganaderos que las regentaban, en general, con pequeñas explotaciones y baja renta, se han visto obligados a cesar la actividad. Las pequeñas explotaciones agrícolas y los pastores han disminuido alarmantemente, la extensificación se ha ido reduciendo, el mosaicismo de paisajes tradicionales ha ido desapareciendo de muchas zonas y se ha reducido diversidad, tanto en lo cultural como en lo silvestre.

Para que la agricultura sea compatible con la conservación de la biodiversidad, debe gestionarse de forma sostenible, es decir, a través de estrategias de desarrollo integral del medio rural, en las cuales el concepto de agricultura sostenible surge como respuesta frente a la agricultura y la ganadería intensivas y se presenta como una solución apropiada para facilitar el compromiso entre el campo y el medio ambiente.

Técnicas de cultivo tradicionales, como la rotación de cultivos, la conservación de los pastos permanentes, la conservación y restauración de los elementos naturales del paisaje intercalados en los cultivos, son esenciales, junto con medidas agroambientales y el cumplimiento general de la legislación, para continuar con una agricultura en términos de sostenibilidad.

La **Ley 45/2007 para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural**, presta especial atención al desarrollo sostenible de las zonas Natura 2000 al establecer su consideración como zonas prioritarias para la aplicación del Programa de Desarrollo Rural Sostenible (PDRS, instrumento principal para la planificación de la acción de la Administración General de Estado en materia de desarrollo rural). Esto implica un tratamiento preferente del sistema nacional de Incentivos Económicos Regionales para el desarrollo de proyectos, una atención diferenciada de los planes nacionales de fomento empresarial, la aplicación preferente de medidas para impulsar la creación y el mantenimiento del empleo, etc.

Las zonas de montaña constituyen valiosos reservorios de biodiversidad y de culturas tradicionales que se ven amenazadas por el modelo de desarrollo socioeconómico y el cambio climático

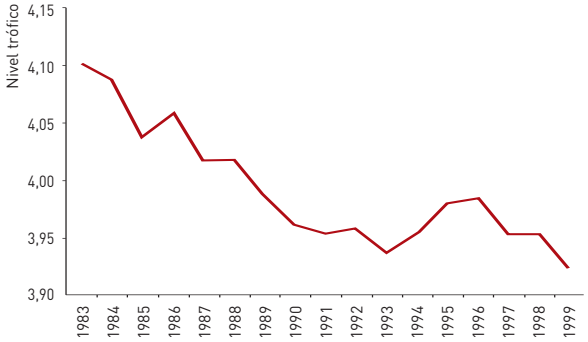
En las zonas de montaña, variaciones muy leves de temperatura, precipitación o estabilidad del suelo pueden tener como resultado la pérdida completa de comunidades de plantas y animales. Las políticas orientadas hacia las zonas más bajas, que ignoran la vulnerabilidad de las montañas, y la elevada demanda de sus recursos por parte de las poblaciones del llano, son factores que provocan un fuerte impacto ambiental sobre las áreas de montaña.

Además de por su alta diversidad biológica, las montañas se caracterizan por ser lugares donde se siguen desarrollando en la actualidad prácticas agrarias tradicionales adaptadas a las duras condiciones del medio, que reflejan no sólo el conocimiento tradicional sino también una multitud de valores culturales y espirituales. Sin embargo, al igual que ocurre en zonas más bajas, pero con una especial incidencia en las áreas de montaña, las prácticas agrarias extensivas han disminuido drásticamente en las últimas décadas como consecuencia, por una parte, de la aplicación de técnicas agrícolas más productivas y más agresivas con el medio ambiente y, por otra, del abandono generalizado de las zonas agrícolas marginales menos productivas, pero que albergan una biodiversidad que supera en muchos casos la de los ecosistemas "naturales" en su estado maduro.

La sobrepesca está modificando la estructura y funciones de los escosistemas marinos

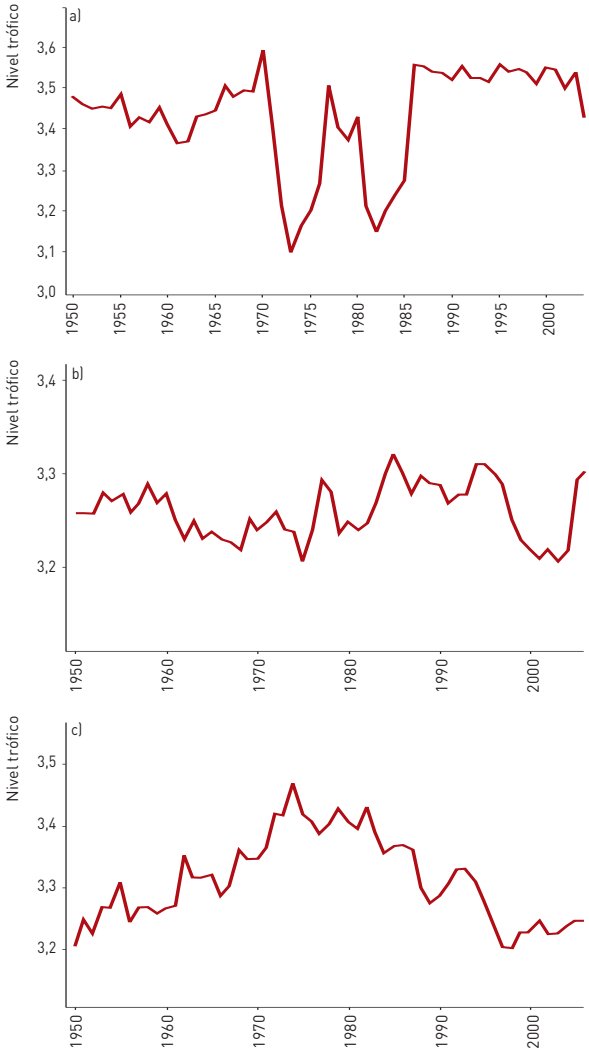
En el medio marino, las especies explotadas son de niveles tróficos elevados, lo que obliga a capturar especies de menor nivel trófico. Las estimaciones para el cantábrico indican una reducción del nivel trófico (Figura RG.10) (12), mientras que los datos obtenidos en un periodo más prolongado para las costas españolas muestran resultados diferentes en función de la zona (13). En la costa Ibérica se observan dos periodos de reducción entre 1971 y 1985, manteniéndose estable el resto del tiempo; en la costa mediterránea se mantiene más o menos estable, mientras que en la costa de Canarias se ha producido una disminución del nivel trófico desde la década de los setenta (Figura RG.11).

☐ **Figura RG.10.** Cambio en el nivel trófico de la pesquería del cantábrico.



Fuente: Sánchez y Olaso (2004) (34)

☐ **Figura RG.11.** Índice trófico medio (i.e., *Marine Trophic Index*) en: a) *Large Marine Ecosystem* (LME) de la Costa Ibérica; b) LME Mediterránea; c) LME de la corriente de Canarias.



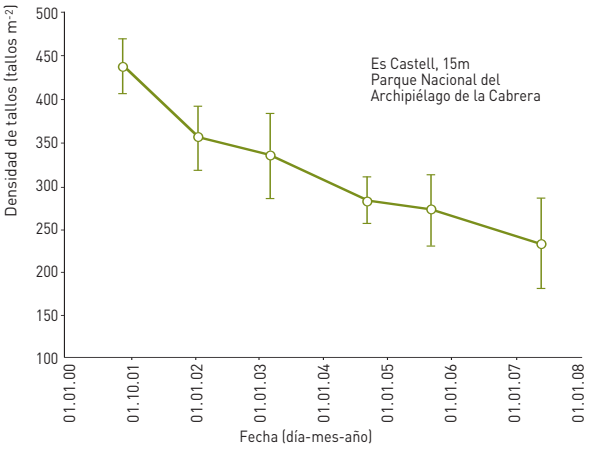
Fuente: Pauly (2007) (10).

Otro efecto de la explotación sobre la biodiversidad marina se relaciona con la acción de determinadas artes de pesca, siendo más notorio con las artes de arrastre sobre fondo, empleadas en toda la costa española hasta profundidades superiores a los 500 m. El efecto físico directo, pero también su pérdida o abandono, pueden ejercer una influencia no bien cuantificada en España. Entre ellos se encuentra el tren de bolos, que se arrastra incluso en zonas rocosas. También otros artes como palangres causan efectos perjudiciales para algunas comunidades, como los arrecifes de corales blancos.

Desde 1980, el 17% de las praderas de *Posidonia oceanica* del Mediterráneo han perdido el 50% de su área

Posidonia oceanica, una fanerógama endémica del Mediterráneo, forma praderas con una gran importancia ecológica, ya que constituyen el refugio y la fuente de alimento de innumerables especies, de tal forma que el entramado de relaciones tróficas alrededor de las praderas es muy complejo, además de actuar como protección de la línea de costa ante la erosión. La densidad de tallos de *Posidonia* muestra una tendencia decreciente, lo que se considera un indicador de la degradación de las praderas (Figura RG.12). Las pérdidas afectan tanto a áreas protegidas como a áreas con fuertes efectos antropogénicos. Entre las posibles causas se citan la eutrofización, la alteración del balance de los sedimentos costeros, el aumento de temperatura, patógenos y especies invasoras.

☐ **Figura RG.12.** Cambios recientes (2000-2008) en la densidad de tallos de *Posidonia* en el archipiélago de Cabrera.



Fuente: Marbà (2009) (14).

La aparición de especies de peces y otros grupos taxonómicos con afinidades subtropicales es cada vez es más frecuente, apreciándose su expansión hacia el norte

Los cambios en la composición de las comunidades de peces marinos se han relacionado con la eficiencia en el reclutamiento de algunos peces de interés comercial en

aguas del norte de Europa, pero no existen evidencias claras en las costas españolas (15). Sí existen evidencias de cambios en la composición de las comunidades de peces explotados en aguas próximas en el Golfo de Vizcaya, por lo que no sería extraño que el mismo proceso se estuviera produciendo en aguas españolas (16,17). Estos cambios podrían tener trascendencia económica importante en el futuro. Ya se han descrito cambios en las pesquerías asociados a la presencia de especies subtropicales, o el desplazamiento hacia el norte de otras especies explotadas (18,19); también se aprecian cambios en aguas de Canarias (20). Este tipo de modificaciones deben ser muy generales, y cada vez se va teniendo una información más detallada de los cambios.

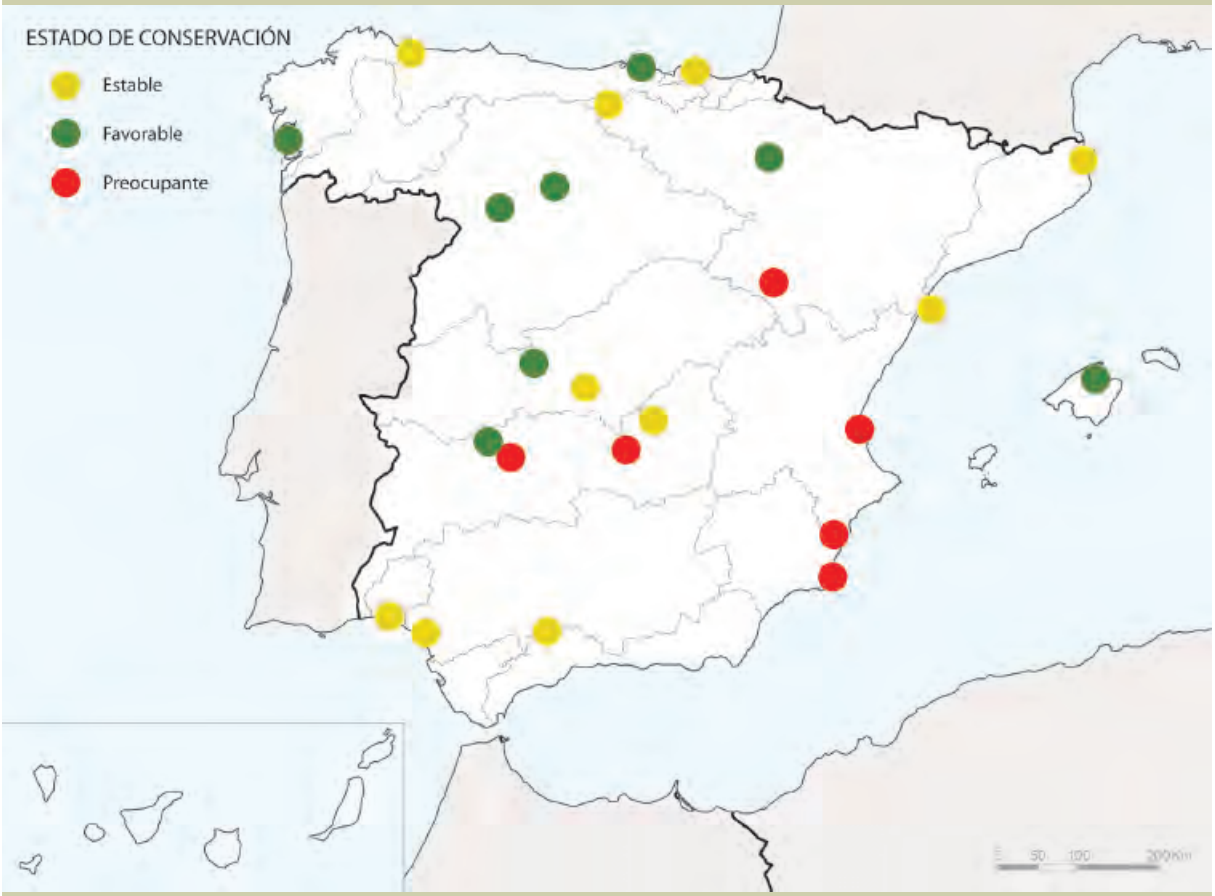
La destrucción de ecosistemas acuáticos continentales ha sido notable en España durante el siglo XX

La esquilmación del recurso hídrico y la contaminación son las principales acciones antrópicas que afectan a la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos continentales de España. La primera, asociada al uso desmedido de agua para regadío, comienza en la década de 1970 y afecta tanto a ambientes de aguas superficiales como subterráneas (21). Los efectos de la contaminación debida a aguas residuales urbanas e industriales empiezan a notarse a mediados de la década de los sesenta (22). Cabe destacar la contaminación por fósforo (eutrofización) de origen urbano y por nitratos debidos a la agricultura (23,24).

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES Y DE LAS ÁREAS IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (IBA)

SEO/BirdLife evaluó en 2008 el estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves. Según este estudio, en el que se tuvo en cuenta el grado de las amenazas que afectan a estos humedales y la tendencia de las poblaciones de las aves invernantes a lo largo de un periodo de 15 años, 6 humedales se encontraban en una situación "preocupante", en 12 la situación era "estable" y 7 tenían un estado "favorable" (Mapa RG.4).

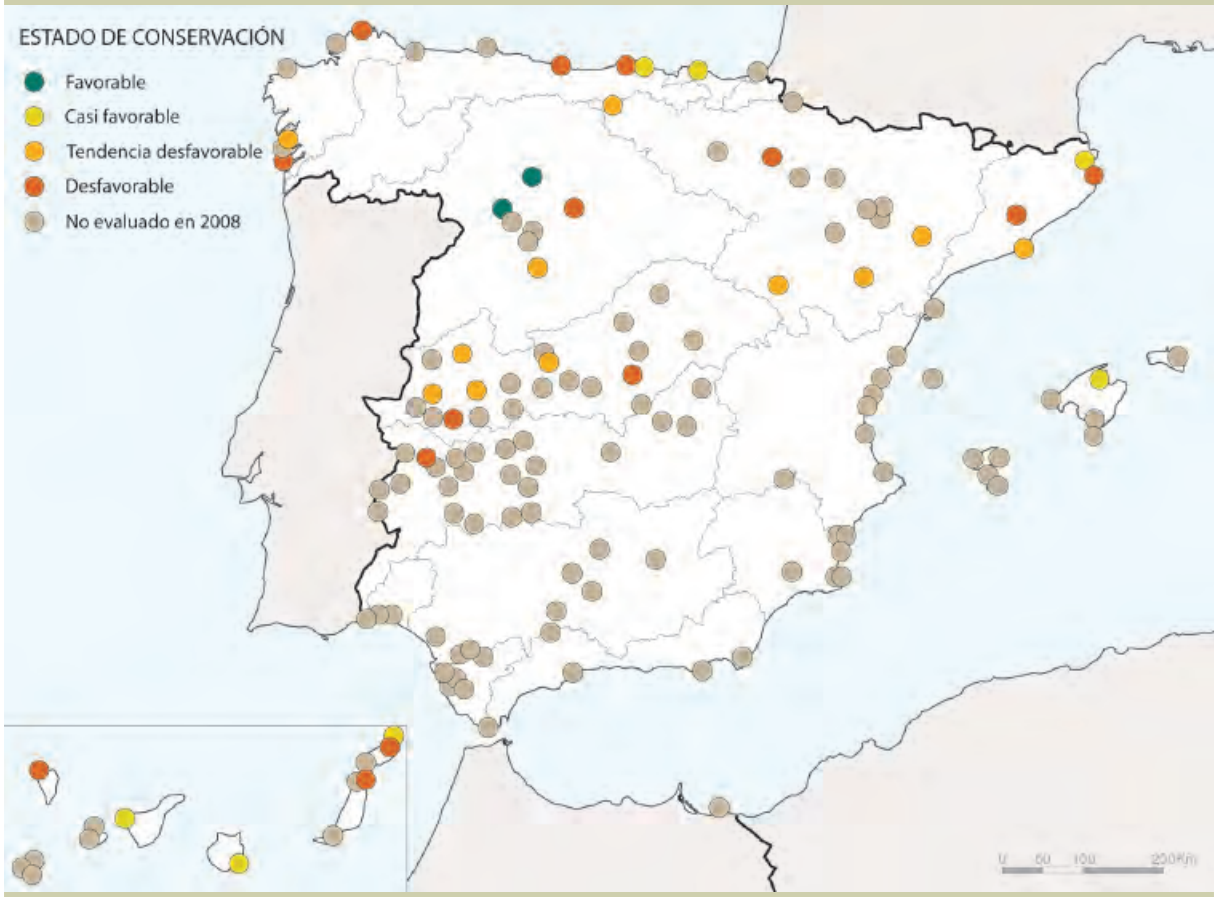
□ **Mapa RG.4.** Estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves.



Fuente: Elaboración OSE a partir de SEO/BirdLife (2010) (25).

También se analizó el estado de conservación de 35 Áreas importantes para la conservación de las aves (IBA) con presencia de aves dependientes del agua. Los resultados fueron que cerca de 75% de las IBA evaluadas se encontraban en un estado de conservación "desfavorable" o con "tendencia desfavorable" (Mapa RG.5).

□ **Mapa RG.5.** Estado de conservación de 35 IBA con presencia de aves dependientes del agua.



Fuente: Elaboración OSE a partir de SEO/BirdLife (2010) (25).

Las invasiones biológicas son reconocidas globalmente como una de las amenazas más importantes para la biodiversidad nativa y pueden, además, causar importantes daños socioeconómicos

Las modificaciones en los patrones comerciales (nuevos destinos turísticos, cambios en la productividad primaria, etc.), generados como respuesta al cambio climático podrían llegar a alterar la composición de las especies invasoras que se están difundiendo a nivel global. Nuevos acuerdos económicos podrían incrementar el comercio a través de una determinada ruta comercial o bien generar nuevas rutas, afectando el número de especies transportadas, su supervivencia durante el desplazamiento y la frecuencia de las introducciones.

Las características de los ecosistemas de acogida juegan un papel fundamental en su respuesta frente a las invasiones biológicas. Las perturbaciones generadas en el ecosistema como consecuencia del cambio climático, podrían crear condiciones desfavorables para las especies nativas, incapaces de adaptarse al medio cambiante, y favorecer, por el contrario, a especies introducidas que, con mayor capacidad de adaptación, serían más competitivas. Así, el cambio climático puede brindar condiciones favorables para especies exóticas cuyo movimiento es promovido por las actividades humanas.

Para realizar previsiones sobre la futura distribución de las especies exóticas invasoras en respuesta a los efectos del cambio climático, debe plantearse una aproximación diferente de la que se utiliza para especies autóctonas. Las especies exóticas invasoras generalmente son abundantes, sus características biológicas son muy diferentes (rangos de tolerancia más amplios a diferentes condiciones, fases juveniles más rápidas), así como lo son los objetivos de gestión, por lo que el clima podría jugar un papel segundario en la introducción, establecimiento y o expansión de las especies exóticas invasoras.

MECANISMOS DE RESPUESTA PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD

Las medidas de conservación actuales están basadas, eminentemente, en favorecer la persistencia de diversas especies de vertebrados y plantas, pero también en la creación de una serie de santuarios más o menos protegidos de la influencia humana más adversa con capacidad para representar los diferentes tipos de paisajes y ecosistemas. Esta estrategia olvida la información sobre aquellos grupos de organismos que suponen la mayoría de la biodiversidad que poseemos (los invertebrados) y no considera el carácter subjetivo y antropomórfico de entidades biológicas tales como los hábitat, los ecosistemas, las categorías paisajísticas, de vegetación o las ecorregiones.

Se impone, por tanto, un cambio de estrategia que impulse la planificación efectiva del territorio, promueva el mantenimiento de los procesos ecológicos y considere la declaración de espacios naturales protegidos como la limitación extrema a la que puede someterse una parte del territorio, pero cuyos usos deben ser siempre objeto de planificación. En este sentido, resulta crucial la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en las diferentes políticas sectoriales, dado que, por lo general, el volumen presupuestario dirigido a la gestión directa para la conservación del medio natural es muy inferior al aplicado en actividades susceptibles de producir un impacto ambiental negativo.

El **Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad** es el instrumento que crea la Ley 42/2007 para la planificación del patrimonio natural y de la biodiversidad, con el objetivo de promover la conservación, el uso sostenible y, en su caso, la restauración del patrimonio, de los recursos naturales terrestres y marinos y de la biodiversidad y de la geodiversidad. El Plan contendrá un diagnóstico y definirá objetivos, acciones y criterios para el logro de sus fines.

La gran mayoría de las especies y poblaciones animales que, por su estado de conservación, precisan de medidas específicas por parte de las administraciones públicas no cuentan con planes de actuación para ello

Tan sólo el 9,4% de las especies animales con peor estado de conservación poseen al menos un plan de actuación en alguna parte de su área de distribución. El resto de especies animales catalogadas no tiene ningún plan aprobado en ninguna comunidad autónoma. De hecho, ninguna ha desarrollado en su totalidad el conjunto de planes de actuación necesario para proteger a las especies o poblaciones amenazados de su ámbito territorial (Tabla RG.3).

☐ **Tabla RG.3.** Planes de actuación que cada comunidad autónoma debe elaborar para las especies animales catalogadas (sin contar las especies clasificadas "de interés especial"), planes que cada comunidad autónoma tiene aprobados (sin contar los planes de Manejo correspondientes a las especies clasificadas "de interés especial") y superficie de ENP en cada comunidad autónoma.

Nº de Planes sobre especies amenazadas que cada comunidad autónoma debe elaborar								Planes aprobados	Superficie protegida	
CCAA	PECES	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS	INVERTEBRADOS	TOTAL	NÚMERO Y PORCENTAJE	SUPERFICIE ENP (ha)	SUPERFICIE ENP (%)
Andalucía	6	0	1	17	19	13	56	0 (0%)	1.630.375	18,6
Aragón	6	1	2	22	16	11	58	4 (6,9%)	155.513	3,3
P. de Asturias (1)	1	2	0	8	15	4	30	12 (40%)	237.086	22,4
I. Baleares	0	1	1	10	11	4	27	12 (44,4)	74.548	14,9
Canarias	2	0	6	22	11	25	66	4 (6,1%)	302.606	40,7
Cantabria	2	2	0	12	20	25	61	1 (1,6%)	194.812	36,5
Castilla y León (2)	1	0	0	8	13	2	25	6 (24%)	629.622	6,7
Castilla La Mancha	4	1	3	58	23	3	92	5 (5,4%)	326.394	4,1
Cataluña (3)	6	0	3	14	15	8	47	6 (12,8%)	1.007.895	31,3
C. Valenciana	5	2	3	32	16	12	70	6 (8,6%)	233.473	10,0
Extremadura	7	6	2	50	19	14	98	10 (10,2)	314.496	7,5
Galicia	3	7	13	28	19	18	88	1 (1,1%)	364.039	12,3
C. de Madrid	4	4	5	24	18	39	94	0 (0%)	113.520	14,1
R. de Murcia	1	0	1	27	19	5	53	0 (0%)	78.299	6,8
C.F. de Navarra	3	2	1	35	19	1	61	4 (6,6%)	84.905	8,2
País Vasco (4)	7	6	2	38	29	4	86	10 (11,6%)	99.149	13,7
La Rioja	1	0	0	6	11	1	19	5 (26,3%)	166.318	33,0

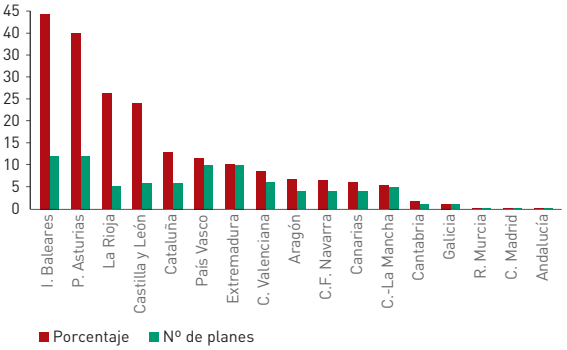
Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Calzada J, Román J y Yuste CS; y MARM (2010).

1) En Asturias el Urogallo estuvo inicialmente en la categoría de "Sensible a la Alteración de su Hábitat", elaborándose su correspondiente plan de conservación del hábitat, pero luego fue incorporado a la categoría de "En Peligro", estando pendiente la elaboración del plan de recuperación. Para el presente estudio hemos contabilizado el plan de conservación como si fuese el de recuperación. Para otras tres especies: Alimoche, Murciélago de cueva y Murciélago ratonero pardo en Asturias se ha elaborado un plan de manejo, cuando lo que correspondía era la elaboración de un plan de conservación. Para estos 3 casos se ha contado como si fueran planes de conservación.
2) Castilla y León tiene aprobado un plan de conservación del lobo, incluido en el cómputo, aunque esta especie no está catalogada en el Catálogo Nacional, y Castilla y León no tiene aprobado el Catálogo Regional.
3) Cataluña tiene aprobado un plan de conservación de la Nutria, incluido en el cómputo, aunque esta especie está catalogada como de Interés Especial en el Catálogo Nacional (Cataluña no tiene aprobado su Catálogo Regional).
4) El País Vasco es un caso especial pues aprueba los planes independientemente para cada provincia, por lo que se ha contado como plan elaborado si estaba al menos en una provincia. En el caso del Visón europeo, que tiene tres planes aprobados, estos se han contabilizado como uno sólo.

La mitad de los planes que se han aprobado (53,5%), así como la mitad de las especies para las que han adoptado planes (48,4%), son aves; y casi una cuarta parte mamíferos (el 23,8% de los planes y el 21,9% de las especies). Solo seis especies de invertebrados, otras seis de peces, cuatro anfibios y tres reptiles cuentan con planes de actuación aprobados.

La peor situación se da en Región de Murcia, Comunidad de Madrid y Andalucía, que no han aprobado ningún plan de actuación (ni para las especies de animales catalogadas, ni para las de plantas) durante los 20 años transcurridos desde que apareció el primer Catálogo de Especies Amenazadas (Figura RG.13). Una situación parecida se da en Cantabria y Galicia donde solo se ha aprobado un plan, el Plan de recuperación del Oso pardo.

☐ **Figura RG.13.** Grado de cumplimiento de las distintas CCAA con la obligación legal de aprobar los planes de actuación para las especies animales catalogadas (salvo las "de interés especial").



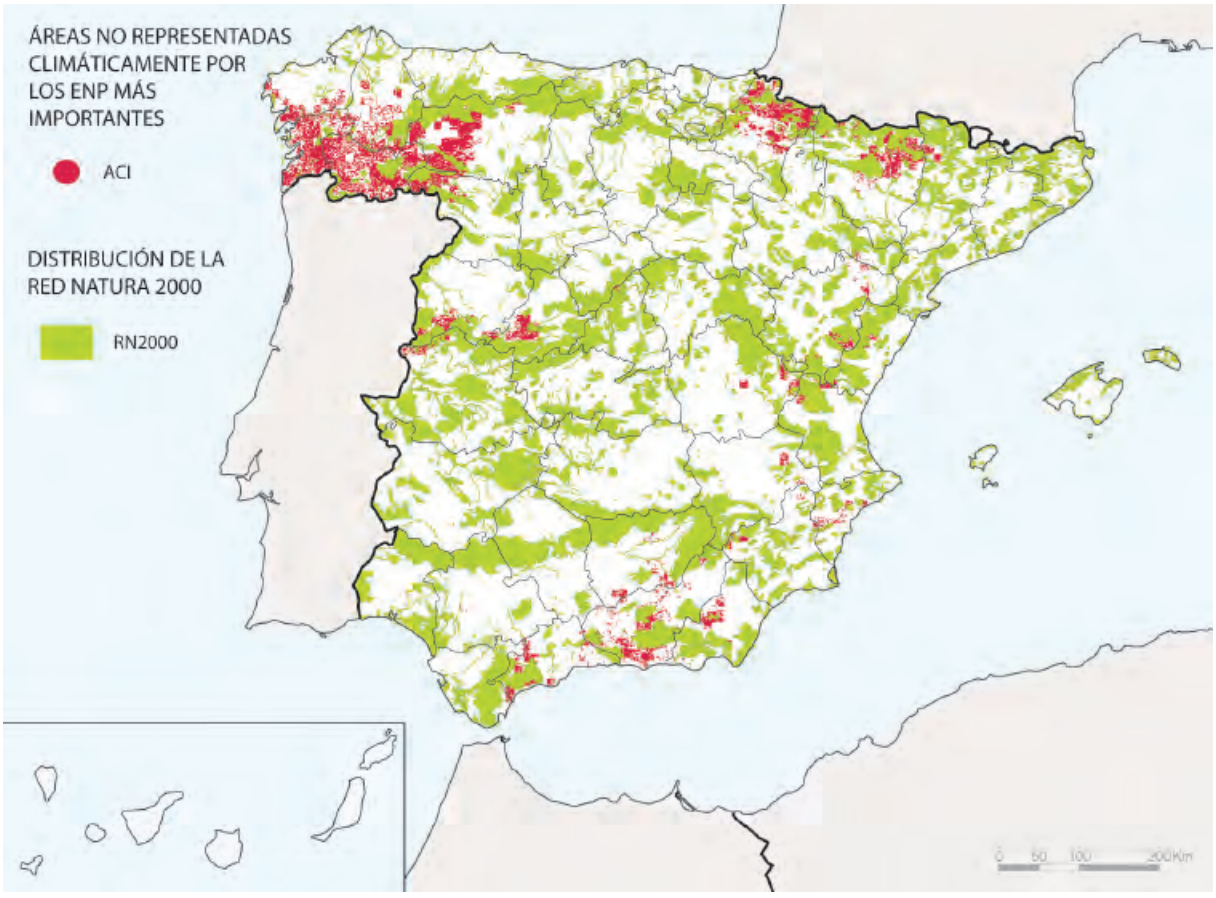
Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

La declaración de los espacios de la Red Natura 2000 como ENP significará más que duplicar el territorio protegido, pero solamente supondrá un aumento del 6% de la representatividad climática de la red de ENP

Si la capacidad para albergar el mayor espectro posible de condiciones ambientales es una garantía para maximizar la capacidad de conservación de los espacios protegidos, ya que en ellos es más probable que aparezcan comunidades de organismos singulares, es evidente que existen carencias que deberían considerarse y corregirse. El 60% del territorio climáticamente no representado posee usos del suelo naturales y no forma parte de la Red Natura 2000, constituyendo un área de suficiente extensión (unos 20.000 km^2) como para garantizar la elección de enclaves alternativos que mejoren la actual cobertura ambiental de la red de reservas.

La ubicación espacial de estas áreas no representadas climáticamente por los ENP muestra que estos territorios se encuentran, principalmente, al sur de Galicia, las sierras entre León y Zamora, la región de Los Ancares, las serranías occidentales salmantinas que limitan con la provincia de Cáceres, la Sierra de Villafranca abulense, el norte de Navarra y Huesca, las serranías entre Teruel, Castellón y Valencia, la Sierra Bermeja malagueña, la Sierra de Almijara y el sur de las Alpujarras. Entre las principales áreas no representadas climáticamente por los ENP, el 59% de su superficie no se encontraría incluida dentro de RN2000 y poseería, además, usos del suelo naturales de acuerdo con CORINE Land Cover 2006 (Mapa RG.6), de modo que pueden considerarse territorios de interés para la conservación.

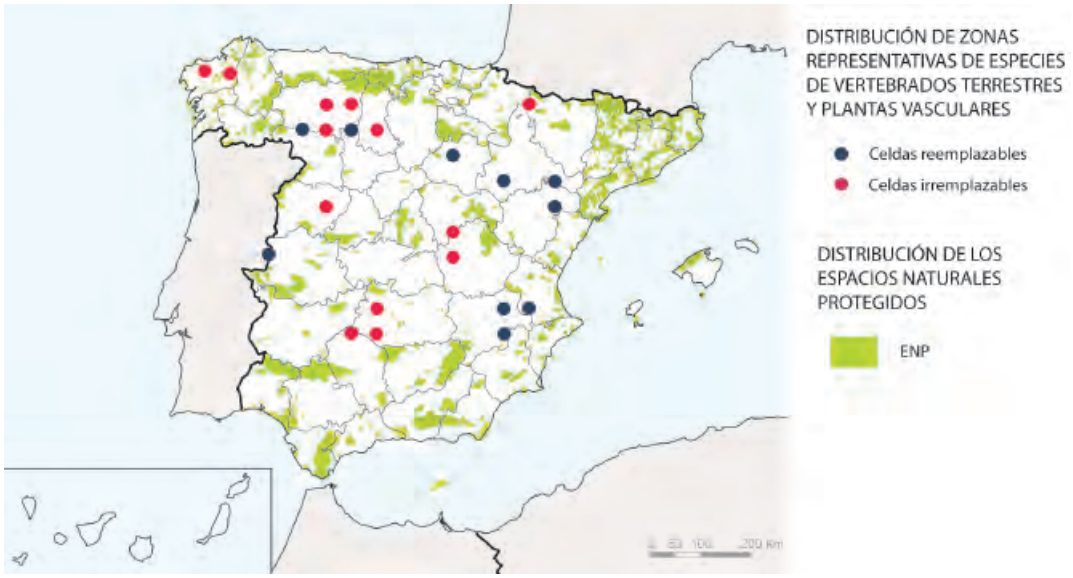
☐ **Mapa RG.6.** Localización de áreas no representadas climáticamente por los ENP de mayor importancia (ACI) y de la RN2000. Las ACI son el resultado de representar geográficamente la frecuencia de las celdas de 1km^2 con condiciones climáticas no incluidas dentro de los ENP, eligiendo como umbral los valores de frecuencia iguales o superiores al decil superior. Las celdas de 1km^2 con alguna superficie dentro de la RN2000 y con suelos antropizados o semiantropizados se han eliminado de las ACI.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

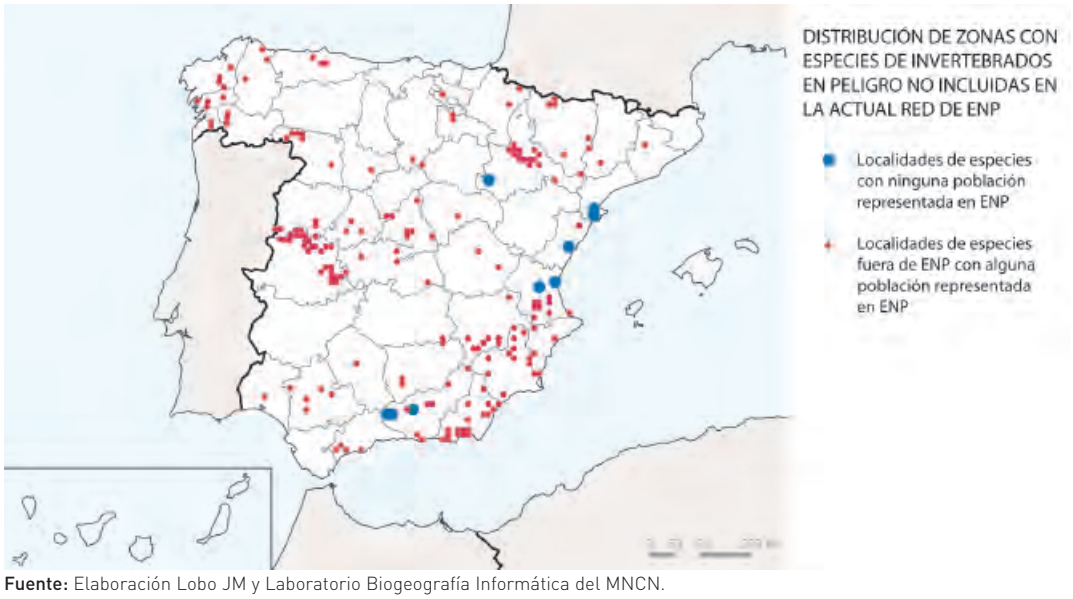
Serían necesarias al menos 23 áreas protegidas adicionales para representar adecuadamente a los vertebrados terrestres y las plantas vasculares, mientras que entre 9 y 69 nuevas reservas podrían requerirse en el caso de los invertebrados en peligro de extinción

☐ **Mapa RG.7.** Localización de las celdas UTM de 50 x 50 km que sería necesario añadir a la actual red de ENP con el fin de representar todas las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares de España peninsular. Se han considerado como celdas protegidas todas aquellas con más del 2% de su superficie incluida dentro de un ENP. Los círculos rojos son celdas irremplazables que poseen especies que no pueden encontrarse en otras celdas, mientras que los círculos azules representan celdas reemplazables. Los polígonos verdes representan la actual red de ENP.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

☐ **Mapa RG.8.** Localización de las celdas UTM de 10 x 10 km con especies de invertebrados en peligro que no estarían incluidas dentro de la actual red de ENP, considerando como protegidas aquellas celdas con más del 2% de su superficie dentro de un ENP. Los puntos azules representan las localidades habitadas por las especies que no poseen ninguna población representada dentro de los ENP, mientras que los puntos rojos serían las poblaciones del resto de las especies en peligro que no estarían protegidas por los ENP.

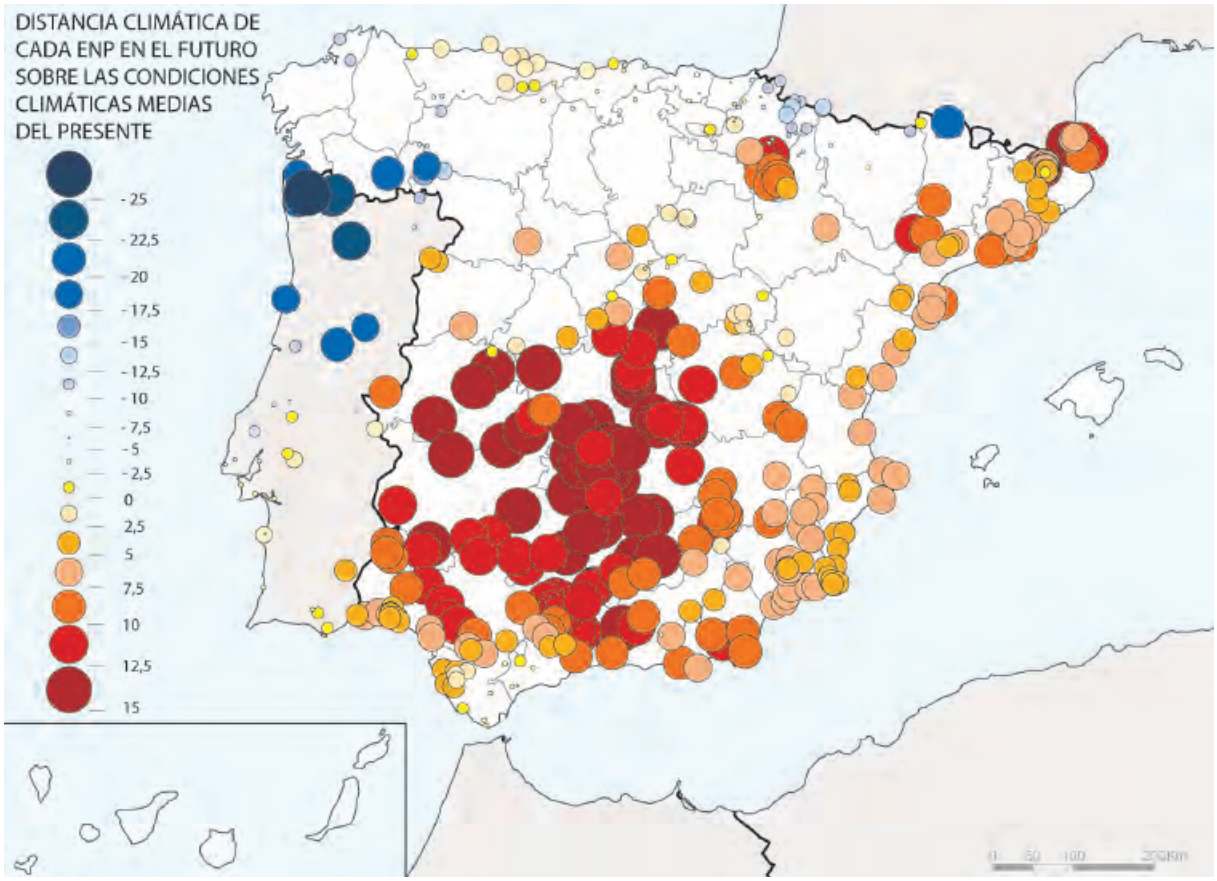


Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

El clima futuro de los ENP será diferente al actual, con un desplazamiento hacia el norte de las condiciones típicas ibéricas y la aparición de condiciones nuevas, más áridas, en la mitad sur

Los ENP localizados al norte y noroeste de la península Ibérica tienden a mostrar disminuciones en las precipitaciones y aumentos en las temperaturas que los acercan a las condiciones promedio actuales de la Península, mientras que los ENP del resto de la Península se alejan de las condiciones promedio ibéricas, con valores de precipitación y temperatura similares a los que pueden encontrase actualmente en el norte de África (Mapa RG.9).

☐ **Mapa RG.9.** Distancia climática de cada ENP en el futuro con respecto a las condiciones climáticas medias del presente. Un alto valor positivo significa alejamiento en el futuro de las condiciones medias del presente, mientras que un valor negativo implica acercamiento a las condiciones medias del presente.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

La conservación efectiva de la biodiversidad pasa por su integración en las diferentes políticas sectoriales

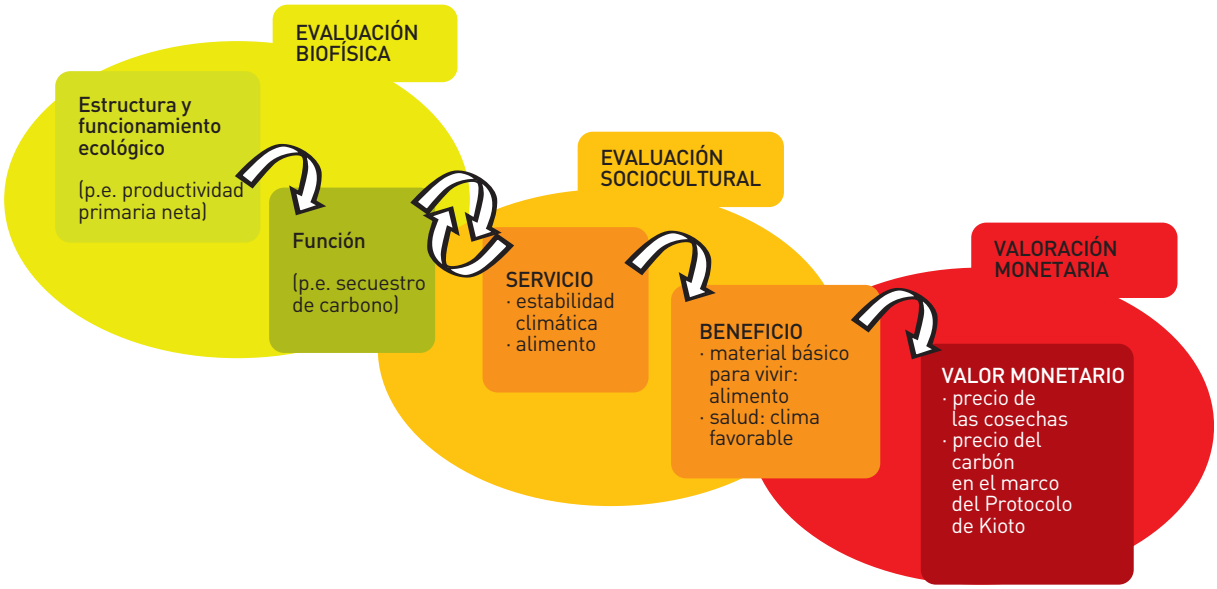
Tal y como se refleja en la *Estrategia de Biodiversidad de la CE*, de 2008, la integración de las cuestiones relativas a la biodiversidad en las políticas sectoriales tiene una importancia crucial, incluyendo la agricultura, la pesca, las políticas regionales y la planificación espacial, la energía y el transporte, el turismo, el desarrollo y la cooperación económica.

la integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales es uno de los objetivos principales de la **Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad**, en cuyo artículo 2 se establece como principio inspirador la integración de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales. Según el apartado f del artículo 5 de la citada ley, "Los poderes públicos deberán integrar en las políticas sectoriales los objetivos y las previsiones necesarias para la conservación y valoración del Patrimonio Natural, la protección de la Biodiversidad y la Geodiversidad, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y el mantenimiento y, en su caso, la restauración de la integridad de los ecosistemas". En esa dirección, el artículo 14 establece la elaboración de Planes Sectoriales que desarrollen el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad antes de 2012 con el fin de integrar los objetivos y acciones en materia de biodiversidad en las políticas sectoriales que sean competencia de la Administración General del Estado. Entre los sectores que cuentan con directrices para la elaboración de dichos planes se encuentran el turismo, la energía, la industria, la sanidad, el transporte, la agricultura, la caza, la pesca, la acuicultura y el comercio.

Los servicios de los ecosistemas son fundamentales para el bienestar de los seres humanos. La falta de una valoración adecuada del total del bienestar generado, provoca el deterioro de la biodiversidad

Las implicaciones ambientales de la pérdida de biodiversidad van desde los cambios a microescala hasta la destrucción de ecosistemas y servicios enteros, lo que podría llegar a repercutir sobre nuestra prosperidad en el futuro. Tal y como se indica en el Estudio de la Comisión Europea, *La economía de los ecosistemas y de la biodiversidad*, este proceso continuará mientras no se acepte el valor de la conservación de los servicios de los ecosistemas para el bienestar de la sociedad. Calcular este valor no es tarea fácil. Durante los últimos años, especialmente en las últimas dos décadas, economistas, ecólogos y científicos de las ciencias sociales, han cooperado para mejorar la valoración de la biodiversidad, en términos monetarios, sociales y políticos para su incorporación al proceso de toma de decisiones.

☐ **Figura RG.14.** Marco metodológico de la evaluación de servicios basada en la aproximación complementaria de las diferentes dimensiones, que incluye el concepto de servicios, desde la capacidad de los ecosistemas para suministrarlos hasta la demanda social de los mismos.



Fuente: Modificado de Haines-Young y Postching (2010) (26).

En España, el estudio ***Valoración de los Activos Naturales de España*** del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, publicado en 2010, ha estimado el valor económico de las funciones y servicios en cada una de las hectáreas del territorio nacional (terrestre y marino), así como la importancia relativa del mismo en unidades monetarias referidas al año 2005. Según apunta el estudio, se evaluaron los servicios de la naturaleza en condiciones de prestación indefinida, sin riesgo para la propia supervivencia del ecosistema que los proporciona. Por ejemplo, el servicio de captura de carbono por arbolado forestal fue valorado en 1.951.286.640 euros año^{-1} (también fue valorado el servicio de captura de carbono por matorral en 694.192.873 euros año^{-1} y por suelo agrícola en 26.278.171 euros año^{-1}). El servicio de control de la erosión se valoró en 49.445.394 euros año^{-1}. La producción agraria en 24.216.106 euros año^{-1} y el servicio recreativo proporcionado por el medio ambiente interior se cuantificó en 49.448.792 euros año^{-1}.

Compensar la preservación y crear incentivos para la conservación pueden ser dos herramientas útiles para reducir la pérdida de biodiversidad: los pagos por servicios ambientales y la custodia del territorio son un ejemplo

Los pagos por servicios ambientales y la custodia del territorio son mecanismos que, bien definidos y en situaciones en las que no haya riesgo de crear incentivos perversos, permiten la mejora constante de la calidad de vida de los oferentes, del recurso y de su entorno natural y, por tanto, contribuyen a incrementar la sostenibilidad del sistema en el tiempo, primando la generación de externalidades ambientales positivas por medio de la transferencia de recursos financieros de los beneficiarios de ciertos servicios a aquellos que proporcionan dichos servicios o son fiduciarios de los recursos ambientales.

Estos mecanismos contribuyen a la sostenibilidad local y global, ya que elevan los beneficios económicos para ambas partes, a la vez que se motiva la conservación ambiental aplicándose en lo local con efectos en lo global.

Biodiversidad y empresa: El camino hacia la excelencia empresarial

El sector empresarial puede hacer contribuciones esenciales para la conservación de la biodiversidad. Las cuestiones relativas a la biodiversidad están comenzando a formar parte de los planteamientos estratégicos empresariales en materia de cooperación al desarrollo sostenible global, al igual que ocurrió con el cambio climático hace unos años.

Tanto los resultados de las últimas encuestas realizadas a nivel global sobre la posición de la empresa en materia de biodiversidad, como los planes y programas desarrollados en materia de empresa y biodiversidad a nivel europeo y por los Estados miembros de forma individual, muestran claramente que la empresa actual ha dejado atrás la consideración de la biodiversidad en términos de riesgos, para contemplarla como una ventaja competitiva, más allá del simple argumento altruista, ético y de reputación empresarial.

La empresa actual es consciente de que la inversión en conservación del medio natural y biodiversidad ofrece el beneficio de mantener unos ecosistemas saludables que son la base de la empresa sostenible y, por tanto, de la perdurabilidad del sistema productivo.

En este sentido, una de las principales apuestas que realiza la UE en su *Plan de Acción de Biodiversidad* es la necesidad de creación de partenariados público-privados, con el convencimiento de que la comunidad empresarial puede y debe contribuir significativamente a poner fin a la pérdida de biodiversidad.

Es necesario mejorar la base del conocimiento, la comunicación y la sensibilización en materia de biodiversidad

Aunque se ha avanzado mucho en cuanto a conocimiento de la biodiversidad, aún se detectan déficits, se requiere de datos más fiables, de un mayor conocimiento taxonómico, biogeográfico y ecológico sobre los organismos que existen en España, del desarrollo de indicadores y de un sistema centralizado de información. Para anticipar las consecuencias del cambio global se considera necesario contar además con sistemas de alarma, detección y seguimiento a largo plazo.

La información disponible sobre biodiversidad esta fuertemente sesgada, orientada hacia la conservación de determinados grupos taxonómicos emblemáticos, sesgo que se traslada a los medios de comunicación, a los fondos, recursos y políticas de apoyo a la conservación de la biodiversidad, así como a la ciudadanía, que no percibe el riesgo que para su calidad de vida tiene la pérdida de biodiversidad. Corregir este sesgo e introducir un principio de coherencia en políticas, estrategias, campañas educativas y de comunicación resulta imprescindible para generar el cambio cultural que requiere la conservación de la biodiversidad.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 La biodiversidad y su importancia para el ser humano

El término biodiversidad es utilizado en un sentido amplio, tal y como se define en el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), para referirse tanto a la abundancia y la distribución de los organismos, como a toda la jerarquía que representa la variedad de la vida, desde las frecuencias génicas a los biomas, pasando por las especies, las poblaciones, las comunidades y los ecosistemas. Los elementos básicos que constituyen la biodiversidad (genes, especies, hábitat y ecosistemas), juegan un papel fundamental para la configuración del tejido de la vida y el suministro de servicios naturales de los que depende la humanidad.

Sin embargo, muchas de las actividades humanas como la urbanización y el desarrollo de infraestructuras de transporte, la agricultura, la silvicultura y la pesca, entre otras, producen alteraciones y cambios en la diversidad de especies y hábitat, que desembocan en la degradación de los servicios que proporcionan los ecosistemas y erosionan el bienestar de las sociedades humanas.

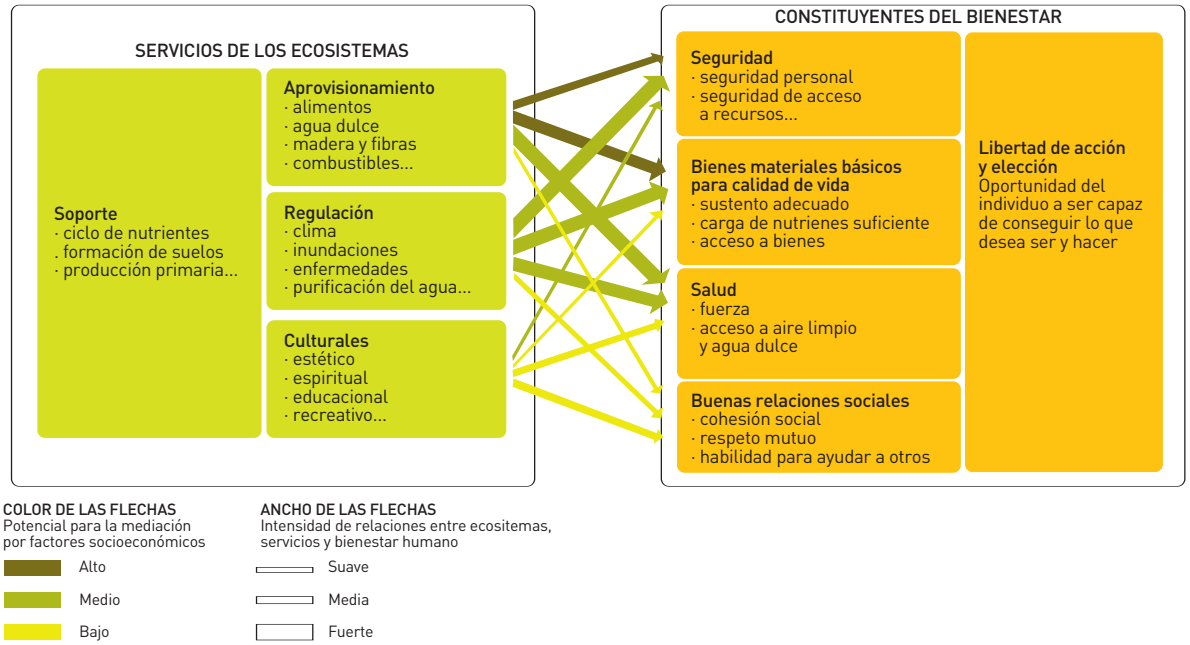
La pérdida de biodiversidad ha pasado a ser una preocupación esencial en el debate en torno al fenómeno del cambio global, conjuntamente con el cambio climático, la desertificación y los usos del suelo, cuyos procesos operativos se relacionan, incluso, con la protección de la salud humana y la sostenibilidad de nuestro estilo de desarrollo socioeconómico.

Como fenómeno dentro del cambio global, la pérdida de biodiversidad afecta a todo el mundo, pero tiene una especial incidencia sobre las clases sociales más desfavorecidas, ya que los pobres aún dependen en mayor medida de la conservación y uso sostenible de la riqueza biológica.

España es un caso singular en el contexto europeo por su gran biodiversidad y el gran potencial de su capital natural y patrimonial. El reto para nuestro país consiste en reducir el impacto de nuestras actividades sobre el medio ambiente y hacer un uso sostenible de los recursos naturales con la finalidad de garantizar la integridad de los ecosistemas y el mantenimiento de la biodiversidad, de tal forma que podamos disfrutar de los bienes y servicios ecosistémicos, tanto en el presente como en el futuro.

La especie humana forma parte de la biodiversidad, y se beneficia de ella en muchos aspectos, de tal manera que los servicios que gratuitamente prestan los sistemas ecológicos constituyen elementos esenciales del bienestar humano. Por ejemplo, algunos de los descubrimientos más importantes sobre el conocimiento a cerca de nosostros mismos, de nuestras enfermedades y de la forma de remediarlas se han llevado a cabo gracias a la existencia de la biodiversidad. Otros ejemplos de bienes y servicios fundamentales que proporciona la biodiversidad son el alimento, los productos forestales, la regulación de los ciclos naturales o la capacidad de adaptación al cambio climático. Pero no solo esto, sino que la biodiversidad también provee de beneficios estéticos y espirituales y, además, tiene un valor intrínseco, independientemente de todos los bienes y servicios que proporciona al ser humano (Figura 1.1.1). Por ejemplo, un componente individual de la biodiversidad, como una determinada especie comestible, puede ser valiosa como recurso biológico, pero la diversidad de especies, por sí misma, es valiosa porque la existencia de una alta variedad de especies aumenta la capacidad de un ecosistema para ser resiliente a los cambios ambientales que puedan ocurrir, como el cambio climático y, por tanto, contribuye a nuestra seguridad.

☐ **Figura 1.1.1.** Relaciones entre biodiversidad, servicios ecosistémicos y bienestar humano.



Fuente: Adaptado de *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) (1).

Prueba de la importancia de los servicios que proporcionan los ecosistemas son los sustanciosos beneficios de muchas de las acciones humanas que han ocasionado una pérdida de biodiversidad. La agricultura, la pesca y la silvicultura- tres actividades que han generado presiones significativas sobre la biodiversidad- son habitualmente pilares fundamentales de las estrategias de desarrollo de los países, proporcionando beneficios que han permitido las inversiones en la industrialización y el crecimiento económico. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las modificaciones en los ecosistemas para promover un servicio generalmente se obtienen a costa de afectar negativamente a otros servicios. Por ejemplo, la intensificación de la agricultura puede satisfacer las demandas locales de producción de alimentos pero también puede implicar la destrucción de bosques para sustituirlos por tierra de cultivos. Esto supone una reducción del suministro de madera, la disminución de la biodiversidad y la contaminación de las aguas de los ríos que afectaría a la pesca y al abastecimiento de agua de calidad. Entender y abordar estos procesos de pros y contras es esencial para una gestión efectiva de los ecosistemas.

El gran valor que tiene la biodiversidad no está suficientemente reconocido, ni por la sociedad en general ni por los encargados de tomar decisiones políticas y de planificar la gestión de los recursos naturales. En gran parte, esto se debe a que no se ha asignado aún un valor económico a la mayoría de los bienes y servicios derivados de la biodiversidad. Éste es precisamente el propósito de un estudio que se está llevando a cabo sobre la *Economía de los Ecosistemas y de la Biodiversidad* (2), según el cual la pérdida anual de servicios ecosistémicos equivale a 50.000 millones de euros y, en 2050, las pérdidas acumuladas de bienestar supondrán el 7 % del PIB.

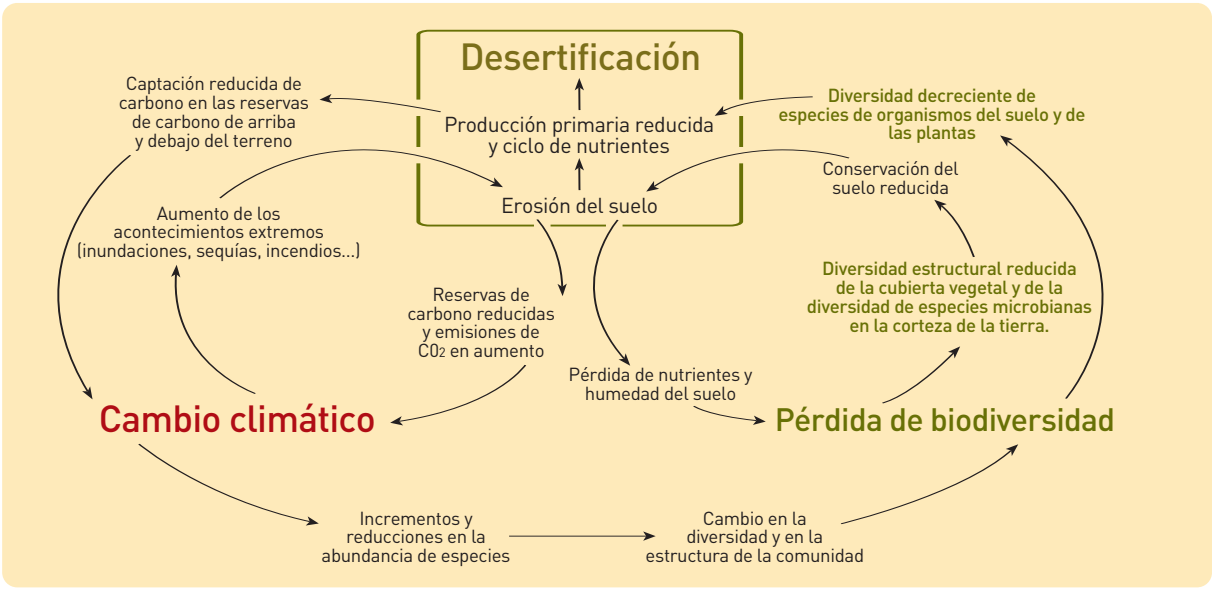


Por otra parte, los beneficios de los servicios de los ecosistemas no se distribuyen equitativamente entre las personas, sino que producen, en la mayor parte de los casos, efectos perjudiciales sobre los más pobres, particularmente sobre la población rural, que depende de forma más directa de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos y es, por tanto, más vulnerable a su degradación. Los grupos de personas más ricas se ven normalmente menos afectados por la pérdida de servicios de los ecosistemas debido a su mayor capacidad para obtener substitutos o para paliar las pérdidas locales de servicios ecosistémicos trasladando la producción a otras regiones.

Biodiversidad, cambio climático y desertificación: fenómenos del cambio global interrelacionados

Existen múltiples interrelaciones entre los fenómenos globales como el cambio climático, la desertificación y la pérdida de biodiversidad, tal como se señala en el informe *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (1, Figura 1.1.2). La desertificación se asocia a la pérdida de biodiversidad y contribuye al cambio global del clima con la pérdida de capacidad de captación de carbono y un aumento en el albedo de superficie. El cambio climático está afectando negativamente a la biodiversidad y puede exacerbar la desertificación debido al aumento en la evapotranspiración y a una disminución probable de la precipitación. Además, en esta compleja dinámica del cambio global, precisamente, los procesos de ocupación del territorio (usos y cubierta del suelo), son uno de los principales elementos impulsores de la transformación de los ecosistemas y la alteración de los equilibrios ecológicos (reducción de la producción primaria neta de los ecosistemas, es decir de la capacidad de suministrar bienes y servicios ambientales, destrucción y degradación de hábitat, etc.), con claras implicaciones para los sistemas socioeconómicos que afectan a los procesos de sostenibilidad local y global (3).

□ **Figura 1.1.2.** Relaciones entre desertificación, cambio climático y pérdida de biodiversidad. En verde se señalan los principales elementos de la biodiversidad involucrados en las interrelaciones.



Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005. Síntesis Desertificación (4).

LA NATURALEZA, UN SEGURO DE VIDA PARA LOS MÁS POBRES

La relación entre biodiversidad y pobreza es un tema clave, pues si bien toda la población se verá afectada por la pérdida de biodiversidad, serán los países pobres los más vulnerables a este fenómeno.

Aparte de los recursos que la propia naturaleza proporciona en forma de frutos o productos a la población local, la biodiversidad genera una serie de beneficios "no visibles" que permiten la existencia de ecosistemas saludables y el mantenimiento de los servicios críticos. Un ecosistema en buenas condiciones es en esencia un seguro contra los desastres naturales, las enfermedades, un entorno inestable y la inseguridad alimentaria.

- **Desastres naturales.** Los bosques, humedales y manglares constituyen la primera línea de defensa contra desprendimientos, inundaciones, ciclones, tsunamis y otros desastres potenciales asociados a los cambios extremos de clima. No es casualidad que después de la catástrofe del tsunami del 2004 del Océano Indico el gobierno regional decidiese replantar manglares a modo de "escudo biótico" para proteger las costas.

- **Salud.** Más allá de las plantas medicinales, la biodiversidad juega un papel crucial en reducir el riesgo de padecer enfermedades infecciosas. Por ejemplo, un ecosistema funcional genera un balance entre mosquitos y depredadores que mantienen bajo control la expansión de enfermedades. Si los depredadores de los vectores disminuyen, su población se dispara y la enfermedad se expande. Muchas enfermedades asociadas con cambios en la biodiversidad son comunes entre la población más pobre: malaria, fiebre del dengue, encefalitis, cólera y rabia.

  El 80% de los pobres de Asia y África hacen uso de la medicina tradicional, basada en plantas silvestres y hongos, como primer recurso para afrontar la enfermedad. En la actualidad las farmacéuticas también hacen uso de las medicinas tradicionales; se estima que entre 35.000 y 700.000 especies de plantas han sido usadas por la medicina occidental a nivel mundial.

- **Seguridad Alimentaria.** Los pequeños agricultores llevan años innovando y preocupándose por hacer una selección cuidadosa de sus semillas y cultivos trabajando y haciendo uso de manera sostenible de la biodiversidad. La ciencia está recogiendo y poniendo en valor estos conocimientos. Existen evidencias científicas que muestran que los cultivos de plantas con mayor diversidad genética son más resistentes y capaces de adaptarse a nuevas condiciones ambientales -sequías, inundaciones, etc.- así como resistir el impacto de nuevas plagas y enfermedades. Todos estos factores son tremendamente importantes para una población que depende principalmente de sus cosechas.

  La recolección de plantas, animales, combustible, madera y fibra, es fundamental para la supervivencia de millones de personas en África, Asia y Latinoamérica. En torno a las plantas medicinales se dan mercados locales en donde la variedad de especies es esencial. Por otra parte, los agricultores hacen uso de la diversidad genética y de sus conocimientos para mejorar y adaptar sus cultivos de cara a afrontar condiciones difíciles. Estos recursos complementarios en muchos casos hacen posible su supervivencia. Cuando de ellos se empieza a obtener mayores beneficios, se produce una apropiación por parte de las clases mejor posicionadas que provoca un mayor empobrecimiento de los pobres.

LA ECONOMÍA DE LOS POBRES: LA BIODIVERSIDAD

Los servicios ecosistémicos resultan económicamente "invisibles", ya que no figuran en las cuentas nacionales ni en la actividad económica del país. Algunos autores piensan que es aquí en donde radica el problema. Consideran que no se puede manejar lo que no es medible y que no se puede medir lo que resulta invisible. La invisibilidad económica de los ecosistemas no es un buen punto de partida para defender su conservación. Dar un valor a la naturaleza e introducirla en la contabilidad nacional puede ayudar a los gobiernos y a las empresas a ser conscientes de que una economía robusta y sustentable descansa en la existencia de ecosistemas multifuncionales "sanos" (no degradados), y esto es especialmente importante para el bienestar y la supervivencia de los más pobres en las zonas rurales.

El instrumento actual para medir la riqueza y progreso de un país es el Producto Interior Bruto, (PIB). Esta unidad de medida resulta no ser un buen indicador del progreso social en economías mixtas (combinación de economía agrícola con la industrial y de servicios), por un lado, por la tiranía de las medias que no permite ver cómo se distribuye la riqueza y, por otro, porque no incluye los flujos de recursos naturales. Tampoco contempla esta contabilidad los recursos que la naturaleza proporciona a los pobres, y que resultan básicos para su supervivencia, de modo que la información que nos aporta resulta incompleta, fragmentaria y confusa. Un instrumento de medida que solo se centre en los ingresos no nos da una idea del desarrollo y progreso de un país. Desafortunadamente no hay muchas alternativas al PIB. El Índice de Desarrollo Humano -calculado a partir de la esperanza de vida al nacer, nivel de educación y calidad de vida- tampoco incorpora la contribución de los recursos naturales al sustento de la población. El desarrollo de economías verdes, se presenta por el momento como la única alternativa que permite ajustar el PIB a la pérdida del capital natural.

1.2 La pérdida de biodiversidad

Es un hecho constatado que en la actualidad se está produciendo una pérdida muy acusada de biodiversidad a nivel global, lo que tiene graves implicaciones para el desarrollo humano. Según la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (2005) (1), los cambios de la diversidad biológica debidos a actividades humanas en los últimos 50 años han sido más rápidos que en cualquier otro momento de la historia de la humanidad, y dichos cambios aumentan en intensidad y son permanentes, o no muestran ningún indicio de declive en el transcurso del tiempo. El 60% de los servicios de los ecosistemas a nivel mundial están en declive y la tasa actual de extinción de especies se estima que es entre 1000 y 10.000 veces superior a la que puede considerarse natural, de tal forma que el tamaño de las poblaciones de las especies a nivel global ha descendido rápidamente (se estima que un 40%), entre 1970 y 2000.

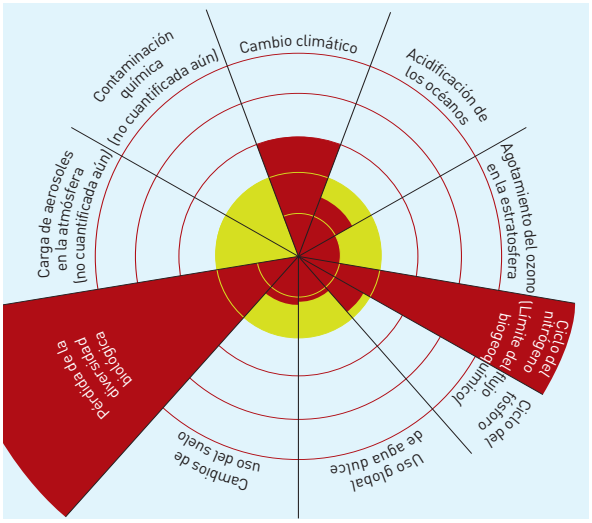
La principal conclusión de la tercera edición de la *Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad* (5) es que "no se ha alcanzado la meta acordada en 2002 por los gobiernos del mundo, de lograr para el año 2010 una reducción significativa del ritmo actual de pérdida de la biodiversidad, a nivel mundial, regional y nacional, como contribución a la reducción de la pobreza y en beneficio de todas las formas de vida en la tierra. No se puede afirmar que se haya logrado en el plano mundial ninguna de las 21 submetas incluidas en la meta general de lograr para el año 2010, una reducción significativa del ritmo de pérdida de la biodiversidad, aunque algunas se han cumplido parcialmente o a nivel local".

Además, en dicho informe se señala que existen múltiples indicios de la continua pérdida de la biodiversidad, entre los que cabe destacar:

- En promedio, las especies cuyo riesgo de extinción se ha evaluado corren cada vez más peligro. Los anfibios son los que están más amenazados y el estado de las especies de coral es el que se está deteriorando más rápidamente. Se estima que cerca de una cuarta parte de las especies vegetales se encuentran en peligro de extinción.
- Entre 1970 y 2006 la abundancia de las especies de vertebrados se redujo, en promedio, casi en un tercio y sigue decreciendo a nivel mundial. Se registran descensos particularmente graves en los trópicos y entre las especies de agua dulce.
- Los hábitat naturales de la mayor parte del mundo siguen deteriorándose en cuanto a extensión e integridad, aunque se ha observado un progreso considerable en la reducción del ritmo de pérdida de los bosques tropicales y manglares en algunas regiones. Se advierten graves disminuciones en la extensión de los humedales de agua dulce, hábitat de hielo marino, marismas, arrecifes de coral y lechos de algas.
- La amplia fragmentación y degradación de los bosques, ríos y otros ecosistemas también ha causado la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos.
- En los sistemas agrícolas continúa disminuyendo la diversidad genética de los diferentes tipos de cultivos y variedades ganaderas.

Se ha realizado una propuesta para la delimitación de un espacio o límite operativo "seguro" para las actividades humanas, con el fin de mantener la integridad y el funcionamiento de los sistemas naturales a nivel global (6). Según este estudio, son nueve los componentes de los procesos biofísicos que muestran signos de cambio como consecuencia de las actividades humanas: el cambio climático, la alteración del ciclo biogeoquímico, la pérdida de diversidad biológica, el agotamiento de la capa de ozono en la estratósfera, la acidificación de los océanos, el consumo de agua dulce, los cambios de uso del suelo, la carga de aerosoles en la atmósfera y la contaminación química (Figura 1.2.1). Habría un espacio operativo seguro para cada uno de los componentes (representado en amarillo en la figura), y una posición actual estimada para cada uno de ellos (representada en color rojo). El límite de la perdida de biodiversidad ya se habría atravesado según este trabajo, así como el del cambio climático y el de la interferencia en el ciclo de nitrógeno. Otros componentes que estarían próximos a su límite serían el uso de agua dulce, los cambios de uso del suelo, la acidificación de los océanos y la interferencia en el ciclo del fósforo. Además, debe tenerse en cuenta la existencia de relaciones extremadamente complejas entre los diferentes componentes.

☐ **Figura 1.2.1.** Límite operativo seguro para los cambios ambientales debidos a las actividades humanas (amarillo) y posición actual estimada (rojo).



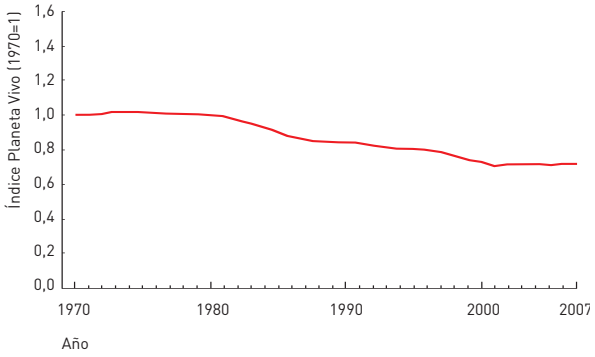
Fuente: Rockström et al (2009) (6).

La mayor parte de los indicadores sobre el estado de la biodiversidad a nivel global (abarcando las tendencias en las poblaciones de las especies, el riesgo de extinción, la condición y extensión de los hábitat y la composición de las comunidades), muestran declives, sin reducciones significativas recientes en la tasa, mientras que los indicadores de presiones sobre la biodiversidad (incluyendo el consumo de recursos, las especies exóticas invasoras, la contaminación por nitrógeno, la sobreexplotación y los impactos del cambio climático), muestran aumentos. A pesar de algunos éxitos a nivel local y el aumento de los mecanismos de respuesta (incluyendo la extensión y la cobertura de biodiversidad de las áreas protegidas, la gestión sostenible de los bosques, las respuestas políticas a las especies exóticas invasoras y la financiación de la biodiversidad), la tasa de pérdida de biodiversidad no parece estar decreciendo.

El Índice Planeta Vivo (IPV), uno de los indicadores con mayor amplitud temporal, que analiza las tendencias de cerca de 8.000 poblaciones de especies de vertebrados a nivel global, muestra una disminución de casi el 30% entre 1970 y 2007 (7; Figura 1.2.2).



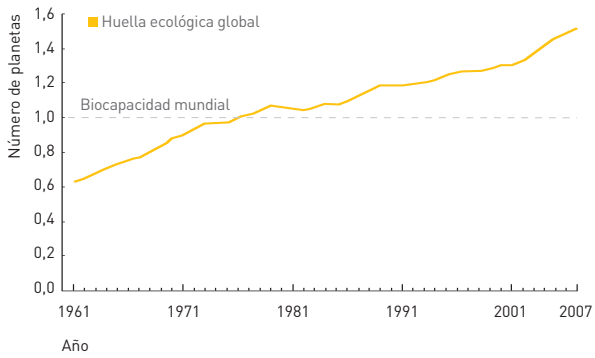
☐ **Figura 1.2.2.** Evolución del Índice Planeta Vivo (1970-2007).



Fuente: WWF (2010) (7)

La huella ecológica constituye un indicador de la magnitud de las presiones que el ser humano ejerce sobre la biodiversidad y los ecosistemas. De forma sintética, se puede definir como la superficie de tierra y agua con productividad biológica que se necesita para proporcionar los recursos que utilizamos y absorber nuestros residuos. Los últimos datos, correspondientes al año 2007, indican que la huella ecológica de la humanidad excede la capacidad biológica de la Tierra en un 50% (Figura 1.2.3), lo que supone el doble de la que había en 1966 (7).

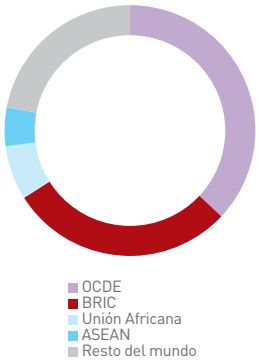
☐ **Figura 1.2.3.** Evolución de la huella ecológica global.



Fuente: WWF (2010) (7).

Existen amplias diferencias entre la huella ecológica de los países del mundo en función de su nivel económico: los países con mayores ingresos tienen, en general, una mayor demanda sobre los ecosistemas de la Tierra que los más pobres (7). En 2007, los 31 países de la OCDE, que incluye las economías más ricas del mundo, suponen el 37% de la huella ecológica de la humanidad, mientras que los 10 países de la ASEAN (Asociación de Naciones del Sudeste Asiático) y los 53 países de la Unión Africana, que incluyen algunos de los países más pobres y menos desarrollados del mundo, representan solamente el 12% de la huella global (Figura 1.2.4).

☐ **Figura 1.2.4.** Huella ecológica de los países de la OCDE, ASEAN, BRIC y la Unión Africana en 2007 en proporción a la huella ecológica total de la humanidad.



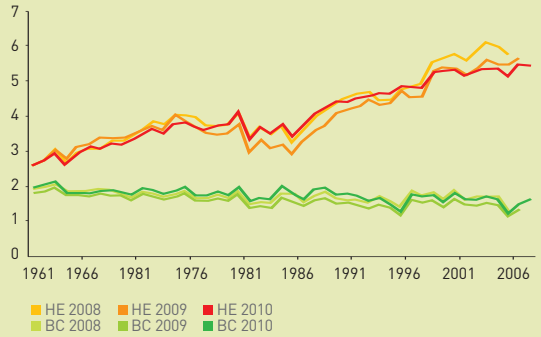
Fuente: GFN (2010) (8).



HUELLA ECOLÓGICA DE ESPAÑA

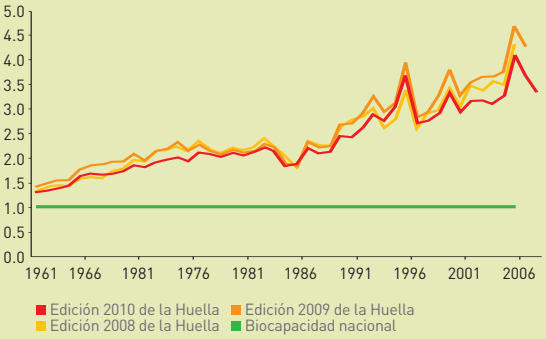
Con el actual ritmo de consumo, los españoles necesitaríamos casi 5,3 Españas para satisfacer la demanda de recursos naturales.

☐ **Figura 1.2.5.** Comparación de las ediciones 2008, 2009 y 2010 de las cuentas nacionales de la huella ecológica (HE: huella ecológica; BC: biocapacidad en hag per cápita; 1 hag = capacidad productiva de 1 ha de tierra de producción media mundial).



Fuente: WWF (2010) (7).

☐ **Figura 1.2.6.** Huella, en número de Españas. ¿Cuántas veces habría que aumentar la biocapacidad de España para satisfacer las demandas de su población?



Fuente: WWF (2010) (7).

Las evaluaciones sobre la conservación de las especies y hábitat en Europa indican que, a pesar de haberse registrado algunos éxitos, la situación general es de deterioro: solamente el 17% de las especies y tipos de hábitat de interés para la conservación en la UE se encuentran en un estado favorable de conservación como consecuencia de la incompleta aplicación de algunos instrumentos legales existentes, la falta de instrumentos adicionales para abordar algunos problemas específicos, la existencia de vacíos de información y el conocimiento científico insuficiente, las deficiencias en la integración de políticas sectoriales, las carencias de financiación y, principalmente, los desequilibrios entre las estrategias económicas y de progreso dedicadas a preservar la biodiversidad y aquellas otras que no contabilizan los costos derivados de las modificaciones ambientales en los balances económicos.

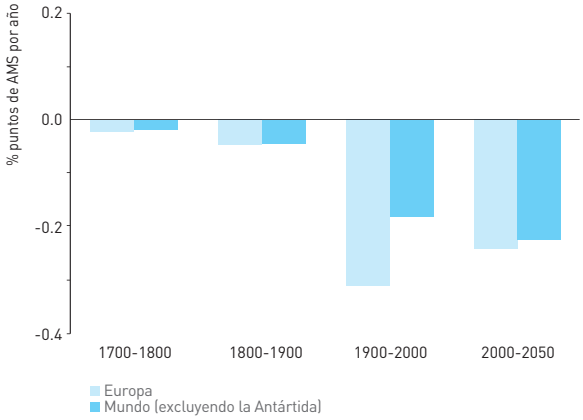
En suma, el ritmo de pérdida de biodiversidad ha llegado a unos niveles sin precedentes, lo cual altera las funciones de los ecosistemas y los hace más vulnerables a las perturbaciones, menos capaces de recuperarse y menos aptos para proporcionar bienes y servicios a los seres humanos. Si los ecosistemas exceden de ciertos umbrales o puntos de inflexión, existe un gran riesgo de que se produzca una pérdida drástica de la biodiversidad. Todo ello implica costes muy elevados para la sociedad, tanto por el valor intrínseco que tiene la biodiversidad como

por la pérdida de servicios de abastecimiento, de regulación y culturales, entre los que se encuentran la producción de alimentos, la regulación del ciclo del agua o la capacidad de adaptación al cambio climático.

Se prevé que en las próximas décadas la degradación de la biodiversidad continúe debido a factores como el crecimiento demográfico, la destrucción, fragmentación y degradación de hábitat como consecuencia de los cambios en los usos del suelo, la sobreexplotación, la acción de especies invasoras, la acidificación de los océanos, la contaminación y el cambio climático. En la mayor parte de los escenarios a futuro se estima que, a lo largo del presente siglo, los niveles de extinción de especies y pérdida de hábitat seguirán siendo elevados.

Las consecuencias de las tendencias actuales son mucho peores de lo que se creía y hacen peligrar la prestación permanente de servicios ecosistémicos vitales. Según la OCDE, si las políticas no cambian, la biodiversidad continuará en declive, tanto a nivel mundial como en Europa, de aquí a 2050 (Figura 1.2.7). La tasa de pérdida de biodiversidad en Europa será algo menor en el siglo XXI con respecto al anterior, mientras que a nivel mundial dicha tasa aumentará.

☐ **Figura 1.2.7.** Tasa de cambio de la biodiversidad bajo el escenario de continuidad de las políticas actuales *(baseline)* de la OECD. La pérdida de biodiversidad se expresa en términos de Abundancia Media de Especies (AMS), en comparación con la situación natural.



Fuente: OCDE (2008) (9).

Todo lo expuesto anteriormente no quiere decir que no se pueda hacer nada para detener o reducir la pérdida de biodiversidad. De acuerdo con el informe *Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad* (5), muchas de las medidas aplicadas para apoyar a la biodiversidad han dado lugar a resultados significativos y medibles en determinadas áreas, tanto a nivel de especies como de hábitat, lo cual indica que, con recursos y voluntad política adecuados, existen los instrumentos para reducir la pérdida de biodiversidad. Hay indicios de que están mejorando y aumentando las respuestas a la pérdida de biodiversidad, aunque todavía no a una escala suficiente como para que incida en las tendencias negativas generales del estado de la biodiversidad. Entre los grandes retos que aún quedan por resolver se encuentran la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en las estrategias y políticas sectoriales y la promoción de las actividades destinadas a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, las cuales reciben un porcentaje muy reducido de financiación cuando se compara con las actividades que fomentan el desarrollo industrial y de infraestructuras.



1.3 La biodiversidad en España

Dentro de Europa, España se caracteriza por su alta diversidad biológica. Aunque sólo existen datos comparativos para algunos grupos de seres vivos, nuestro país albergaría el mayor número de especies de vertebrados (unas 570 especies) y de plantas vasculares (unas 7.600) de todos los países europeos. Si consideramos todos los grupos animales y vegetales conocidos, se estima que alrededor de unas 85.000 especies diferentes estarían presentes en el territorio español (más de la mitad de todas especies europeas) y que, aproximadamente, un 30% de los endemismos reconocidos en el continente habitarían nuestro país. Debe considerarse que, en la actualidad, todavía se describen alrededor de 200 especies animales nuevas por año y que, probablemente, solo conocemos acertadamente la identidad de un 20 % del total de nuestra fauna. De este modo, aunque los datos ofrecidos deben considerarse provisionales ya que la información sobre los grupos de invertebrados que deben constituir la gran mayoría de la diversidad biológica es todavía bastante deficiente, estas cifras evidencian la riqueza y singularidad de la fauna y flora española.

¿Por qué posee España esta gran diversidad biológica? Contestar esta pregunta requiere considerar tanto la especial ubicación geográfica de la península Ibérica y el archipiélago Canario, como la historia de aislamiento y comunicación de estos dos territorios. Iberia está ubicada en el confín occidental de la región Paleártica y durante los últimos 20 millones de años ha pasado de ser un área aislada, tanto de África como del resto de Europa, a sufrir la colonización más o menos continuada de los organismos europeos y centroasiáticos desde hace 16 millones de años o la conexión con África durante el Mioceno tardío (hace unos 6 millones de años). Debido a ello y a su actual heterogeneidad climática y topográfica, tanto la península Ibérica como el archipiélago Canario han sido capaces de albergar algunos elementos de la antigua flora y fauna subtropical que existía por aquel entonces. A este antiguo remanente se han ido añadiendo especies, sobre todo de origen europeo y centroasiático, refugiadas en la península Ibérica como consecuencia de las frecuentes oscilaciones climáticas ocurridas durante el último millón de años.

De este modo, puede decirse que nuestro país constituye un territorio favorecido dentro del mundo templado cuya diversidad biológica está relacionada con su ubicación privilegiada como encrucijada entre África y Europa, su heterogeneidad ambiental y su clima general benigno. La existencia de un buen número de cadenas montañosas orientadas longitudinalmente, como consecuencia de los plegamientos generados por el choque de las placas euroasiática y africana, así como la variedad de climas proporcionada por el influjo del Atlántico norte y el Mediterráneo, han propiciado la existencia de múltiples refugios glaciales. La suma e interacción de todos

estos factores ha facilitado la coexistencia y yuxtaposición de un gran número de especies con orígenes e historias evolutivas diferentes, pero también el aislamiento y la consecuente producción de nuevas especies.

Existen múltiples evidencias que demuestran que la península Ibérica ha actuado como reservorio de la diversidad genética para un buen número de organismos animales y vegetales que actualmente habitan por toda Europa y, también otras que demuestran la evolución *in situ* de nuevos organismos a partir de los ancestros refugiados. La actual gran riqueza de especies y el alto grado de endemicidad de nuestro país sería, simplemente, consecuencia de la incapacidad de algunas de estas especies refugiadas en la península Ibérica para recolonizar los territorios europeos.

¿Cuál es la situación actual de este rico patrimonio? ¿Cuáles son sus principales amenazas? ¿Son efectivas las medidas de conservación utilizadas ante los escenarios de cambio que se avecinan? Algunos datos sobre la evolución de las poblaciones de la fauna amenazada y el aumento del número de especies incluidas en el Catálogo Nacional del Especies Amenazadas (alrededor de 600 actualmente) constituyen una prueba de la existencia de mejores estrategias de conservación, pero también evidencian el declive y el incremento en el riesgo de extinción de algunas especies. Por ejemplo, el porcentaje de especies de vertebrados amenazados según los Libros Rojos ha aumentado un 5% en los últimos años, desde el 26% en 1992 hasta el 31% en 2007. Este grado de amenaza no se corresponde con una protección efectiva de la mayor parte de las especies pues, exceptuando a los mamíferos terrestres, el porcentaje de especies amenazadas que están catalogadas varía entre el 10% y el 35%.

La pérdida, degradación y fragmentación de hábitat, la desaparición de los usos ganaderos y agrícolas tradicionales, la pesca abusiva de especies marinas, la urbanización descontrolada, el crecimiento de infraestructuras, la degradación del suelo, la emisión de contaminantes al medio y el uso desmedido de los recursos hídricos pueden considerarse los principales factores que hacen peligrar la conservación de la biodiversidad a medio y largo plazo en nuestro país. A estas amenazas generadas por la ausencia de una planificación territorial que tienda al uso sostenible de los recursos naturales y, en algunos casos, por la falta de aplicación de la legislación vigente, se suman factores externos globales como el cambio climático y la invasión de especies exóticas, sobre los cuales las políticas socioeconómicas locales y regionales poseen una incidencia limitada.

Diversos estudios recientes y los propios datos de este informe muestran el grado de transformación que ha sufrido el patrimonio natural de nuestro país. Solo algunos datos como ejemplo. El 34% de la costa mediterránea de nuestro país se encuentra urbanizada, el 30% del territorio ha sido transformado en regadío y suelo urbano durante los últimos 20 años, el 80% del agua es utilizada en agricultura y entre el 30% y el 60% del suelo presenta riesgo de desertificación. La alteración experimentada por los paisajes y la diversidad biológica ibérica puede verse agravada aún más si se cumplen las previsiones realizadas por diversos estudios sobre los efectos del cambio climático. La península Ibérica será unos de los territorios europeos que más sufriría las consecuencias del calentamiento global, tanto en los usos del suelo y las actividades productivas como en la distribución de sus organismos. Actualmente poseemos evidencias de la expansión de algunas especies propias de ambientes áridos, la colonización de especies invasoras procedentes de zonas tropicales y subtropicales o alteraciones en la aparición temporal de especies pertenecientes a distintos niveles tróficos.

En todo caso, parece coherente reconocer la urgente necesidad de aumentar los esfuerzos para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en España siguiendo las recomendaciones del Consejo Europeo con una visión a largo plazo para 2050 y con el objetivo principal para 2020, adoptado el 15 de marzo de 2010 por el Consejo de Medio Ambiente, de "detener la pérdida de biodiversidad y la degradación de los servicios ecosistémicos en la UE de aquí a 2020 y restaurarlos en la medida de lo posible, así como intensificar la contribución de la UE para evitar la pérdida de biodiversidad en todo el mundo".



CAPÍTULO 2

MARCOS DE REFERENCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

2.1 Marco internacional sobre conservación de la biodiversidad

■ 2.1.1. EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La cooperación internacional para conservar la diversidad biológica tiene su marco principal en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que se estableció en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en 1992, y entró en vigor en diciembre de 1993. El Convenio trata de enfrentar todas las amenazas a la diversidad biológica y a los servicios de los ecosistemas, incluyendo las amenazas del cambio climático, a través de evaluaciones científicas, el desarrollo de instrumentos, incentivos y procesos, la transferencia de tecnologías, buenas prácticas y la participación plena y activa de las partes interesadas pertinentes, incluyendo las comunidades indígenas y locales, los jóvenes, las ONG, las mujeres y la comunidad empresarial.

Cabe destacar que en el preámbulo del Convenio se hace ya referencia a la mayor parte de los aspectos que son objeto de atención actualmente en relación con la diversidad biológica. Así, comienza haciendo referencia al valor intrínseco de la diversidad biológica, para luego mencionar sus "valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y estéticos". También se afirma en dicho preámbulo que la "conservación de la diversidad biológica es interés común de toda la humanidad", resaltándose su importancia para el "mantenimiento de los sistemas necesarios para la vida en la biosfera".

El hecho de la pérdida de biodiversidad, que tanto nos preocupa hoy en día, también se encuentra en el preámbulo del CDB, que señala la preocupación por la "considerable reducción de la diversidad biológica como consecuencia de determinadas actividades humanas" y afirma que "es vital prever, prevenir y atacar en su fuente las causas de reducción o pérdida de la diversidad biológica".

Otra cuestión que todavía está por resolver, la "falta de información y conocimientos sobre la diversidad biológica" y la "urgente necesidad de desarrollar capacidades científicas, técnicas e institucionales para lograr un entendimiento básico que permita planificar y aplicar las medidas adecuadas", ya se ponía de manifiesto en el preámbulo del CDB, así como la necesidad de "recursos financieros suficientes, nuevos y adicionales" para hacer frente a la pérdida de diversidad biológica. A este respecto, cabe destacar la referencia no solo a las inversiones que se precisan para conservar la diversidad biológica sino también a la "amplia gama de beneficios ecológicos, económicos y sociales" que cabe esperar de dichas inversiones.

Por último, el preámbulo también reconoce un aspecto de vital importancia, "la conveniencia de compartir equitativamente los beneficios que se derivan de la utilización de los conocimientos tradicionales, las innovaciones y las prácticas pertinentes para la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes". Precisamente, en la Cumbre de Diversidad Biológica de Nagoya (COP10), celebrada en octubre de 2010, se aprobó el nuevo Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización (ver 2.1.5).

El CDB tiene tres objetivos principales:

- La conservación de la diversidad biológica,
- La utilización sostenible de sus componentes y
- La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

Para ello se insta a cada Parte Contratante, como medida general, a la elaboración de "estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica". Pero no sólo esto, sino que también se hace referencia a un aspecto fundamental y que en la actualidad no está todavía resuelto: "la integración, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales".

En el Convenio también se establece la Conferencia de las Partes (COP), que es el órgano de gobierno del mismo y tiene la función de implementar y hacer un seguimiento

de la aplicación del Convenio a través de las decisiones que toma en sus reuniones periódicas. Hasta la fecha, la Conferencia de las Partes ha celebrado 10 reuniones ordinarias y una reunión extraordinaria.

La COP ha establecido siete programas de trabajo temáticos que corresponden a algunos de los principales biomas del planeta. Cada programa establece una visión, unos principios básicos para guiar el trabajo futuro, identifica metas, objetivos y actividades, determina los resultados potenciales y sugiere un calendario para alcanzar los resultados. Los siete programas son los siguientes:

- Biodiversidad agrícola.
- Biodiversidad de tierras áridas y subhúmedas.
- Biodiversidad forestal.
- Biodiversidad de aguas continentales.
- Biodiversidad de las islas.
- Biodiversidad marina y costera.
- Biodiversidad de montañas.

Cada programa establece una visión y los principios básicos para orientar la labor futura. También figuran cuestiones clave para su examen, identificación de las posibles salidas y propuesta de un calendario y los medios para alcanzar los objetivos. La implementación de los programas de trabajo depende de las contribuciones de las Partes, la Secretaría, las organizaciones intergubernamentales y otras organizaciones.

La Conferencia de las Partes también ha empezado a trabajar sobre cuestiones intersectoriales, que corresponden a las cuestiones abordadas en las disposiciones sustantivas del Convenio en los artículos 6-20, para proporcionar puentes y vínculos entre los programas temáticos. Algunas iniciativas intersectoriales apoyan directamente la labor bajo programas temáticos, por ejemplo, el trabajo sobre indicadores proporciona información sobre la situación y las tendencias de la diversidad biológica para todos los biomas. Otros desarrollan productos muy específicos de los programas temáticos. Las cuestiones intersectoriales se relacionan a continuación:

- Meta 2010 para la diversidad biológica.
- Acceso a los recursos genéticos y participación en los beneficios.
- Diversidad biológica para el desarrollo.
- Cambio climático y la diversidad biológica.
- Comunicación, educación y sensibilización de la opinión pública.
- Economía, comercio e incentivos.
- Enfoque ecosistémico.
- Estrategia mundial para la conservación de las especies vegetales.
- Iniciativa mundial sobre taxonomía.
- Evaluación de impactos.
- Identificación, vigilancia, indicadores y evaluaciones.
- Especies invasoras.
- Responsabilidad y reparación.
- Áreas protegidas.
- Uso sostenible de la diversidad biológica.
- Turismo y diversidad biológica.
- Conocimientos tradicionales, innovaciones y prácticas.
- Transferencia de tecnología y cooperación.

El artículo 25 del CDB establece la creación de un Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA) para que proporcione asesoría a la COP y a los demás órganos subsidiarios sobre la aplicación del Convenio. El SBSTTA es un órgano multidisciplinario compuesto por representantes gubernamentales y observadores, incluyendo a las ONG, que proporciona informes regularmente a la COP sobre aspectos relacionados con su labor y se reúne anualmente.

Algunas de las funciones del SBSTTA son:

- Proporcionar evaluaciones científicas y técnicas del estado de la biodiversidad y de los efectos derivados de las medidas adoptadas de conformidad con el CDB.
- Identificar tecnologías y conocimientos especializados innovadores, eficientes y avanzados relativos a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad.
- Asesorar sobre las formas de promover el desarrollo y/o la transferencia de esas tecnologías y sobre programas científicos y de cooperación internacional en materia de investigación y desarrollo sobre conservación y uso sostenible de la biodiversidad.
- Responder a preguntas de carácter científico, técnico, tecnológico y metodológico que le planteen la COP y sus órganos subsidiarios.
- Crear grupos de expertos técnicos para los cuales se requiere asesoría.

Enfoque ecosistémico

El CDB adoptó como principio fundamental en su aplicación, desde su segunda reunión en Yakarta (1995), un enfoque holístico basado en ecosistemas, que constituye el principal marco para sus actividades, y posteriormente se refirió al mismo en la elaboración y aplicación de los distintos programas de trabajo temáticos e intersectoriales, y en las directrices que se elaboraron como parte de estos programas de trabajo.

El enfoque ecosistémico es una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de agua y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo (1). Según este enfoque, la conservación y, cuando corresponda, el restablecimiento de la relación dinámica entre las especies, y entre éstas y su entorno abiótico, que son fundamentales para el funcionamiento y la capacidad de adaptación de los eco-

sistemas, reviste mayor importancia para el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica que la simple protección de las especies. Por tanto, en el enfoque ecosistémico se presta atención prioritaria a los niveles de la organización biológica que abarcan los procesos esenciales, las funciones y las interacciones entre organismos y su medio ambiente y se reconoce que los seres humanos con su diversidad cultural, constituyen un componente integral de muchos ecosistemas.

El enfoque ecosistémico no excluye otras formas de orientar la gestión y la conservación y, de hecho, puede compaginarse y ser compatible con ellas. Entre las más conocidas están la gestión basada en los ecosistemas, la ordenación sostenible de los bosques, la gestión integrada de cuencas hidrográficas, la gestión integrada de áreas costeras y marinas y la pesca responsable. Estos enfoques pueden dar apoyo al enfoque ecosistémico en distintos sectores y biomas. Otros afines, como el de reservas de la biosfera, áreas protegidas, y programas de conservación de especies únicas, así como otros que se aplican en virtud de los marcos legislativos y de política nacionales, pueden integrarse en el contexto del enfoque ecosistémico para hacer frente a situaciones complejas. No existe una única forma de poner en práctica el enfoque ecosistémico, pues se rige por las condiciones locales, provinciales, nacionales, regionales o mundiales. Es más, son muchas las formas en que puede utilizarse como marco para poner en práctica los objetivos del Convenio.

■ 2.1.2. EL OBJETIVO 2010 PARA LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

En abril de 2002, la COP adoptó el Plan Estratégico para el CDB, en el que las Partes se comprometían a realizar una implementación más efectiva y coherente de los tres objetivos del Convenio, para alcanzar en 2010 una reducción significativa del ritmo de pérdida de biodiversidad a nivel mundial, regional y nacional como contribución para la mitigación de la pobreza y en beneficio de toda la vida en la Tierra.

En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en 2002 en Johannesburgo, se aprobó dicho Objetivo de 2010 para la biodiversidad. En el Informe de dicha Cumbre se reconoce que, entre los grandes problemas que deben resolverse, está el deterioro del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad. El grupo de trabajo sobre agua, energía, salud, agricultura y biodiversidad puso de manifiesto que "las amenazas a la diversidad causadas por el hombre exigen inmediata atención". También se afirma que "Aunque todavía es necesario saber más sobre la biodiversidad y su papel en el funcionamiento de los ecosistemas, se sabe lo suficiente para justificar la adopción de medidas en este ámbito" y que "determinar con claridad los vínculos intersectoriales es una condición esencial para abordar los problemas de la biodiversidad en todo el planeta".

La Asamblea General de las Naciones Unidas también aprobó el objetivo 2010 en su Cumbre Mundial de 2005, en la que se destacó el papel esencial de la biodiversidad para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio, especialmente los objetivos de reducir a la mitad la incidencia de la pobreza y la hambruna en 2015. El objetivo 2010 para la biodiversidad fue una de los cuatro nuevas metas incorporadas a los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

La reunión de los ministros de medio ambiente del G8, y de los cinco principales países en vías de industrialización -China, India, Brasil, Méjico y Sudáfrica- que tuvo lugar en Potsdam (Alemania) en 2007, adoptó la *Iniciativa de Potsdam-Diversidad Biológica 2010*. Los ministros del G8+5 acordaron analizar el beneficio económico global de la diversidad biológica, los costes de la pérdida de biodiversidad y del fallo en tomar medidas protectoras frente a los costes de la conservación efectiva y renovaron su compromiso de desarrollar e implementar objetivos y estrategias nacionales para alcanzar el Objetivo de Biodiversidad para 2010 y más adelante.

Áreas focales

Una vez adoptado el Plan Estratégico, la Conferencia de las Partes desarrolló un marco para promover la evaluación de los logros y el progreso en su implementación y en la de su Objetivo 2010 para la biodiversidad. Este marco incluye siete áreas focales:

- Reducir la tasa de pérdida de los componentes de la biodiversidad, inclyendo: (a) biomas, hábitat y ecosistemas; (b) especies y poblaciones; y (c) la diversidad genética.
- Promover el uso sostenible de la biodiversidad.
- Tratar las mayores amenazas de la biodiversidad, incluyendo las especies exóticas invasoras, el cambio climático, la contaminación y el cambio de hábitat.
- Mantener la integridad de los ecosistemas, y la provisión de bienes y servicios proporcionados por la biodiversidad de los ecosistemas para el bienestar humano.
- Proteger el conocimiento tradicional, las innovaciones y las prácticas pertinentes para la conservación de la diversidad biológica.
- Asegurar el acceso y participación justa y equitativa en los beneficios que proporciona el uso de los recursos genéticos y
- Movilizar recursos financieros y técnicos, especialmente para los países en desarrollo, en particular para los menos desarrollados y los estados en desarrollo de las pequeñas islas entre ellos, y países con economías en transición, para implementar el Convenio y el Plan Estratégico.

METAS Y OBJETIVOS SECUNDARIOS

La Conferencia de las Partes decidió establecer metas y subobjetivos para cada una de las áreas focales, proporcionando un marco flexible en el que los objetivos nacionales y/o regionales pudieran ser desarrollados.

Área Focal: Proteger los componentes de la diversidad biológica

- Objetivo 1. Promover la conservación de la diversidad biológica de los ecosistemas, hábitat y biomas.
  - Meta 1.1: Por lo menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas del mundo conservadas con eficacia.
  - Meta 1.2: Áreas de importancia particular para la diversidad biológica protegidas.
- Objetivo 2. Promover la conservación de la diversidad de especies.
  - Meta 2.1: Se restaura y mantiene o reduce la disminución de las poblaciones de especies de determinados grupos taxonómicos.
  - Meta 2.2: Situación de las especies amenazadas mejorada.
- Objetivo 3. Promover la conservación de la diversidad genética.
  - Meta 3.1: Se conserva la diversidad genética de cultivos, ganados y especies de árboles, peces y vida silvestre y otras especies valiosas conservadas, como se mantiene los conocimientos asociados de los indígenas y locales.

Área Focal: Promover el uso sostenible

- Objetivo 4. Promover el uso y consumo sostenibles.
  - Meta 4.1: Productos basados en la diversidad biológica obtenidos de fuentes que son administradas de forma sostenible y esferas de producción administradas en consonancia con la conservación de la diversidad biológica.
  - Meta 4.2: Uso no sostenible de los recursos biológicos, o de los impactos sobre la diversidad biológica reducidos.
  - Meta 4.3: Ninguna especie de flora o fauna silvestre en peligro por el comercio internacional.

Área Focal: Responder a las amenazas a la diversidad biológica

- Objetivo 5. Las presiones de la pérdida de hábitat, cambio de uso de la tierra y la degradación, y el uso insostenible del agua, reducidas.
  - Meta 5.1: Tasa de pérdida y degradación de los hábitat naturales disminuida.
- Objetivo 6. Controlar las amenazas de las especies exóticas invasoras.
  - Meta 6.1: Trayectos controlados para posibles especies exóticas invasoras.
  - Meta 6.2: Planes de gestión establecidos para importantes especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitat o especies.
- Objetivo 7. Responder a los desafíos a la diversidad biológica provenientes del cambio climático y la contaminación.
  - Meta 7.1: Mantener y mejorar la capacidad de los componentes de la diversidad biológica para adaptarse al cambio climático
  - Meta 7.2: Reducir la contaminación y sus impactos sobre la diversidad biológica.

Área Focal: Mantener los bienes y servicios de diversidad biológica para apoyar el bienestar humano

- Objetivo 8. Mantener la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes, servicios y apoyar los medios de subsistencia
  - Meta 8.1: La capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios mantenida.
  - Meta 8.2: Los recursos biológicos que apoyan los medios de subsistencia sostenibles, la seguridad alimentaria local ya la atención de la salud, especialmente de la población pobre, mantenidos.

Área Focal: Proteger los conocimientos tradicionales, innovaciones y prácticas

- Objetivo 9 Mantener la diversidad sociocultural de las comunidades indígenas y locales.
  - Meta 9.1 Proteger los conocimientos, innovaciones y prácticas.
  - Meta 9.2: Proteger los derechos de las comunidades indígenas y locales sobre sus conocimientos tradicionales, innovaciones y prácticas, incluidos sus derechos a la participación en los beneficios derivados de los recursos de la diversidad biológica.

Área Focal: Asegurar la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos

- Objetivo 10. Asegurar la participación justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.
  - Meta 10.1: Todas las transferencias de recursos genéticos están en consonancia con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y otros acuerdos aplicables.
  - Meta 10.2: Los beneficios derivados de la utilización comercial y otras de los recursos genéticos compartidos con los países que suministran esos recursos.

Área Focal: Garantizar la provisión de recursos adecuados

- Objetivo 11: Las Partes han mejorado su capacidad financiera, humana, científica, técnica y tecnológica de la capacidad para la aplicación del Convenio.
  - Meta 11.1: nuevos y adicionales recursos financieros se transfieren a países partes en desarrollo, para permitir la aplicación efectiva de sus compromisos en virtud del Convenio, de conformidad con el artículo 20.
  - Meta 11.2: Se transfiere tecnología a los países partes en desarrollo, para permitir la aplicación efectiva de sus compromisos en virtud del Convenio, de conformidad con el párrafo de su artículo 20, 4.

2010: AÑO INTERNACIONAL DE LA BIODIVERSIDAD

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró 2010 Año Internacional de la Biodiversidad, el cual tiene por slogan "La biodiversidad es vida. La biodiversidad es nuestra vida". Durante todo 2010 se organizaron iniciativas para difundir información, promover la protección de la diversidad biológica y alentar a los países, organizaciones e individuos a tomar medias directas para reducir la pérdida de diversidad biológica. Los objetivos del Año Internacional de la Biodiversidad fueron los siguientes:

- Aumentar la concienciación pública sobre la importancia de salvaguardar la biodiversidad y sus amenazas subyacentes.
- Aumentar la concienciación sobre los logros para salvar la biodiversidad que ya han sido realizados por las comunidades y los gobiernos.
- Incentivar a las personas, organizaciones y gobiernos a que den los pasos inmediatos necesarios para detener la pérdida de la biodiversidad.
- Promover soluciones innovadoras para reducir las amenazas que sufre la biodiversidad.
- Entablar un diálogo entre los participantes sobre las medidas que se han de adoptar después del año 2010.

■ 2.1.3. EVALUACIÓN DEL PROGRESO PARA DETENER LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD EN 2010

En 2010, las Partes del CDB revisaron los progresos realizados para alcanzar el Objetivo 2010 para la biodiversidad, y desarrollaron un nuevo Plan Estratégico post 2010 que fue aprobado en la COP10 de Nagoya. El progreso hacia la meta 2010 ha sido evaluado utilizando un conjunto de indicadores. El grado en el que los responsables de la formulación de políticas y la sociedad pueden evaluar sus logros e identificar las respuestas adecuadas depende en gran medida de la información proporcionada por dichos indicadores.

La Conferencia de las Partes (COP) aprobó una lista provisional de indicadores principales a nivel global para evaluar los progresos hacia la Meta 2010, y para comunicar de forma eficaz las tendencias de la diversidad biológica en relación con los tres objetivos del CDB (Tabla 2.1.1).

En la Decisión VII/30 de la COP se estableció un proceso para probar y desarrollar los indicadores, con aportaciones del SBSTTA, los grupos de trabajo especial de composición abierta sobre acceso y participación en los beneficios y el Artículo 8 (j), y un grupo de trabajo especial de expertos técnicos de composición (AHTEG) sobre indicadores para evaluar el progreso hacia la Meta 2010 de diversidad biológica. El trabajo del AHTEG (Montreal, 19 - 22 octubre de 2004) fue preparado por un foro de discusión electrónica en la que una serie de grupos de tareas informó sobre posibles indicadores. La reunión del AHTEG fue precedida por una reunión del grupo de enlace (Montreal, 18 de octubre de 2004) en la que representantes de organizaciones con potencial de liderazgo en los indicadores individuales analizaron estrategias para apoyar el proceso. Las organizaciones son ahora miembros de la Asociación de indicadores para la diversidad biológica 2010.



□ **Tabla 2.1.1.** Indicadores provisionales para evaluar el progreso hacia el Objetivo 2010 para la biodiversidad, tal y como consta en la decisión del CDB VIII/15 (2006). Los indicadores desarrollados para su utilización se representan en verde claro y los que requieren más desarrollo en verde oscuro.

Área Focal	Indicador principal
Estado y tendencias de los componentes de la diversidad biológica	1. Tendencias en la extensión de biomas, ecosistemas y hábitat seleccionados 2. Tendencias en la abundancia y distribución de especies seleccionadas 3. Cobertura de las áreas protegidas 4. Cambio en el estado de las especies amenazadas 5. Tendencias en la diversidad genética de animales domésticos, plantas cultivadas y peces de importancia socioeconómica
Uso sostenible	6. Área de bosques, ecosistemas agrícolas y de acuicultura bajo gestión sostenible 7. Proporción de productos derivados de fuentes sostenibles 8. Huella ecológica y conceptos relacionados
Amenazas a la biodiversidad	9. Deposición de nitrógeno 10. Tendencias de las especies exóticas invasoras
Integridad de los ecosistemas y bienes y servicios de los ecosistemas	11. Índice trófico marino 12. Calidad del agua de los ecosistemas acuáticos continentales 13. Integridad trófica de otros ecosistemas 14. Conectividad / fragmentación de los ecosistemas 15. Incidencia de fallos en los ecosistemas provocados por el ser humano 16. Salud y bienestar de las comunidades que dependen directamente de los bienes y servicios ecosistémicos locales 17. Biodiversidad para alimento y medicina
Estado del conocimiento tradicional, innovaciones y prácticas	18. Estado y tendencias de la diversidad lingüística y número de hablantes de lenguas indígenas 19. Otro indicador del estado del conocimiento indígena y tradicional
Estado del acceso a los recursos genéticos y la distribución de los beneficios derivados de su utilización	20. Indicador de acceso a los recursos genéticos y la distribución de los beneficios derivados de su utilización
Estado de la transferencia de recursos	21. Asistencia oficial al desarrollo proporcionada en apoyo al CDB 22. Indicador de transferencia tecnológica

Fuente: Adaptado de decisión del CDB VIII/15 (2006).

Además de los indicadores globales del CDB ha habido una serie de iniciativas regionales sobre indicadores, entre las cuales cabe destacar la llevada a cabo por la Unión Europea sobre "Optimización de los indicadores europeos de biodiversidad para 2010" (SEBI 2010). El objetivo de este proyecto fue el de desarrollar un conjunto europeo de indicadores de biodiversidad, basados en la batería de indicadores del CDB, para evaluar e informar acerca del progreso sobre el objetivo europeo de detener la pérdida de biodiversidad en 2010. La batería SEBI 2010 consta de un total de 26 indicadores, seleccionados a partir de un conjunto inicial de 70 (Tabla 2.1.2).

□ **Tabla 2.1.2.** Indicadores SEBI 2010.

1. Abundancia y distribución de especies seleccionadas
2. Índice de la Lista Roja de especies europeas
3. Especies de interés europeo
4. Cobertura de los ecosistemas
5. Hábitat de interés europeo
6. Diversidad genética del ganado
7. Zonas protegidas designadas a escala nacional
8. Lugares designados en aplicación de las Directivas Hábitat y Aves de La UE
9. Superación del umbral de carga crítica de nitrógeno
10. Especies exóticas invasoras en Europa
11. Presencia de especies termosensibles
12. Índice trófico marino de los mares europeos
13 Fragmentación de zonas naturales y seminaturales
14. Fragmentación de los sistemas fluviales
15. Nutrientes en medios acuáticos de transición, costeros y marinos
16. Calidad del agua dulce
17. Bosques: existencias, incremento y talas
18. Bosques: madera muerta
19. Agricultura: balance de nitrógeno
20. Agricultura: extensión sometida a prácticas de gestión potencialmente favorables para la biodiversidad
21. Pesca: poblaciones de peces comerciales en Europa
22. Acuicultura: calidad de las aguas residuales de las granjas piscícolas
23. Huella ecológica de los países europeos
24. Solicitudes de patente basadas en recursos genéticos
25. Financiación de la gestión de la biodiversidad
26. Conocimiento público

Fuente: AEMA (2009) (2).

TENDENCIAS DE LOS INDICADORES DEL AVANCE HACIA LA CONSECUCIÓN DE LA META DE BIODIVERSIDAD PARA 2010

En 2010, las Partes del CDB revisaron los progresos realizados para alcanzar el Objetivo 2010 para la biodiversidad, y desarrollaron un nuevo Plan Estratégico post 2010 que fue aprobado en la COP10 de Nagoya. El progreso hacia la meta 2010 de reducir significativamente la tasa de pérdida de biodiversidad ha sido evaluado utilizando un conjunto de indicadores. El grado en el que los responsables de la formulación de políticas y la sociedad pueden evaluar sus logros e identificar las respuestas adecuadas depende en gran medida de la información proporcionada por dichos indicadores.

SITUACIÓN Y TENDENCIAS DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA		
↙	Tendencia en la extensión de determinados biomas, ecosistemas y hábitat	Se está reduciendo la extensión de la mayoría de los hábitat del mundo, aunque en algunas regiones se amplían las zonas forestales y se ha desacelerado significativamente la pérdida de los manglares, excepto en asia.**
↙	Tendencia en la abundancia y distribución de determinadas especies	Tendencia en la abundancia y distribución de determinadas especies.***
↙	Cambio en la situación de las especies amenazadas	Aumenta el peligro de extinción de muchas especies amenazadas, aunque algunos programas de recuperación de especies han sido muy satisfactorios.***
↙	Tendencias en al diversidad genética de los animales domésticos, las plantas cultivadas y las especies de peces de gran importancia socioeconómica	Es probable que la diversidad genética de las especies cultivadas esté disminuyendo, pero no se tiene una idea precisa del alcance de ese descenso ni de los efectos generales.*
↗	Cobertura de áreas protegidas	En el último decenio se ha producido un aumento significativo de la cobertura de las áreas protegidas, tanto terrestres como marinas. Sin embargo, muchas regiones ecológicas, en especial los ecosistemas marinos, siguen estando poco protegidas y la efectividad del manejo de las áreas protegidas todavía es variable.***
INTEGRIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS		
↙	Índice trófico marino	A pesar de la intensa presión, el aumento del índice trófico marino ha sido módico a nivel mundial desde 1970. No obstante, existen variaciones regionales considerables, y en la mitad de las áreas marinas sobre las que se disponen de datos, sean registrado disminuciones. Aunque tal vez esos aumentos indiquen cierta recuperación de las especies de depredadores superiores, es más probable que se deban a la ampliación de la zona de actividad de las flotas pesqueras, que hace que encuentren poblaciones de peces en las que los depredadores más grandes no han sido eliminados en gran número.***
↙	Conectividad- fragmentación de los ecosistemas	La mayor parte de los ecosistemas terrestres y acuáticos está cada vez más fragmentada, a ‹pesar de que se reconoce más valor de los corredores y las conexiones, especialmente para la adaptación al cambio climático.***
↙	Calidad del agua de los ecosistemas acuáticos	Es probables que muchas partes del mundo experimenten un deterioro en la calidad del agua, si bien, en algunas zonas, la calidad ha mejorado gracias al control de las fuñeres puntuales de contaminación.**
AMENAZAS A LA BIODIVERSIDAD		
↗	Deposición de nitrógeno	La actividad humana ha duplicado la tasa de formación de nitrógeno reactivo en la superficie del planeta. La presión sobre la biodiversidad proveniente de la deposición de nitrógeno sigue incrementando, aunque algunas medidas para usar los nutrientes más eficazmente y, de ese modo, reducir su liberación en el agua y la atmósfera, están empezando a mostrar efectos positivos.***
↗	Tendencias en las especies exóticas invasoras	El número y ritmo de difusión de las especies exóticas van en aumento en todos los continentes y tipos de ecosistemas.**

USO SOSTENIBLE		
↙↗	Extensión de los ecosistemas silvícolas, agrícolas y acuícolas bajo ordenación sostenible	Se están llevando a cabo esfuerzos considerables para extender la superficie de tierra bajo manejo sostenible. Se prevé que las medidas para el amnejo forestal sostenible a nivel regional contribuyan a esos esfuerzos. Las prácticas agrícolas tradicionales se mantienen e incluso se revitalizan por el aumento de la demanda de productos éticos y sanos. Sin embargo, estos nichos todavía son relativamente pequeños y se necesitan esfuerzos importantes para aumentar sustancialmente las áreas bajo manejo sostenible.*
↗	Huella ecológica y conceptos afines	La huella ecológica de la humanidad va en aumento. Las iniciativas destinadas a mejorar la eficacia de los recursos se ven excedidas por el incremento del consumo de una población mayor y más próspera de seres humanos.***
SITUACIÓN DEL CONOCIMIENTO, INNOVACIONES Y PRÁCTICAS TRADICIONALES		
↘	Situación y tendencias de la diversidad lingüística y número de hablantes de lenguas nativas	Se cree que una gran cantidad de lenguas minoritarias corren peligro de desaparecer y es muy probable que esté mermando la diversidad. * Bajo medio (aunque hay muchos casos de alto grado de certeza).
SITUACIÓN DEL ACCESO Y LA DISTRIBUCIÓN DE LOS BENEFICIOS		
?	Indicadores del accesos y la participación en los beneficios pendiente de elaboración	El grupo de trabajo especial de composición abierta sobre el acceso y la participación en beneficios está estudiando la necesidad de elaborar ortos indicadores y las posibles opciones al respecto.
SITUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE RECURSOS		
↗	Asistencia oficial para el desarrollo (AOD) prestada en apoyo del Convenio	La AOD destinada a la biodiversidad ha crecido en los últimos años.***

↙↗ Cambios negativos
↗ Cambios positivos
↙↗ No hay tendencia global clara. Están ocurriendo cambios positivos y negativos dependiendo de la región o el bioma considerado
? Información insuficiente para llegar a una conclusión definitiva

Grado de certeza
* bajo
** medio
*** alto

Fuente: sCDB (2010) (2)

Indicadores de biodiversidad post-2010

En julio de 2009, la secretaría del CDB y el *UN Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)* acordaron de forma conjunta celebrar una reunión para revisar la utilización y la efectividad de los indicadores de biodiversidad 2010 y para considerar las implicaciones del desarrollo de objetivos e indicadores post-2010 (3). En dicha reunión se llegó a una serie de recomendaciones que se relacionan a continuación:

- Se debe mantener/desarrollar un conjunto reducido de 10-15 indicadores principales, relacionados claramente con el objetivo principal y los sub-objetivos y remarcados por sub-indicadores/medidas más específicos, con el fin de comunicar el conjunto de indicadores a través de mensajes clave y políticamente relevantes, al mismo tiempo que se puede mantener un marco flexible para cubrir las necesidades nacionales o regionales.
- El marco actual de indicadores a nivel global debería ser modificado y simplificado en cuatro áreas focales: Amenazas a la biodiversidad; estado de la biodiversidad, servicios de los ecosistemas y respuestas políticas. Los indicadores existentes deberían ser reclasificados con este nuevo marco para mantener la continuidad y promover su utilización. Las relaciones entre las áreas focales y entre los indicadores y los objetivos debería explicarse claramente y documentarse, incluyendo la base científica y las asunciones.
- Deberían desarrollarse algunas medidas adicionales sobre las amenazas a la biodiversidad, el estado de la biodiversidad, la condición y extensión de los ecosistemas, los servicios de los ecosistemas y las respuestas políticas para proporcionar un conjunto más completo y flexible de indicadores para seguir el progreso hacia un objetivo post-2010.
- Deberían desarrollarse más las capacidades nacionales para la aplicación del marco, el desarrollo de indicadores, la recolección de datos y la gestión de la información para fortalecer la capacidad de los países para desarrollar, realizar un seguimiento y comunicar los indicadores de forma participativa, sostenida e integrada y para establecer relaciones con otros procesos, como los acuerdos multilaterales sobre medio ambiente, a todos los niveles.
- Debe darse prioridad al desarrollo de una estrategia de comunicación para los objetivos e indicadores post-2010 con el fin de informar a los debates políticos y de

asegurar una comunicación efectiva de los mensajes provenientes de los indicadores a todos los sectores.

- Debería mantenerse un proceso flexible e inclusivo para el desarrollo de los indicadores post-2010 para incrementar la colaboración en el desarrollo, el control de calidad, la implementación y la comunicación de los indicadores a todos los niveles.

■ 2.1.4. ¿SE HA LOGRADO EL OBJETIVO 2010 PARA LA BIODIVERSIDAD?

A pesar de que ha habido un progreso significativo en materia de biodiversidad, no se ha cumplido el objetivo de reducir la tasa de pérdida de biodiversidad para 2010. La reunión de Strömstad de la UE, que tuvo lugar en septiembre de 2009, confirmó el mensaje de Atenas de que la UE no alcanzaría su Objetivo 2010 para la biodiversidad. Una conclusión similar se alcanzó en el Diálogo de Biodiversidad de Kobe y en la Primera Conferencia de Biodiversidad de Asia que tuvo lugar en Singapur en octubre de 2009. Los más de 100 informes recibidos de las Partes del Convenio han demostrado que continuamos perdiendo biodiversidad a una tasa sin precedentes.

La secretaría del CDB publicó en mayo de 2010 la tercera edición de la *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica* (GBO3) (4), que constituye una síntesis del estado actual de la biodiversidad en el mundo. El informe se preparó basándose en 120 informes nacionales de las Partes del Convenio, y concluye que las naciones del mundo han fallado, tanto individual como colectivamente, en alcanzar el objetivo 2010 para la biodiversidad.

El informe muestra que las cinco causas principales de pérdida de biodiversidad no solo se han mantenido más o menos constantes durante la última década, sino que en algunos casos se están intensificando. Estas presiones incluyen la pérdida de hábitat, el uso no sostenible y la sobrexplotación de los recursos, el cambio climático, las especies exóticas invasoras y la contaminación. El informe advierte que puede producirse una degradación irreparable de los ecosistemas si éstos son presionados más allá de sus "puntos críticos", dando lugar a la pérdida irreversible de los servicios de los ecosistemas, de los que depende en gran medida el ser humano.

ESTADO DE LAS METAS ACORDADAS QUE COMPLEMENTAN LA META DE BIODIVERSIDAD PARA 2010

La secretaría del CDB publicó en mayo de 2010 la tercera edición de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica (GBO3) (2). El informe se preparó basándose en 120 informes nacionales de las Partes del Convenio, y concluye que las naciones del mundo han fallado, tanto individual como colectivamente, en alcanzar el objetivo 2010 para la biodiversidad.

Objetivo 1: Promover la conservación de la diversidad biológica de ecosistemas, hábitat y biomas.		
	1.1: Conservar con eficiencia por lo menos el 10% de cada una de las regiones ecológicas del mundo.	No se ha alcanzado a nivel mundial, pero más de la mitad de las ecorregiones terrestres alcanza la meta del 10%. No obstante, la efectividad de su manejo es escaso en algunas áreas protegidas. Los sistemas marinos y de aguas continentales carecen de protección, aunque la situación se está revirtiendo.
	1.2: Proteger áeras de importancia especial para la biodiversidad.	No se han alcanzado a nivel mundial, pero se están protegiendo cada vez más sitios de importancia para la conservación de aves y aquellos sitios que albergan las últimas poblaciones de especies amenazadas.
Objetivo 2: Promover la conservación de la diversidad de las especies.		
	2.1: Restaurar, mantener o reducir la disminución de las poblaciones de especies de determinados grupos taxonómicos.	No se han alcanzado a nivel mundial dado que el número y distribución. No obstante, algunas acciones emprendidas han traído como resultado la recuperación de ciertas especies.
	2.2: Mejorar la situación de las especies amenazadas.	No se han alcanzado a nivel mundial dado que, en promedio, las especies corren cada vez más peligro d extinción. Sin embargo, como resultado de las acciones emprendidas, algunas especies han pasado a categorías de menor riesgo.
Objetivo 3: promover la conservación de la diversidad genética		
	3.1: Conservar la diversidad genética de los cultivos, el ganado y las especies de árboles, peces y flora y fauna silvestres, así como otras especies de valor socioeconómico, y mantener los conocimientos indígenas y locales conexos.	La información sobre la diversidad genética es fragmentaria. Se han logrado importantes avances en la conservación de la diversidad genética de los cultivos mediante las medidas ex situ, aunque siguen simplificándose los sistemas agrícolas. Si bien es más difícil determinar la diversidad genética de las especies silvestres, la disminución general de la biodiversidad descrita en este informe es un claro indicio de que protegen los recursos genéticos in situ y el conocimiento tradicional, aunque en líneas generales siguen en descenso.

Objetivo 4: Promover el uso y el consumo sostenibles

	4.1: Lograr productos basados en la biodiversidad, derivados de fuentes objeto de un manejo sostenible y de las zonas de producción de manera compatible con la conservación de la biodiversidad.	No se ha alcanzado a nivel mundial, pero se han logrado avances para algunos componentes de la biodiversidad, como los bosques y algunas ‹pesquerías. A nivel mundial un uso sostenible no es considerada como una contribución grande del total de los productos y áreas de producción.
	4.2: Reducir el consumo de recursos biológicos que sea insostenible o tenga consecuencias para la biodiversidad.	No se ha alcanzado a nivel mundial. El consumo insostenible ha aumentado y sigue siendo una de las causas principales de pérdida de biodiversidad.
	4.3: Prevenir que el comercio internacional ponga en peligro a alguna de las especies de fauna y flora silvestres.	No se ha alcanzado a nivel mundial. La flora y la fauna silvestres siguen disminuyendo como consecuencia del comercio internacional, pero ha dado resultados satisfactorios la aplicación de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) en particular.

Objetivo 5: Reducir las presiones de la pérdida de hábitat, el cambio del uso de la tierra y la degradación, así como el uso insostenible de los recursos hídricos.

	5.1: Disminuir el ritmo de pérdida y degradación de los hábitat naturales	No se ha alcanzado a nivel mundial dado que siguen reduciéndose muchas regiones sensibles respecto de la biodiversidad, aunque se ha logrado cierto progreso en la disminución del ritmo de pérdida de algunas zonas.

Objetivo 6: Controlar las amenazas de las especies exóticas invasoras

	6.1: Controlar las rutas de las principales especies exóticas invasoras	No se ha alcanzado a nivel mundial, ya que persiste la invasión de especies exóticas como consecuencia del incremento del transporte, el comercio y el turismo. Sin embargo las acciones nacionales emprendidas en el marco de acuerdos mundiales sobre protección fitosanitaria y agua de lastre han logrado contener significativamente la invasión de nuevas especies en algunos países y ecosistemas.
	6.2: Establecer planes de manejo para las principales especies exóticas que amenazan los ecosistemas, hábitat o recursos	No se ha alcanzado a nivel mundial, aunque existen planes de manejo. La mayoría de los países no tiene programas efectivos de ese tipo.

Objetivo 7: Responder a los desafíos que plantean el cambio climático y la contaminación para la biodiversidad.

	7.1: Mantener y aumentar la capacidad de recuperación de los componentes de la biodiversidad para la adaptación al cambio climático.	No se han alcanzado a nivel mundial puesto que se han tomado pocas medidas para reducir otras presiones, con el objetivo de aumentar la capacidad de recuperación de la biodiversidad. Sin embargo, el establecimiento de corredores de biodiversidad en algunas regiones puede ayudar a algunas especies a migrar y adaptarse a nuevas condiciones climáticas.
	7.2: Reducir la contaminación y su impacto en la biodiversidad.	Resultados variados. Se han adoptado medidas para reducir los impactos de la contaminación en la biodiversidad, gracias a las cuales se recuperaron algunos de los ecosistemas que estaban muy degradados. No obstante, se están deteriorando muchas zonas que antes eran vírgenes. La deposición de nitrógeno sigue siendo una importante amenaza para la biodiversidad de muchas regiones.

Objetivo 8: Mantener la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios y medios de vida

	8.1: Mantener la capacidad de los ecosistemas para proporcionar bienes y servicios	No se han alcanzado a nivel mundial dadas las continuas presiones sobre los ecosistemas, que en algunos casos son cada vez más intensas. No obstante, se han emprendido algunas acciones para garantizar la continuidad de la prestación de servicios ecosistémicos.

	8.2: Mantener los recursos biológicos que apoyen los medios de vida sostenibles, la seguridad alimentaria local y la atención de la salud, sobre todo para las personas pobres.	No se han alcanzado a nivel mundial, ya que muchos de los recursos biológicos que sustentan los medios de vida, como los peces, los mamíferos, a los aves, los anfibios y las plantas medicinales, van en descenso, lo que afecta en particular a los pobre de todo el mundo.
Objetivo 9: Mantener la diversidad sociocultural de las comunidades indígenas y locales.		
	9.1: Proteger los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales.	No se han alcanzado a nivel mundial, puesto que continúa la tendencia a largo plazo hacia la pérdida de conocimientos y derechos tradicionales, a pesar de las medidas tomadas en algunas zonas para conservarlos.
	9.2: Proteger los derechos de las comunidades indígenas y locales en lo que respecta a sus conocimientos, innovaciones y prácticas tradicionales, entre ellos su derecho a participar en los beneficios.	No se han alcanzado a nivel mundial, pero se han establecido cada vez más sistemas de ordenación conjunta y áreas protegidas comunitarias, que se traducen en una mayor protección de los derechos de las comunidades indígenas y locales.
Objetivo 10: Asegurar la participación justa y equitativa de los beneficios provenientes de la utilización de los recursos genéticos.		
	10.1: Todas las transferencias de recursos genéticos están en consonancia con el Convenio sorbe la Biodiversidad, el Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y otros acuerdos aplicables.	No se han alcanzado a nivel mundial, pero en el marco del Tratado se ha celebrado una gran cantidad de acuerdos de transferencia de materiales.
	10.2: Los beneficios derivados de la utilización comercial y de otra índole de los recursos genéticos se distribuyen entre los países que aportan esos recursos.	No se han alcanzado a nivel mundial. Hay pocos ejemplos de la distribución de lso beneficios derivados de la utlización comercial y de otra índole de los recursos genéticos entre los países que aportan esos recursos. Ello peude deberse, en parte, a que el régimen internacional de acceso y participación de los beneficios estaba elaborándose desde 2002, fecha en la que se adoptó la meta, hasta 2010, el plazo fijado por el CBD para una cuerdo final sobre este tema.entre los países.
Objetivo 11: Las partes han aumentado su capacidad financiera, humana, científica, técnica y tecnológica para aplicar el Convenio.		
	11.1: Se transfieren recursos financieros nuevos y adicionales a las Partes que son los países en desarrollo, para facilitar el cumplimiento eficaz de los compromisos contraídos en virtud del Convenio, de conformidad con el artículo 20.	No se han alcanzado a nivel mundial. Si bien siguen faltando recursos, se han producido un módico aumento de la asistencia oficial al desarrollo relacionado con la biodiversidad.
	11.2: Se transfiere tecnología a las Partes que son los países en desarrollo par que puedan cumplir con eficacia sus compromisos contraídos en virtud del Convenio, de conformidad con el párrafo 4 del artículo 20.	No se han alcanzado a nivel mundial. A partir de los informes nacionales, queda claro que algunos países en desarrollo tienen mecanismos y programas de transferencia de tecnología. No obstante, también queda claro que, en muchos de esos países, el acceso limitado a la tecnología es un obstáculo para la aplicación del Convenio y para alcanzar la meta de biodiversida para 2010.-

 No se ha alcanzado a nivel mundial

 No se ha alcanzado a nivel mundial, pero ha habido un progreso significactivo

 No se ha alcanzado a nivel mundial, pero ha habido algún progreso

Fuente: sCDB (2010) (2).

■ 2.1.5. LA CUMBRE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE NAGOYA (COP10)

En octubre de 2010 se celebró la Cumbre de la Diversidad Biológica de Nagoya (COP10), en la que se reunieron unos 18.000 participantes representando a las 193 Partes del CDB. Era una reunión muy esperada pues se trataba de la COP más importante desde que se estableció el CDB en 1992.

En la reunión se alcanzaron varios acuerdos, entre los que cabe destacar la adopción de un nuevo Plan Estratégico de diez años, para orientar los esfuerzos nacionales e internacionales para salvar la diversidad biológica intensificando la acción para alcanzar los objetivos del CDB, una estrategia de movilización de recursos que proporciona el camino a seguir para aumentar sustancialmente los niveles actuales de ayuda oficial para el desarrollo en apoyo a la diversidad biológica, y un nuevo protocolo internacional sobre acceso y participación en los beneficios de la utilización de los recursos genéticos del planeta.

El Plan Estratégico del CDB incluye 20 metas principales, organizadas en cinco objetivos estratégicos que abordan las causas subyacentes a la pérdida de diversidad biológica, reducir las presiones sobre la diversidad biológica, proteger la diversidad biológica en todos los niveles, aumentar los beneficios proporcionados por la diversidad biológica y proporcionar creación de capacidades.

Entre los objetivos concretos, se acordó reducir por lo menos a la mitad y, siempre que sea posible, hasta cero, la tasa de pérdida de los hábitat naturales; establecer una meta del 17% de áreas terrestres y de aguas continentales protegidas y un 10% de las zonas marinas y costeras; el restablecimiento de un mínimo de un 15% de las áreas degradadas, a través de la conservación y de la restauración; y redoblar los esfuerzos para reducir las presiones que enfrentan los arrecifes de coral.

El nuevo *Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización* crea un marco que equilibra el acceso a los recursos genéticos sobre la base del consentimiento fundamentado previo y condiciones mutuamente acordadas, con la participación justa y equitativa de los beneficios, tomando en cuenta el importante papel de los conocimientos tradicionales. El Protocolo también propone la creación de un mecanismo mundial multilateral que opere en las zonas transfronterizas, o en situaciones en las que el consentimiento fundamentado previo no se pueda obtener.

En relación con la financiación, sigue siendo el gran reto pendiente, pues no se ha llegado a un acuerdo definitivo. Éste ha sido aplazado para la próxima cumbre, en India en 2012, dado que la mayor parte de los países desarrollados no han comprometido los fondos necesarios para poner en marcha todos los objetivos acordados en Nagoya.



2.2 Marco europeo sobre conservación de la biodiversidad

La biodiversidad es una de las prioridades ambientales de la UE, y sus objetivos están integrados en su *Estrategia de Desarrollo Sostenible* (1), una de cuyas metas es la gestión sostenible de los recursos naturales. Según la Estrategia, "debe evitarse su sobreexplotación, aumentar la eficiencia de su utilización, reconocer el valor de los servicios ecosistémicos y frenar la reducción de la diversidad biológica antes del año 2010. En concreto, la UE debe esforzarse en materia de agricultura, pesca y gestión de los bosques, garantizar la realización de la Red Natura 2000, definir y aplicar medidas prioritarias en relación con la protección de la biodiversidad y velar por la integración de los aspectos relacionados con el mar y los océanos".

En el presente apartado se tratan los aspectos más relevantes de la política europea en materia de conservación de la biodiversidad, siguiendo, en la medida de lo posible, un orden cronológico.

■ 2.2.1. RED NATURA 2000

La pieza central de la política de la UE sobre naturaleza y biodiversidad es la Red Natura 2000, que consiste en una amplia red de áreas protegidas establecida bajo la Directiva Hábitat (2) en 1992. El objetivo de la red es asegurar la supervivencia a largo plazo de las especies y hábitat más valiosos y amenazados de Europa, y consta de cerca de 26.000 zonas protegidas con un área total de más de 850.000 km^2, lo que representa aproximadamente el 18% de la superficie terrestre de la UE. Natura 2000 no es una red de zonas donde esté prohibida la actividad humana sino que, por el contrario, el hombre se considera una parte integral de la naturaleza. Precisamente, muchos lugares de la Red Natura 2000 son valiosos por la manera en que han sido gestionados hasta la actualidad. Por tanto, si bien la Red incluye áreas protegidas, su objetivo principal es asegurar que la gestión del territorio en el futuro sea sostenible, tanto ecológica como económicamente.

La Red Natura 2000 se compone de Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), designados bajo la Directiva Hábitat, y de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que se designan por la Directiva Aves (3) de 1979. Esta última Directiva es la norma legislativa más antigua de la UE en materia de naturaleza, y establece un amplio marco de protección para todas las especies de aves silvestres que viven de forma natural en Europa. La Directiva reconoce que la pérdida y degradación del hábitat es la amenaza más seria para la conservación de las aves, por lo que en ella se hace especial énfasis en la protección de los hábitat de las especies amenazadas y migratorias, precisamente a través de la creación de la red de ZEPA mencionada anteriormente.

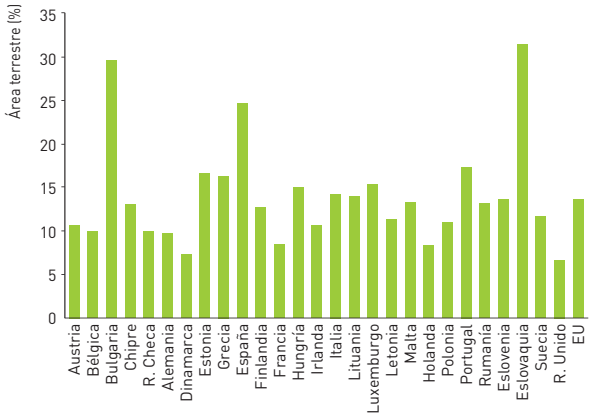
La Directiva Hábitat se compone de dos partes principales: la red de áreas protegidas Natura 2000 y un sistema de protección de especies, de tal forma que la Directiva protege alrededor de 1.000 especies de plantas y animales y alrededor de 200 tipos de hábitat de importancia comunitaria.

En cuanto al medio ambiente marino, la aplicación plena de las Directivas Hábitat y Aves, especialmente en relación con el establecimiento de la Red Natura 2000, representa un reto clave para la política de la UE en los próximos años.

En junio de 2010, trece Estados miembros habían designado más del 13,6% (promedio de la UE) de su territorio como LIC, entre los que destacan Eslovenia (31,4%), Bulgaria (29,6%), y España (24,5%, Figura 2.2.1). En relación con las ZEPA, la media europea está en el 11,8% de superficie, y 14 países han designado más de esta proporción como ZEPA, destacando Chipre (25,9%) Eslovaquia (25,1%) y Eslovenia (23%, Figura 2.2.2). El número de LIC en junio de 2010 era de 22.529, cubriendo un total de 719.015 km^2. Las ZEPA era un total de 5.315, con 593.486 km^2.

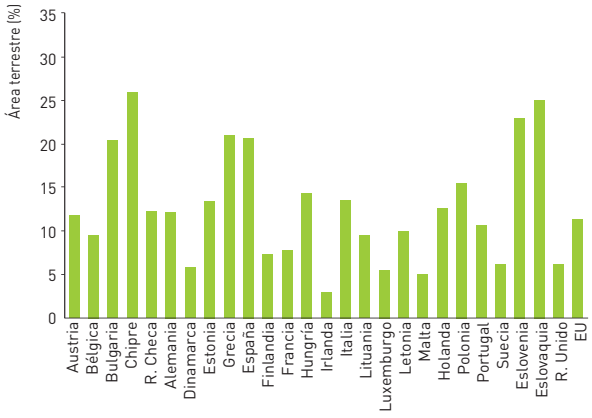
La situación en relación con el establecimiento de Natura 2000 en el medio marino está menos avanzada que en las áreas terrestres. En junio de 2010 había 1.412 LIC marinos que cubrían un total de 132.923 km^2 (Figura 2.2.3). En cuanto a las ZEPA, su número ascendía a 700, ocupando un total de 102.663 km^2 (Figura 2.2.4).

☐ **Figura 2.2.1.** Porcentaje de superficie ocupada por LIC en cada Estado miembro de la UE.



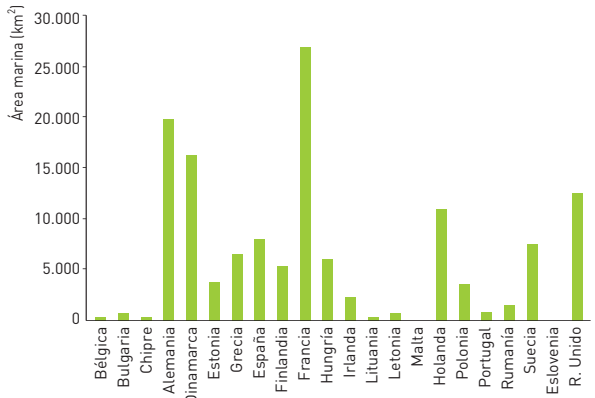
Fuente: SEC (2010) 1163 Final (4).

☐ **Figura 2.2.2.** Porcentaje de superficie ocupada por ZEPA en cada Estado miembro de la UE.



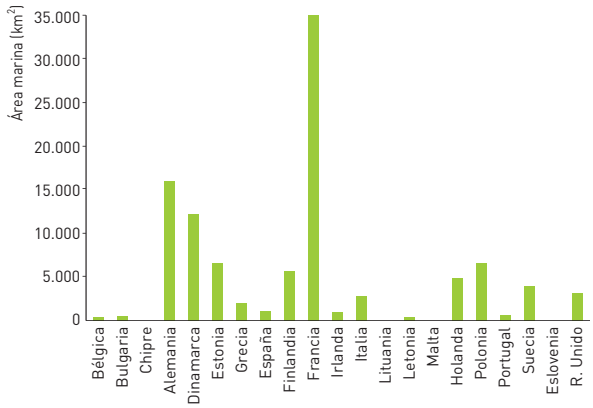
Fuente: SEC (2010) 1163 Final (4).

☐ **Figura 2.2.3.** Superficie ocupada por LIC marinos en cada Estado miembro de la UE.



Fuente: SEC (2010) 1163 Final (4).

☐ **Figura 2.2.4.** Superficie ocupada por ZEPA marinos en cada Estado miembro de la UE.



Fuente: SEC (2010) 1163 Final (4).

Tal y como se pone de manifiesto en la Comunicación de la Comisión Europea *Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010*, de marzo de 2010 (5), las medidas específicas adoptadas con arreglo a la legislación sobre conservación de la naturaleza de la UE han resultado eficaces a la hora de invertir la tendencia a la desaparición de especies y hábitat amenazados, pero ha habido retrasos y problemas en la aplicación, y se han asignado recursos insuficientes para esta labor. La Red Natura 2000 debe completarse en cuanto a su superficie, y debe extenderse en el medio marino. También se requiere un mayor compromiso de los Estados miembros para proponer, designar y gestionar de forma efectiva los lugares incluidos en la Red. Por otra parte, es necesario reforzar la coherencia, conectividad y resiliencia de la Red, incluyendo el apoyo a las áreas protegidas nacionales, regionales y locales. Por último, debe extenderse la utilización de planes de acción para la recuperación de las especies más amenazadas de la UE.

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los mayores focos de atención actual en relación con la Red Natura 2000 es la gestión de los espacios que protege. En un periodo de seis años después de su designación como LIC, los Estados miembros tienen que designar estos lugares como Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y adoptar medidas de conservación que incluyan, en su caso, planes de gestión apropiados y otras medidas que se corresponden con los requerimientos ecológicos de los tipos de hábitat naturales y las especies de interés comunitario. Las ZEPA designadas bajo la Directiva Aves necesitan ser gestionadas de acuerdo con las necesidades ecológicas de los hábitat de las aves. Según las directivas Hábitat y Aves, los objetivos de conservación deben ser alcanzados al mismo tiempo que se cumplen los requerimientos económicos, sociales, culturales y recreativos. Por tanto, la gestión de los lugares de la red Natura 2000 implica trabajar en estrecha relación con los propietarios de los terrenos y otras partes interesadas con el fin de llegar a un consen-

so acerca de las formas más apropiadas de conservar las especies y los hábitat al mismo tiempo que se respeta el contexto socioeconómico y cultural. Las aproximaciones a la gestión integrada de las zonas de Red Natura 2000 deben ser interdisciplinares y en línea con el carácter multifuncional de dichos lugares.

La coherencia e interconectividad del la Red Natura 2000 se trata en el artículo 10 de la Directiva Hábitat, y supone la aplicación de herramientas de adaptación de la biodiversidad al cambio climático, como rutas migratorias, zonas tampón, corredores o pasarelas. En este sentido, la Comisión Europea ha encargado estudios para preparar una Guía sobre el mantenimiento de las características de conectividad del paisaje de mayor importancia para la flora y la fauna silvestres.

ACTIVIDADES EN LA RED NATURA 2000

Agricultura y ganadería. La mayor parte de las zonas agrícolas en Natura 2000 se sitúan en terrenos marginales en los que estas actividades se desarrollan de forma tradicional y perfectamente compatible con la conservación de hábitat y especies, por lo que pueden continuar desarrollándose como hasta ahora. Su designación como RN2000 puede reforzar estas actividades llamando la atención sobre su valor para la sociedad y pueden beneficiarse de fondos europeos para su mantenimiento y reintroducción. El art. 38 del Reglamento 1698/2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del FEADER, establece que se puede indemnizar a los agricultores por los costes adicionales y las pérdidas de ingresos derivados de las dificultades que supone encontrarse en una zona Natura 2000. Además, los Programas de Desarrollo Rural (PDR) pueden considerar las explotaciones en Natura 2000 como prioritarias para la concesión de las ayudas agroambientales, que se otorgarán, según el art. 39 del Reglamento, a aquellos agricultores que suscriban de forma voluntaria compromisos agroambientales.

Pesca. La conservación del buen estado de las especies y hábitat repercute directamente y positivamente en la actividad pesquera. El desarrollo de una pesca sostenible en Natura 2000 permite mejorar el estado de los ecosistemas marinos y los recursos pesqueros, muy afectados en algunos casos, de forma que esta actividad pueda mantenerse a largo plazo y se mejora la percepción por parte de los consumidores.

Silvicultura. Natura 2000 incluye tanto bosques naturales como gestionados. Esta actividad puede mantenerse asegurando el mantenimiento del buen estado de conservación de los bosques. El PDR 2007-2013 designa fondos para propietarios de explotaciones en Natura 2000, que suponen un soporte adicional para el mantenimiento de buenas prácticas voluntarias. El Reglamento 1698/2005 establece que se concederán indemnizaciones por los costes y pérdida de ingresos derivados de las restricciones de la utilización de bosques y superficies forestales en zonas Natura 2000 (art. 46) y ayudas para las inversiones no productivas en RN2000 (art. 49).

Actividades recreativas. La mayoría de las actividades recreativas en Red Natura 2000 son compatibles con esta. La caza no se prohíbe sino que se establece un marco en el que se puedan compatibilizar esta actividad con la conservación a largo plazo. Además, la designación de zonas Natura 2000 puede ser factor de atracción para el turismo, contribuyendo a la diversificación económica y estimulando la inversión, aunque debe asegurarse que se lleva a cabo de una forma sostenible.

Valorización del territorio y otras actividades. Además de estas actividades concretas, de forma general, Natura 2000 contribuye a la valorización del territorio, identificándolo con un espacio de calidad reconocido por la UE, en el que las actividades económicas sostenibles que contribuyen a su conservación y los productos procedentes de estas zonas tienen un valor añadido, lo que puede suponer una ventaja competitiva frente a sistemas más intensivos, diferenciándolos de forma similar a lo que ocurre con las marcas de calidad.

Fuente: MARM (2010) (6).

SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD PARA EUROPA

El Sistema de Información sobre la Biodiversidad para Europa (BISE) opera como punto de entrada único de los datos y la información sobre la biodiversidad en la UE. BISE alberga datos y cifras sobre la biodiversidad y sobre los servicios que prestan los ecosistemas, enlaza con las políticas relacionadas, con los centros de datos medioambientales y con las evaluaciones y los resultados de las investigaciones de distintas fuentes. Por tanto, se trata de una herramienta muy útil para reforzar la base de conocimientos y apoyar la toma de decisiones sobre biodiversidad.

BISE es una alianza entre la Comisión Europea (DG Medio Ambiente, Centro Común de Investigación y Eurostat) y la Agencia Europea de Medio Ambiente. A través de él, la red del Mecanismo de Intercambio de Información europeo se inserta en el contexto del CDB.

http://www.biodiversity.europa.eu/

■ 2.2.2. ECOSISTEMAS EN EL RESTO DE LAS ZONAS RURALES Y EN EL MEDIO MARINO FUERA DE LA RED NATURA 2000

Gran parte del territorio de la UE se dedica a la agricultura, a través de la cual se conservan genes, especies y hábitat. Sin embargo, en las décadas recientes la intensificación y la especialización y, al mismo tiempo, la marginalización e infrautilización del territorio ha resultado en una pérdida significativa de la biodiversidad. La Política Agraria Común (PAC), junto con dinámicas más amplias del desarrollo del sector agrícola, fue una de las causas de este proceso, pero desde 1992 se ha adaptado para integrar mejor las consideraciones relacionadas con la biodiversidad. La nueva Regulación de Desarrollo Rural proporciona un mayor apoyo a la Red Natura 2000, mantiene las medidas agroambientales y los pagos para áreas con dificultades y proporciona una serie de medidas de apoyo a la gestión forestal sostenible. El mayor uso de medidas agroambientales, agricultura y ganadería ecológicas y el apoyo a las áreas menos favorecidas, así como otros instrumentos para fomentar la biodiversidad, han favorecido a ésta en las zonas agrarias.

Todo lo expuesto anteriormente tiene mucho que ver con la coherencia ecológica y la conectividad de la red Natura 2000, que juegan un papel fundamental para asegurar el funcionamiento normal de los ecosistemas. Sin embargo, los hábitat de Europa están cada vez más fragmentados, sobre todo por la intensificación de la agricultura y los cambios de uso del suelo, principalmente la urbanización. Esto hace necesaria la integración de la Red Natura 2000 en el resto del medio rural, mediante la creación de lo que se viene llamando "infraestructura verde para Europa". La infraestructura verde es una red interconectada de espacios naturales, incluidos algunos terrenos agrícolas, vías verdes, humedales, parques, reservas forestales y comunidades de plantas autóctonas, así como espacios marinos que regulan de forma natural los caudales de aguas pluviales, las temperaturas, el riesgo de inundaciones y la calidad del agua, el aire y los ecosistemas. Tiene por objetivo fortalecer a los ecosistemas mediante el desarrollo de una gestión integrada del territorio que proteja y restaure el patrimonio natural de Europa impidiendo la pérdida y la fragmentación de los hábitat.

El desarrollo de la infraestructura verde potenciará la permeabilidad del territorio para las especies migratorias y reconectará hábitat que han sido separados por un uso intensivo del territorio, las infraestructuras de transporte y el desarrollo urbanístico. La infraestructura verde dará lugar a características paisajísticas que garanticen que los ecosistemas puedan continuar proporcionando bienes y servicios, al mismo tiempo que jugará un papel esencial en la mitigación y la adaptación naturales al cambio climático. Un sistema multifuncional como el que se propone a través de esta infraestructura, formado por áreas protegidas y no protegidas, reforzará la resiliencia de los ecosistemas y permitirá la migración, la dispersión y el intercambio genético de las especies silvestres.

La infraestructura verde precisa de aproximaciones integradas de la planificación del territorio, y constituye un elemento fundamental de futuro de la política de biodiversidad de la UE. La Comisión Europea está promoviendo y apoyando intercambios de buenas prácticas como base para una estrategia de la UE sobre infraestructura verde, que se desarrollará después de 2010.

En cuanto al medio marino, la pesca y la acuicultura en la UE han tenido impactos negativos tanto en las especies objeto de pesca como en las especies y los hábitat no comerciales. A pesar de que en los últimos años ha habido progresos en la integración de la biodiversidad en la política de pesca, es aún muy pronto para juzgar su efectividad. Sin embargo, la Política de Pesca Común reformada, cuando haya sido implementada completamente, reducirá la presión de la pesca, mejorando el estado de los stocks y de las especies que no son objeto de pesca. La adaptación de la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/EC) y diferentes regulaciones y estrategias sobre contaminación de las aguas ha reforzado la conservación del medio marino.

Mediante el reglamento comunitario nº 338/97 del consejo, la UE aplica el *Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre* (CITES) desarrollado en la Convención de Washington con el objetivo de controlar las importaciones, exportaciones y movimientos dentro de la UE de aquellas especies animales y vegetales que se consideran una amenaza para los ecosistema europeos.

■ 2.2.3. ESTRATEGIA DE BIODIVERSIDAD DE LA UE, SU PLAN DE ACCIÓN Y EL OBJETIVO DE DETENER LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD PARA 2010

Como Parte Contratante del CDB, la UE adoptó en 1998 la *Estrategia de Biodiversidad de la CE* (7), y posteriormente, en 2001, el primer *Plan de Acción Comunitario de Biodiversidad* (8), ambos con un enfoque hacia la integración de las consideraciones relacionadas con la biodiversidad en otras políticas europeas.

La *Estrategia de Biodiversidad de la CE* tiene por objetivo anticipar, prevenir y atacar las causas de la reducción significativa o pérdida de biodiversidad. La Estrategia constituye una respuesta exhaustiva a los numerosos requerimientos del CDB. Los cuatro Planes de Acción de Biodiversidad (para la Conservación de los Recursos Naturales, para la Agricultura, para la Pesca y para la Cooperación Económica y el Desarrollo), detallan que

acciones deberían tomarse para implementar la Estrategia en áreas específicas de la actividad de la CE.

Los Jefes de Estado y de Gobierno de la UE, en la Cumbre de Primavera en Gotemburgo en 2001, adoptaron el *Objetivo de detener la pérdida de biodiversidad en la UE para 2010 y restaurar los hábitat y los sistemas naturales*. En 2002, en el marco de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, la UE se unió a alrededor de 130 líderes mundiales para acordar reducir significativamente la tasa de pérdida de biodiversidad a nivel global para 2010. El mismo Consejo de Gotemburgo adoptó también la *Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE* que, tal y como se ha indicado anteriormente, tiene entre sus objetivos principales proteger y restaurar los hábitat y los sistemas naturales y detener la pérdida de biodiversidad para 2010. En este Consejo también se aprobó el *Sexto Programa de Acción sobre Medio Ambiente*, que indica las prioridades para la dimensión ambiental de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE, uno de cuyas cuatro prioridades principales es "Naturaleza y biodiversidad". En el Programa de Acción se especifica la implementación plena de la Estrategia de Biodiversidad de la CE y sus Planes de Acción como una medida clave para alcanzar el objetivo de 2010.

En 2004 se celebró la Conferencia de Malahide (Irlanda), un evento clave en la revisión crítica del proceso político de detener la pérdida de biodiversidad para 2010, que reunió a expertos de los sectores más importantes que afectan a la biodiversidad, desde la Comisión Europea hasta los Estados miembros y la sociedad civil. Todos ellos prepararon el *Mensaje de Malahide* (9), detallando objetivos prioritarios, indicadores de progreso y acuerdos de implementación, incluyendo actores clave, mecanismos de coordinación y las necesidades de recursos.

Teniendo en cuenta muchas de las prioridades identificadas en el *Mensaje de Malhaide*, en mayo de 2006 la Comisión Europea adoptó la comunicación *Detener la pérdida de biodiversidad en 2010 - y más adelante: respaldar los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano* (10). La comunicación resaltaba la importancia de la protección de la biodiversidad como un prerrequisito para el desarrollo sostenible, y establecía un detallado *Plan Comunitario de Acción para la Biodiversidad*.

La citada comunicación también destacaba dos amenazas concretas a la biodiversidad de la UE. La primera, la explotación del suelo y su ordenación inadecuada: "los Estados miembros tienen a este respecto una responsabilidad especial para reconciliar las necesidades de explotación y ordenación, mediante una planificación más adecuada, con la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de servicios de los ecosistemas". La segunda es el impacto creciente del cambio climático en la biodiversidad que, según la comunicación, "refuerza el imperativo de actuar con eficacia contra las emisiones de gases de efecto invernadero, más allá de los objetivos del Protocolo de Kioto", además de "apoyar la adaptación de la biodiversidad al cambio climático, garantizando a su vez que las medidas de reducción y adaptación del cambio climático no sean perjudiciales para la biodiversidad".

El *Plan Comunitario de Acción para la Biodiversidad* trata de integrar las consideraciones referidas a la biodiversidad en otros sectores políticos de forma unificada, especificando un plan exhaustivo de acciones prioritarias y señalando la responsabilidad de las instituciones comunitarias y los Estados miembros en relación con cada una de ellas. También contiene indicadores para el seguimiento del progreso y un calendario de evaluaciones. La primera acción identificada en el Plan de Acción es "acelerar los esfuerzos para finalizar la Red Natura 2000, incluyendo una red completa de ZEPA para 2006 y, para 2008, en el ambiente marino; adoptar listas de LIC para 2006 en el ambiente terrestre y, en 2008, para el medio ambiente marino; designar ZEC y establecer prioridades de gestión y las medidas de conservación necesarias para las ZEC (en 2010 y en 2012 para las ZEC marinas); establecer medidas similares de gestión y conservación para las ZEPA (en 2010, para 2012 en las marinas)". La segunda acción es asegurar una financiación adecuada para la Red Natura 2000.

EL PLAN COMUNITARIO DE ACCIÓN PARA LA BIODIVERSIDAD TIENE 10 OBJETIVOS PRIORITARIOS, ENGLOBADOS EN CUATRO ÁREAS POLÍTICAS

Área política 1: biodiversidad y la UE.

1. Salvaguardar las especies y los hábitat más importantes de la UE.
2. Conservar y restaurar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en el resto de las zonas rurales de la UE
3. Conservar y restaurar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en el resto del medio marino de la UE.
4. Reforzar la compatibilidad del desarrollo regional y territorial con la biodiversidad en la UE.
5. Reducir substancialmente el impacto en la biodiversidad de la UE de las especies exóticas invasoras (EEI) y los genotipos exóticos.

Área política 2: la UE y la biodiversidad global.

6. Reforzar substancialmente la efectividad de la gobernanza internacional para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.
7. Reforzar substancialmente la financiación para la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en la asistencia externa de la UE.
8. Reducir substancialmente el impacto del comercio internacional en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas a nivel global.

Área política 3: Biodiversidad y cambio climático.

9. Apoyar la adaptación de la biodiversidad al cambio climático.

Área política 4: La base de conocimientos.

10. Reforzar substancialmente la base de conocimiento para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, en la UE y globalmente.

El Plan de Acción también tiene cuatro medidas de apoyo:

1. Asegurar la financiación adecuada de la biodiversidad.
2. Reforzar el proceso decisorio de la UE para la biodiversidad.
3. Crear asociaciones para la biodiversidad.
4. Mejorar la educación, la concienciación y la participación del público.

El *Informe de Evaluación Intermedia de la Aplicación del Plan de Acción Comunitario para la Biodiversidad* (11), publicado en 2008, constituyó la primera evaluación exhaustiva del progreso desde junio de 2006, tanto a nivel de la UE como de los Estados miembros, e incluyó por primera vez un resumen del progreso de cada Estado miembro. El informe trata cuatro áreas políticas principales: biodiversidad en la UE, la UE y la biodiversidad global, la biodiversidad y el cambio climático y la base de conocimiento.

La principal conclusión del *Informe de Evaluación Intermedia* fue que era muy poco probable que la UE alcanzara su objetivo de detener la pérdida de biodiversidad para 2010, y que serían necesarios intensos esfuerzos en los dos años siguientes, tanto a nivel europeo como de los Estados miembros, para aproximarse al cumplimiento de este objetivo. Según el Informe, el 50% de las especies y, quizás, hasta el 80% de los hábitat incluidos en la Directiva Hábitat, presentan un estado de conservación desfavorable. Por otra parte, el estado de conservación de más del 40% de las especies europeas de aves es desfavorable. Las políticas y legislación de la UE proporcionan ya una fuerte base para tratar el reto de la biodiversidad, pero deben ser implementadas de forma efectiva.

Cabe destacar también que el Informe advertía sobre el hecho de que la ampliación prevista de los cultivos destinados a la producción de biomasa y biocombustibles, aunque permite sustituir los combustibles fósiles y reducir así las emisiones globales de gases de efecto invernadero, puede tener, sin las salvaguardias ambientales adecuadas, un impacto negativo sobre la biodiversidad de la UE.

El informe de evaluación destaca medidas prioritarias para el futuro, que van desde una mayor acción en gestionar y restaurar los lugares de la Red Natura 2000 hasta la restauración de la salud y los servicios de los ecosistemas en el resto de las zonas rurales de la UE y en los medios de aguas continentales y marinas.

En octubre de 2010 se ha publicado un nuevo informe de evaluación del *Plan de Acción de Biodiversidad de la UE* (12,13), según el cual, aunque se ha avanzado mucho en una serie de ámbitos, no se ha alcanzado el objetivo general establecido en materia de biodiversidad para 2010. Las acciones específicas destinadas a invertir la tendencia al declive de especies y hábitat amenazados no han tenido resultados satisfactorios. La Red Natura 2000 se ha extendido de manera significativa, aunque todavía queda mucho por hacer en relación con la gestión efectiva y la restauración de los lugares incluidos en dicha red, con el fin de alcanzar mejoras en el estado de conservación de las especies y hábitat de interés comunitario. Se ha ampliado el ámbito de aplicación de la financiación de LIFE+ para abarcar cuestiones más amplias relacionadas con la biodiversidad y apoyar la aplicación del plan de la UE en favor de la biodiversidad. La nueva Directiva sobre la estrategia marina ha potenciado los esfuerzos destinados a proteger los ecosistemas marinos y de agua dulce. La evaluación contiene información pormenorizada sobre las acciones

emprendidas para detener la pérdida de biodiversidad en cada uno de los veintisiete Estados miembros y a nivel de la UE. Incluye asimismo una síntesis de los resultados obtenidos en cada Estado miembro.

■ 2.2.4. POLÍTICA PANEUROPEA DE BIODIVERSIDAD

La política paneuropea de biodiversidad ha sido desarrollada bajo el proceso *Medio Ambiente para Europa* y, en particular, a través de la *Estrategia Paneuropea de Diversidad Biológica y del Paisaje* (PEBLDS) (14). En 2003, la 5ª Conferencia Ministerial de Medio Ambiente para Europa acordó la Resolución de Kyiv sobre Biodiversidad, que extendió el objetivo de la UE de detener la pérdida de biodiversidad para 2010 a la región paneuropea, con particular interés en Europa del Este, los Balcanes, el Cáucaso y Asia Central. En 2004, el Consejo de Europa, en cooperación con otras organizaciones, tanto gubernamentales como no gubernamentales, tomó la iniciativa de desarrollar la Estrategia Paneuropea de Diversidad Biológica y del Paisaje. La Estrategia introduce un marco de coordinación para reforzar las iniciativas existentes a nivel paneuropeo en relación con la biodiversidad. También tiene por objetivo integrar de forma más efectiva las consideraciones ecológicas en todos los sectores socioeconómicos relevantes, así como aumentar la concienciación y la participación pública en materia de conservación.

El Protocolo de Catagena sobre Bioseguridad, adoptado por las partes de CDB con el propósito de regular los movimientos transnacionales de organismos genéticamente modificados con vistas a proteger la biodiversidad y la salud humana, fue ratificado por la UE el 27 de agosto de 2002 y entró en vigor el 11 de septiembre de 2003.

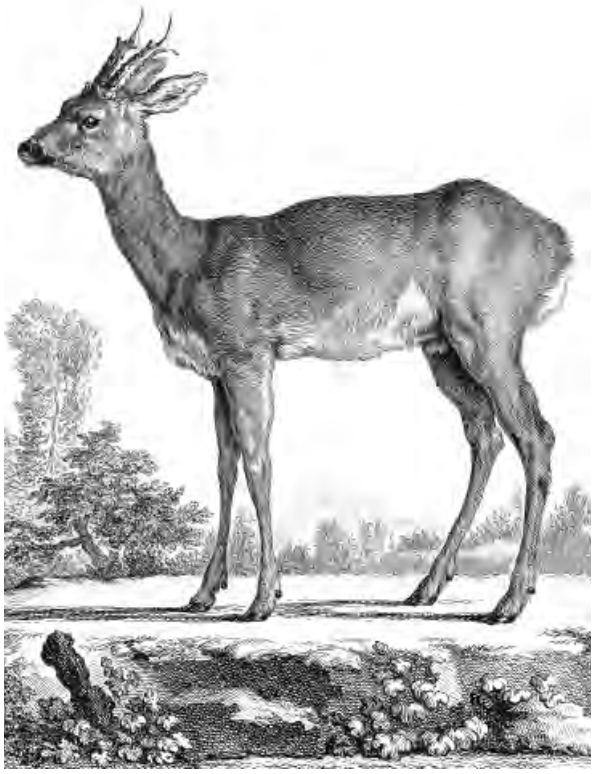
Los Estados miembros de la UE, cuentan con amplias reservas ex situ de especies, subespecies y otras variedades en bancos de semillas, bancos de genes, jardines botánicos y zoológicos. El apoyo de la UE a la conservación ex situ se ha centrado sobre todo en la biodiversidad agrícola a través de iniciativas como el Reglamento relativo a la conservación y caracterización, recolección y utilización de los recursos genéticos del sector agrario, que se creó en 1994 y ha sido revisado recientemente.

■ 2.2.5. VISIÓN Y OBJETIVOS MÁS ALLÁ DE 2010

En marzo de 2009, el Consejo de Medio Ambiente de la UE adoptó unas conclusiones (15) sobre la necesidad de establecer, para mediados de 2010 a más tardar, una visión y unos objetivos más allá de 2010 para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en la UE, contribuyendo asimismo a las deliberaciones a nivel global sobre una visión para la biodiversidad más allá de 2010, como parte de un plan estratégico actualizado con objeto de aplicar el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica.

Como ya se ha comentado anteriormente, en enero de 2010 la Comisión Europea publicó la comunicación *Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010* (5). En esta comunicación la Comisión estableció posibles opciones de futuro para la política de biodiversidad en la UE para el periodo posterior a 2010, proponiendo una visión a largo plazo para la biodiversidad (2050), con cuatro opciones para una meta a medio plazo (2020). En la visión a largo plazo,





"la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas serán preservados, valorados y restaurados en la medida de lo posible por su valor intrínseco, permitiéndoles de esta forma proporcionar soporte a la prosperidad económica y el bienestar humano, y evitar los cambios catastróficos asociados a la pérdida de biodiversidad".

En la comunicación se destacan seis carencias de la política vigente sobre biodiversidad en la UE. La primera es que sigue habiendo algunas deficiencias de aplicación en relación con la Red Natura 2000, debido a retrasos y problemas en la aplicación y la insuficiente asignación de recursos para esta labor. En segundo lugar se destacan las grandes carencias a nivel político y estratégico, sobre todo en relación al desarrollo de estrategias sobre suelos y especies invasoras, así como con respecto a los servicios ecosistémicos, que no podrán garantizarse únicamente con medidas de conservación de la biodiversidad porque muchos de ellos se prestan fuera de los espacios protegidos. Por esta razón, la Comunicación plantea el establecimiento de la "infraestructura verde". En tercer lugar se hace referencia a las carencias en materia de información y conocimientos a todos los niveles. En este sentido se requiere del establecimiento de una base de referencia científica sobre el estado de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en Europa para poder medir los progresos realizados. El concepto de "detener la pérdida" de biodiversidad se interpreta en el sentido de mantener los principales atributos por encima de la base de referencia. También se afirma que es preciso intensificar la investigación para colmar las lagunas de los conocimientos sobre los aspectos económicos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, así como el perfeccionamiento de indicadores que permitan realizar mediciones y determinar la cantidad de presión que puede soportar la biodiversidad antes de que su pérdida sea irreversible. En cuarto lugar se plantea que es necesario reforzar la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en otras políticas, ya que las medidas adoptadas para solucionar problemas planteados en otros ámbitos políticos han sido, en ocasiones, incompatibles con los objetivos en materia de biodiversidad e, incluso, han tenido efectos negativos sobre ellos. En quinto lugar, se menciona la cuestión de la financiación, que requiere de una evaluación adecuada. Se ha realizado una estimación sobre las necesidades financieras para la gestión de los espacios Natura 2000 y los primeros resultados indican que sólo se ha satisfecho el 20% de las necesidades totales. Por último se hace referencia a la cuestión de la equidad en la UE y en el mundo, planteándose la necesidad de un conjun-

to de medidas estratégicas diversificadas en el que se combinen las disposiciones reglamentarias con instrumentos de mercado, con el fin de distribuir mejor la carga de afrontar el reto de la pérdida de biodiversidad. En relación con este aspecto también se aboga por una aplicación reforzada del pago por los servicios ecosistémicos por parte de los que los disfrutan para remunerar a los propietarios de los terrenos que los prestan.

En enero de 2010 se celebró en Madrid la Conferencia *Meta y visión post-2010 en materia de biodiversidad. El papel de las Áreas Protegidas y de las Redes Ecológicas en Europa*, en la que participaron más de 500 delegados de toda Europa. El resultado final de la conferencia fue el documento de las *Prioridades de Cibeles: para la pérdida de biodiversidad en Europa*, que constituyó la base para las propuestas que España, como Presidencia de la UE, presentó al resto de los Estados miembros como punto de partida para establecer la posición de la UE en el debate global de adopción de una Meta post-2010 en materia de biodiversidad.

PRIORIDADES DE ACTUACIÓN POLÍTICA DE CIBELES

1. Incorporar los objetivos y metas para la biodiversidad como parte de la Estrategia de la Unión Europea para el 2020, que remplazará a las Estrategias de Gotemburgo y de Lisboa.
2. Asegurar el pago por servicios de los ecosistemas.
3. Profundizar en la integración de la biodiversidad en las políticas agrícolas, pesqueras, de energía, de transporte y de desarrollo.
4. Aplicar plenamente las Directivas de Aves y de Hábitat de la Unión Europea y completar el establecimiento de las Redes Natura 2000 y Esmeralda.
5. Preservar el medio marino.
6. Tomar urgentemente medidas concretas tanto en los ámbitos de la UE como paneuropeo para abordar eficazmente los problemas de deforestación y degradación de bosques, suelos y recursos hídricos, y la introducción de especies exóticas invasoras.
7. Apoyar el establecimiento y gestión de espacios protegidos y redes ecológicas en terceros países.
8. Potenciar la incorporación de los conocimientos científicos en los procesos de toma de decisiones políticas.
9. Reformar el sistema global de gobernanza medioambiental.
10. Establecer planes de acción Europeos para alcanzar la meta del 2020.

En sus conclusiones del 15 de marzo de 2010 (16), el Consejo de Medio Ambiente acordó una nueva visión a largo plazo y una meta principal a medio plazo para la biodiversidad en la UE para el periodo más allá de 2010. El nuevo objetivo es "Detener la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos en la UE de aquí a 2020 y restaurarlos en la medida de lo posible, así como intensificar la contribución de la UE para evitar la perdida de biodiversidad en todo el mundo".

El Consejo también desarrolló la posición de la UE en las negociaciones internacionales sobre biodiversidad bajo el CDB, basándose en las conclusiones previas sobre este tema adoptadas en diciembre de 2009. Estas conclusiones destacan que los objetivos globales post-2010 acordados en la COP10 en Nagoya en octubre de 2010, deben ser reconocidos y acogidos por las partes interesadas en los sectores clave implicados, y que deberán ser adoptados al más alto nivel político. En relación con el acceso a los recursos genéticos y el reparto de beneficios (ABS), las conclusiones explicitan por primera vez la necesidad de adoptar un Protocolo para el CDB, con provisiones legalmente vinculantes y no legalmente vinculantes.

El Consejo de Europa de 20 de marzo de 2010, en sus conclusiones, se ha comprometido a la visión post-2010 y la meta para la biodiversidad de la UE establecida en las conclusiones del Consejo de Medio Ambiente del 15 de marzo y ha remarcado la necesidad urgente de revertir la continua tendencia de pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas.

La **política de la UE en materia de Cooperación al Desarrollo** integra la biodiversidad como un elemento esencial para la erradicación de la pobreza. En particular, la UE, dentro de su política de Cooperación fomenta el uso sostenible de los recursos naturales obtenidos de bosques , pastizales y ecosistemas marinos y costeros. Junto a estas medidas, también desarrolla proyectos de mejora de las capacidades en conservación y uso sostenible de la biodiversidad, así como la coordinación de políticas a fin de conseguir una ejecución coherente del CDB.

2.3 Estrategias y marco normativo sobre biodiversidad en España

Los inicios de la legislación ambiental española moderna en materia de conservación de la naturaleza se dan a principios del siglo XX con la declaración del parque nacional de la montaña de Covadonga en julio de 1918, que convirtió a Asturias en una región pionera en la protección de los espacios naturales. Posteriormente, en 1930, se produce la declaración en la provincia de Madrid de tres espacios naturales protegidos: los Sitios Naturales de Interés Nacional de La Pedriza del Manzanares y de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara, y el Monumento Natural de Interés Nacional de la Peña del Arcipreste de Hita.

Pero más allá de estas leyes de declaración de espacios protegidos, merece la pena destacar la promulgación en 1925 de la Real Orden Circular de 16 de diciembre que estableció con carácter obligatorio la protección de animales y plantas y declaró de utilidad las asociaciones que tuviesen por fin divulgar y arraigar dicha protección.

Si bien estas referencias sitúan el inicio de la legislación ambiental moderna en España, hay que esperar hasta la aprobación de la Constitución Española para encontrar la protección jurídica del medio ambiente como un bien colectivo reconocido en beneficio directo de la calidad de vida de los ciudadanos y por el que el estado debe velar.

Es por tanto en la Constitución Española y, en concreto, en su art. 45, donde se ve plasmado el derecho de todos los españoles a disfrutar de un medio ambiente adecuado para el desarrollo de la persona, así como el deber de conservarlo.

Artículo 45. 2. Los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva.

Pero si la Constitución Española supone la incorporación del derecho ambiental al marco normativo español, no podemos olvidar que el prolífico desarrollo durante estos últimos 30 años ha tenido como impulso fundamental la entrada de España en la UE como muestra el hecho de que la inmensa mayoría de la legislación desarrollada e implantada en España sea producto de la transposición de directivas europeas.

La abundante legislación medioambiental existente en España en la actualidad procede, en su mayoría, de una época muy reciente coincidente en primera instancia con la promulgación de la Constitución Española y con posterioridad con la incorporación de nuestro país a la actual Unión Europea (UE).

Por último, se debe tener en cuenta que en el desarrollo de la legislación en materia de medio ambiente y más en concreto de la conservación del medio natural y la biodiversidad, ha jugado un papel esencial el estado de las autonomías y el reparto competencial que se ha producido al amparo de éste. La Constitución española en su artículo 149.1.23 recoge, como competencia exclusiva del Estado, la "legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas (CCAA) de establecer normas adicionales de protección" permitiendo que las CCAA puedan desarrollar esta legislación básica además de asumir competencias de gestión.

■ 2.3.1. LEY 42/2007 DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad deroga y sustituye a la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre. Su elaboración supuso la realización de una de las medidas principales propuestas en la *Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica*.

La Ley tiene como objetivo la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad y en ella se integran normas de carácter internacional así como líneas de trabajo y objetivos inspirados en el CDB y en otros compromisos internacionales.

Entre los principios inspiradores de la Ley se encuentran la conservación de la biodiversidad y de la geodiversidad, la utilización ordenada de los recursos naturales para garantizar el aprovechamiento sostenible del patrimonio natural, la integración de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales, la precaución en las intervenciones que puedan afectar a los espacios naturales y/o especies silvestres y la garantía de la información y participación de los ciudadanos en el diseño de políticas. Un principio inspirador a destacar es el de la prevalencia de la protección ambiental sobre la ordenación territorial y urbanística, en este sentido la Ley establece un instrumento específico que garantiza dicha protección, los planes de ordenación de los recursos naturales (PORN). Éstos prevalecerán sobre instrumentos de ordenación territorial y urbanística siempre y cuando entre ellos existan contradicciones; además, dichos instrumentos de ordenación territorial deberán adaptarse al PORN correspondiente.

■ 2.3.2. PLAN ESTRATÉGICO ESTATAL DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD

El *Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad* es el instrumento que crea la Ley 42/2007 para la planificación del patrimonio natural y de la biodiversidad, con el objetivo de promover la conservación, el uso sostenible y, en su caso, la restauración del patrimonio, de los recursos naturales terrestres y marinos y de la biodiversidad y de la geodiversidad. El Plan contendrá un diagnóstico y definirá objetivos, acciones y criterios para el logro de sus fines.

■ 2.3.3. INVENTARIO ESPAÑOL DEL PATRIMONIO NATURAL Y DE LA BIODIVERSIDAD

El *Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad* es otro instrumento contemplado en la Ley 42/2007. Está en proceso de elaboración y deben ser el MARM, las Comunidades Autónomas y diferentes instituciones científicas las que se encarguen de elaborarlo.

La Ley 42/2007 establece que el objetivo del Inventario es recoger la distribución, abundancia, estado de conservación y utilización de los elementos del patrimonio natural, haciendo especial hincapié en aquellos elementos que necesiten medidas específicas de conservación o que estén declarados de interés comunitario.

El contenido del inventario incluirá los siguientes elementos:

- El Catálogo Español de Hábitat en Peligro de Desaparición.
- El Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial incluyendo el Catálogo Español de Especies Silvestres Amenazadas.
- El Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.
- El Inventario Español de Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y Áreas protegidas por instrumentos internacionales.
- El Inventario y la Estadística Forestal Española.
- El Inventario Español de Bancos de Material Genético referido a especies silvestres.
- El Inventario Español de Caza y Pesca.
- El Inventario Español de Parques Zoológicos.
- El Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos al patrimonio natural y la biodiversidad.
- Un Inventario de Lugares de Interés Geológico representativo, de al menos, las unidades y contextos geológicos recogidos en el Anexo VIII.
- Un Inventario Español de Hábitat y Especies marinos.
- Inventario Español de Zonas Húmedas.

Además de estos elementos, el Inventario incluirá un sistema de indicadores con el objetivo de mostrar de forma sintética sus resultados al conjunto de la sociedad y de que estos sean incorporados a los procesos de toma de decisiones. A través de este sistema de indicadores y de los datos del Inventario se elaborará un informe de carácter anual sobre el estado y evolución del patrimonio natural y de la biodiversidad.

Uno de los elementos de mayor interés del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad es la generación de un Sistema de Información Integrado que contenga y haga accesible la información del Inventario, para constituir el principal instrumento para el conocimiento y planificación del patrimonio natural y la biodiversidad a nivel nacional en España.



2.4. Estrategias y marco normativo sobre biodiversidad en las CCAA

El desarrollo de las políticas de protección y conservación de los Espacios Naturales en España se inició en 1916, con la promulgación de la primera Ley de Parques Nacionales. Sobre la base de esta ley se declararon los primeros Parques Nacionales en España: el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga y el Parque Nacional del Valle de Ordesa (1918).

La promulgación de la Constitución española de 1978 (CE) comportó la distribución competencial de la potestad normativa, de tal forma que, el artículo 149.1.23 de la CE recoge, como competencia exclusiva del Estado, la "legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección".

Por otro lado, el art. 148-1.9 de la CE, prevé que las Comunidades Autónomas (CCAA) puedan asumir competencias con relación a "la gestión en materia de protección del medio ambiente". Pero el proceso de formación del estado de las autonomías contemplado en nuestra Carta Magna generó que los Estatutos de Autonomía originales ofrecieran diferencias notables en cuanto a las competencias ambientales, diferenciando dos grandes grupos.

Por un lado la Comunidades denominadas históricas (Cataluña, País vasco y Galicia), junto con aquellas que se constituyeron de acuerdo con lo estipulado en el art. 151 de la CE, como fue el caso de Andalucía, Navarra, Comunidad Valenciana y Canarias (que asumieron el mismo nivel competencial de forma indirecta mediante el desarrollo de leyes orgánicas), asumieron desde un principio el desarrollo legislativo y la ejecución de la legislación básica del Estado; así como la potestad de desarrollo de normas adicionales de protección del medio ambiente.

Las diez restantes CCAA, de acuerdo con el art. 148-1º,9- CE, sólo asumieron la ejecución de la legislación básica, lo que supuso que únicamente pudieron dictar reglamentos de organización administrativa en la materia, sin poder dictar reglamentos sustantivos hasta trascurridos 5 años desde la constitución de la CA, momento en que se igualaron las competencias autonómicas en materia de medio ambiente mediante la reforma de los Estatutos.

Así pues, aún cuando en la actualidad todas las CCAA gozan de las mismas competencias, el inicio ha supuesto diferencias en el actual desarrollo de la legislación autonómica.

Posteriormente, se han reformado, de nuevo, algunos de los Estatutos, pero en general, estas reformas no han afectado al esquema competencial.

Al margen del reparto competencial entre el Estado y las Comunidades Autónomas, según los artículos 25 y 26 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local, las entidades locales asumen entre sus títulos específicos la gestión y protección ambiental para aquellos municipios de más de 50.000 habitantes.

Históricamente, la legislación sobre conservación de la naturaleza se ha basado, por un lado, en la conservación de las especies y por otro, en la conservación de determinados territorios de extensión y características variables.

Las CCAA han dedicado mayores esfuerzos en el desarrollo de figuras de protección y en la conservación de territorios. En los últimos años, han centrado sus esfuerzos en la elaboración de las listas de lugares a incluir en la Red Ecológica Europea Natura 2000 tal como se muestra en la Tabla 2.4.1:

☐ **Tabla 2.4.1.** Superficie ocupada por espacios naturales protegidos (ENP) y Red Natura 2000 en las CCAA.

Comunidad autónoma	Superficie ENP (ha)	Superficie ENP (%)	Superficie RN2000 (ha)	Superficie RN2000 (%)	Superficie ENP + RN2000 (ha)	Superficie ENP + RN2000 (%)
Andalucia	1.630.375	18,6	2.588.300	29,5	2.618.327	29,9
Aragon	155.513	3,3	1.354.455	28,4	1.357.412	28,4
Asturias (Principado de)	237.086	22,4	285.699	26,9	305.458	28,8
Balears (Illes)	74.548	14,9	114.982	22,9	135.621	27,0
Canarias	302.606	40,7	347.997	46,8	367.370	49,4
Cantabria	194.812	36,5	147.082	27,6	194.882	36,5
Castilla y Leon	629.622	6,7	2.461.735	26,1	2.464.183	26,2
Castilla La-Mancha	326.394	4,1	1.838.569	23,2	1.848.771	23,3
Cataluña	1.007.895	31,3	979.111	30,4	1.036.826	32,2
Comunitat Valenciana	233.473	10,0	871.923	37,5	906.523	39,0
Extremadura	314.496	7,5	1.257.521	30,2	1.276.297	30,6
Galicia	364.039	12,3	355.119	12,0	370.588	12,5
Madrid (Comunidad de)	113.520	14,1	319.586	39,8	325.166	40,5
Murcia (Región de)	78.299	6,8	279.358	24,4	290.665	25,4
Navarra (Com. Foral de)	84.905	8,2	252.567	24,3	262.145	25,2
Pais Vasco	99.149	13,7	145.120	20,1	164.142	22,7
Rioja (La)	166.318	33,0	167.533	33,2	167.618	33,2
Ceuta (Ciudad Autónoma de)	0	0,0	630	30,6	630	30,6
Melilla (Ciudad Autónoma de)	0	0,0	54	3,9	54	3,9

Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de MARM (2010).
Nota: La Superficie ENP + RN2000 representa la unión de los dos tipos de protección, lo que incluye las zonas de "solape" (áreas protegidas tanto por ENP como por RN2000), por lo que el total no es la suma directa de la superficie protegida por ENP y la superficie protegida por RN2000.

A continuación se expone el desarrollo normativo y las principales herramientas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en cada una de las CCAA, a partir de la información recogida a través de un cuestionario que fue remitido a las CCAA y de la documentación publicada por éstas al respecto.

ANDALUCÍA

El estatuto de autonomía de Andalucía desde un primer momento asumió en exclusiva la competencia en materia ambiental dedicando un especial interés a lo relacionado con los espacios naturales protegidos y la conservación de la biodiversidad. Desde entonces, Andalucía ha dictado un buen número de leyes de Protección Ambiental de alcance general, de declaración de espacios protegidos y una ley de inventario de espacios naturales. A estas se debe añadir la Ley reguladora de la ordenación del territorio de Andalucía.

Las principales leyes promulgadas en Andalucía en conservación de la biodiversidad y espacios naturales son las siguientes:

- Ley 2/1989 por la que se aprueba el Inventario de Espacios protegidos de Andalucía y reestablecen medidas adicionales para su protección.
- Ley 2/1992 forestal de Andalucía. El decreto 208/1997 aprobó el reglamento forestal de Andalucía.
- Ley 7/1994 de protección ambiental, es el verdadero corazón del derecho ambiental autonómico. Esta ley ha sido modificada por la ley 12/1999 de turismo y la ley 8/2001 de carreteras de Andalucía.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la Flora y la Fauna Silvestres.
- Decreto 118/90 por el que se aprueban las directrices regionales del litoral de Andalucía.
- Decreto 83/1995 por el que se acuerda la formulación del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía.
- Decreto 178/2006, de 10 de Octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.

En la actualidad está próxima la publicación del Decreto por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitat que desarrollará reglamentariamente la Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la Flora y la Fauna Silvestres y en el que, entre otros aspectos, se establecerá el Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial que quedará incluido en el nuevo Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas.

También se hallan en trámite de audiencia diez Planes de Recuperación y Conservación de Especies de Flora y Fauna Silvestre Amenazadas, dando cumplimiento al art. 56 de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

Espacios naturales protegidos

La Red de ENP de Andalucía (RENPA) cuenta actualmente con 154 ENP que, en conjunto, abarcan casi 1,8 millones de ha, lo que supone más del 20% de la superficie de Andalucía y del orden del 30% del total de la superficie protegida de España. Por tipo de figura de protección, se distribuyen del siguiente modo:

- 2 Parques Nacionales.
- 24 Parques Naturales.
- 28 Reservas Naturales.
- 40 Monumentos Naturales.
- 2 Paisajes Protegidos.
- 32 Parajes Naturales.
- 21 Parques Periurbanos.
- 5 Reservas Naturales Concertadas.

En cuanto a los espacios incluidos en la Red Natural 2000, Andalucía cuenta con 195 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y 63 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Se significa que sobre cada uno de los espacios que integran la RENPA puede recaer más de una de las categorías, figuras o designaciones de protección posibles.

Otras figuras de protección de espacios son: 9 Reservas de la Biosfera (MaB UNESCO), 25 Sitios Ramsar o Humedales de Importancia Internacional (Convenio Ramsar), 4 Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (Convenio de Barcelona), 2 Geoparques (UNESCO) y 1 Patrimonio de la Humanidad (UNESCO)

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

La Consejería de Medio Ambiente viene ejecutando e impulsando desde hace varios años, diferentes Programas de Conservación o Reintroducción de las especies de fauna y flora silvestres consideradas prioritarias e incluidas con las máximas categorías de protección en el *Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas*. En la actualidad, se hallan en ejecución los siguientes:

- Programa de actuaciones para la conservación del salinete en Andalucía.
- Programa de actuaciones para la conservación de poblaciones de murciélagos cavernícolas en la comunidad autónoma andaluza.
- Programa de actuaciones para la conservación y uso sostenible de los caracoles.
- Programa de Conservación y Gestión de las poblaciones de cangrejo de río autóctono en Andalucía.
- Programa de actuaciones para la conservación y gestión de los invertebrados amenazados de Andalucía.
- Programa de actuaciones para la conservación del aguilucho cenizo.
- Programa de actuaciones para la conservación del ibis eremita.
- Programa de reintroducción del quebrantahuesos en Andalucía.
- Propuesta de reintroducción del águila pescadora en Andalucía.
- Programa para la restauración de la nidificación de la tortuga boba en el litoral andaluz (en colaboración con el CSIC).
- Programa de recuperación de los artales en Andalucía.
- Proyecto de actuaciones de mejora y recuperación para *Abies pinsapo* en las provincias de Cádiz y Málaga.
- Plan de recuperación de los enebrales costeros.
- Programa de actuaciones para la conservación de pteridófitos en Andalucía.
- Programa de actuaciones para la conservación y recuperación de bosques islas.
- Programas provinciales de conservación de la flora amenazada.
- Proyecto de restauración, regeneración y protección de tejedas en Andalucía.
- Programa de recuperación de flora de altas cumbres de Andalucía.
- Programa Andaluz para el control de Especies Exóticas Invasoras.
- Estrategia Andaluza para el control de venenos.
- Programa de corrección de tendidos eléctricos para avifauna.
- Programa de Seguimiento de Fauna Silvestre.
- Plan Andaluz de Humedales.
- Plan de Conservación y uso sostenible de setas y trufas de Andalucía.
- Programa de Gestión Sostenible del Medio Marino.

Planes y proyectos futuros

Dentro de los planes y proyectos futuros, destaca la próxima publicación de la Estrategia Andaluza para la gestión integrada de la Biodiversidad y la Estrategia Andaluza de gestión integrada de la Geodiversisidad.

ARAGÓN

La CA de Aragón se constituyó por la Ley Orgánica 8/1982, de 10 de agosto, de Estatuto de Autonomía para Aragón. El articulo 36.2 c) del estatuto en su versión originaria, sólo confería a la CA competencias ejecutivas en materia de protección del medio ambiente al amparo de lo previsto en el artículo 148.1.9 de la CE. Tras la reforma estatutaria aprobada mediante Ley Orgánica 6/1994, asumió las competencias completas, lo cual supuso la capacidad de desarrollo de la legislación básica estatal. No obstante, la actividad legislativa de las Cortes de Aragón en materia de medio ambiente puede tildarse de escasa.

En el caso de la ordenación de competencias en la CA de Aragón, se debe destacar el papel que desempeñan las comarcas, a las que el gobierno de Aragón transfiere un importante numero de funciones ejecutivas relacionadas con los ENP, la erosión de los suelos, la caza y la pesca, así como la formación y sensibilización social y participación ciudadana en las cuestiones ambientales.

Dado el desarrollo competencial que ha tenido lugar en Aragón, en un principio sólo se pueden encontrar leyes declarativas de espacios naturales singulares. Posteriormente, la regulación del régimen especial de protección de los ENP y de la áreas naturales, se concretó tras la primera reforma estatutaria, con la Ley 6/1998 de Espacios naturales protegidos de Aragón (LENPA) que incluía las categorías de parques, las reservas, los monumentos y paisajes de conformidad con la legislación estatal.

En materia de espacios protegidos, Aragón, al igual que el resto de las CCAA que tuvieron un desarrollo legislativo en función de la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, (que crea el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas y habilita a las CCAA para la creación de catálogos similares de ámbito autonómico), en 1995 publicó el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, que regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.

Además de estas dos referencias legales, dentro del desarrollo normativo de Aragón, podemos destacar:

- Ley 7/2006, de 22 de junio, de protección ambiental de Aragón.
- Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.
- Decreto 245/2007, de 2 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la tenencia y uso de aves de presa en la comunidad autónoma de Aragón.
- Decreto 102/2009, de 26 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la autorización de la instalación y uso de comederos para la alimentación de aves rapaces necrófagas con determinados subproductos animales no destinados al consumo humano y se amplía la Red de comederos de Aragón.

Espacios naturales protegidos

En el momento de las transferencias sólo existían dos ENP en Aragón: el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y el Parque Natural de la Dehesa del Moncayo.

En estos momentos se está ultimando el Anteproyecto de Ley de Espacios Naturales Protegidos de Aragón. Una vez concluido y aprobada la correspondiente Ley, Aragón contará con un marco de referencia unificado para los actuales y futuros ENP.

Al amparo de las figuras de la Ley 4/1989, se declararon nuevos ENP: Monumentos Naturales de los Glaciares Pirenaicos (1990), Parque de la Sierra y Cañones de Guara, Reserva de los Galachos de La Alfranca de Pastriz, La Cartuja y El Burgo de Ebro (1991), Parque de Posets-Maladeta (1994) y Paisaje Protegido de los Pinares de Rodeno (1995). En 1998 se declaró el Parque Natural del Moncayo, ampliando el anterior.

En el año 2004, la entrada en vigor de la Ley 8/2004, supone la creación de la Red Natural de Aragón, en la que se integran, los ENP de Aragón, los humedales de importancia internacional incluidos en el Convenio RAMSAR; las Reservas de la Biosfera; los espacios incluidos en la Red Natura 2000; los humedales y arboledas singulares y cualquier otro hábitat o elemento que se pueda identificar como de interés natural en la comunidad autónoma de Aragón.

☐ **Tabla 2.4.2.** Superficie de ENP y Red Natura en Aragón.

Figura de protección	Superficie en ha	% respecto al total de Aragón
Parque Natural	119.111	2,50%
Reserva Natural Dirigida	2.880	0,06%
Paisaje Protegido	40.758	0,85%
Monumento Natural	3.877	0,08%
Parque Nacional	15.608	0,33%
Reserva de la Biosfera	51.396	1,08%

Figura de protección	Superficie en ha	% respecto al total de Aragón
Refugio de Fauna Silvestre	1688	0,04%
Total ENP	235.318	4,93%
ZEPA	840.182	17,61%
LIC	1.046.100	21,92%
LIC+ZEPA	1.361.200	28,52%

Fuente: Elaboración OSE a partir del Catálogo de espacios naturales de Aragón.

Actualmente la Red Natura 2000 en Aragón está constituida por 201 espacios que, con sus 1.361.200 ha, ocupan el 28,5% del territorio de la CA.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

La mencionada Ley 4/1989 establece además que la inclusión de una especie, subespecie o población en el Catálogo de Especies Amenazadas (nacional o autonómico) exige la redacción de un Plan de Acción.

En este sentido Aragón ha desarrollado planes de recuperación para quebrantahuesos, Margaritifera auricularia, el cangrejo de río común *(Austropotamobius pallipes)*, el Crujiente *(Vella pseudocytisus subsp. Paui)*, el alarba *(Krascheninnikovia ceratoides)*, el Zapatito de dama *(Cypripedium calceolus)* y *Borderea chouardii*.

PRINCIPADO DE ASTURIAS

Asturias parece enfrentada a una eterna disyuntiva entre su condición netamente industrial y su naturaleza. La comunidad autónoma, que ha hecho bandera de sus privilegiados paisajes y de tener un 35% de su territorio sometido a protección ambientales, al tiempo, y pese a su condición uniprovincial, la segunda comunidad española que más residuos peligrosos genera.

El Principado de Asturias, instituido por la Ley Orgánica 7/1981, de 30 de diciembre, de Estatuto de Autonomía para Asturias, ha dictado leyes tendentes a la protección medioambiental, considerando entre las mismas cinco leyes atinentes a diversos aspectos de la caza y de la pesca, así como una ley reguladora del abastecimiento y saneamiento de aguas.

La creación de parques y reservas naturales, la extensión de los tres macizos de los Picos de Eruopa del antiguo parque nacional de la montaña de Covadonga, la inclusión de la ría del Eo en la lista de humedales de importancia internacional, las distintas medidas de protección de su flora y fauna, con la elaboración a partir de 1990 de catálogos regionales de especies amenazadas, sirvieron de estándares al resurgir de una conciencia naturalista, que se acrecentó con la concesión por la UNESCO como reservas de la biosfera al Parque natural de Somiedo y a la Reserva Natural Integral de Muniellos en 2000 y al Parque natural de Redes en 2001.

La ordenación de los espacios naturales en Asturias se rige básicamente por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, norma básica del Estado Español, y por la Ley autonómica 5/1991 de Protección de los Espacios Naturales. Sin embargo, el instrumento clave en esta materia es el Decreto 38/1994, de 19 de mayo, que desarrolla el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Asturias (PORNA).

El PORNA supuso, por primera vez, la realización de un análisis de la biodiversidad ambiental de Asturias y el diseño de una red de espacios protegidos que incluyese la mayor parte de la misma. El PORNA es el documento marco para la protección de los recursos naturales en Asturias, sentando los criterios básicos para la protección.

La Ley 5/1991 de protección de espacios naturales, es el instrumento jurídico general para la conservación y gestión específica de los espacios naturales del Principado de Asturias, reproduciendo los principios y reglas establecidos en la legislación básica. En esta ley se definen las medidas para la conservación del medio natural asturiano, la clasificación de los distintos espacios naturales protegidos, según sus elementos y finalidades diferenciadores y las normas para ordenar adecuadamente su gestión, orientada hacia la protección, conservación, restauración y mejora de los mismos.

En relación con la protección de especies y sobre la base de las Directrices de la Ley Estatal 4/89, el Principado de Asturias desarrolló, en el año 1990, su primer catálogo de fauna amenazada, el cual recogía 20 especies de fauna vertebrada organizadas en cuatro categorías.

Además de la Ley 5/1991, dentro del desarrollo normativo que se ha producido en Asturias, destacan:

- Decreto 65/1995, de 27 de abril, de creación del Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora y las normas para su protección.

· Decreto 24/1991, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Caza.
· Decreto 32/1990, de 8 de marzo, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Fauna Vertebrada del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección.
· Ley 2/1989, de 6 de junio, de caza.
· Ley 9/2006, de 22 de diciembre, de modificación del artículo 34.2 de la Ley del Principado de Asturias 5/1991, de 5 de abril, de protección de los espacios naturales.
· Ley 5/1991, de 5 de abril, de protección de espacios naturales.

Espacios naturales protegidos

Con la declaración del parque nacional de la montaña de Covadonga en julio de 1918 Asturias se convirtió en una región pionera en la protección de los espacios naturales. En lo referente a parques, se encuentran declarados, el parque nacional de los Picos de Europa (Ley 16/95), el parque natural de Somiedo (Ley 2/88) el parque natural de Redes (Ley 8/96), el parque natural de las Fuentes del Narcea, Degaña e Ibias (Ley 12/2002), el parque natural de Ponga (Ley 4/2003) y el parque natural de Peña Ubiña-La Mesa (Ley 5/2006).

Pero además, la Sierra del Sueve también está incluida en la denominada Red Natura 2000 debido a su declaración como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) en aplicación de la normativa que desarrolla la Directiva Hábitat.

Tras las primeras declaraciones de Somiedo y Redes en 1988 y 1996 respectivamente, la declaración del Parque Natural de la Ubiñas-La Mesa en el año 2006, vino a completar el sistema regional de Parques Naturales. Por lo que respecta a las reservas naturales, todas han sido declaradas o incorporadas en otras figuras de protección. Asimismo, las previsiones en relación con los Monumentos Naturales se finalizaron en el año 2006.

En total, actualmente existen en Asturias 59 ENP, que suponen una superficie total de 228.879 ha, lo que representa un 21,6% del territorio, porcentaje muy superior a la media del conjunto nacional, situada en torno al 10%.

En este periodo Asturias también ha asumido la constitución de la Red Natura 2000, que ha supuesto la declaración de 49 LIC y 13 ZEPA lo que supone una superficie de 239.433,31 ha, que representan un 28,78 % y un 22,66% del total de la superficie asturiana respectivamente.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

El Principado de Asturias ha reglamentado muy distintos planes de manejo, conservación y gestión de especies de flora y fauna. En cuanto a fauna, continua vigente el *Catálogo regional de especies amenazadas de la fauna vertebrada del principado de Asturias* contenido en el decreto 32/1990 y que recoge 20 especies. Desde su aprobación, la declaración de los instrumentos de conservación y destino de especies ha tenido lugar de forma constante, siendo la Lamprea la única especie catalogada que no cuenta con su plan de conservación. Dentro de los planes desarrollados podemos destacar:

· Plan de manejo del Avión zapador.
· Plan de manejo de la Nutria.
· Plan de manejo del Murciélago.
· Plan de manejo del Paiño común
· Plan de manejo del Alimoche común.
· Plan de manejo del Cormorán
· Plan de manejo del Azor.
· Plan de manejo del Halcón peregrino.
· Plan de conservación del Oso pardo.
· Plan de conservación del Águila real
· Plan de conservación del Lobo.

En atención a la flora, las especies protegidas se encuentran recogidas en el *Catálogo regional de especies amenazadas de flora del principado de Asturias*. Este catálogo recoge 63 especies. Respecto a los planes de manejo de desarrollados destacan los de alcornoque, tejo, encinas y acebo.

Planes y proyectos futuros

Dentro de los planes y proyectos futuros en Asturias destacan:

· Entrada en funcionamiento del Centro de Gestión y Recuperación de Fauna.
· Aprobación de los planes de gestión de espacios Red Natura para su declaración como ZEC.

· Programa de conservación in situ del Urogallo cantábrico.
· Programa de reintroducción del quebrantahuesos en el área de Picos de Europa.
· Actuaciones para la mejora de los hábitat del Oso pardo y del Urogallo cantábrico.
· Presentación de Proyecto LIFE+ Conservación de hábitat y taxones en los LIC costeros y fluviales de Asturias.

ILLES BALEARS

Las islas Baleares, al igual que la mayoría de las restantes CCAA, accedieron a la autonomía por el procedimiento ordinario previsto en los artículos 143 y 146 de la CE. Esto supuso la subordinación originaria de la asunción competencial al techo establecido en el artículo 148.1 de la CE, que en materia de medio ambiente limitaba la competencia autonómica a la función ejecutiva. Con posterioridad a este momento inicial, el estatuto de autonomía ha sido objeto de dos destacas modificaciones a través de las leyes orgánicas 9/1994 y 3/1999. El resultado ha sido dotar a la CA de capacidad para, además de la ejecución, proceder al desarrollo legislativo en las materias de protección del medio ambiente, normas adicionales de protección, espacios naturales protegidos y ecología.

En las islas Baleares, la discusión sobre la necesidad de preservar los espacios naturales frente a los procesos de desarrollo urbanístico constituye una constante en los debates de las instituciones públicas. Esta fuerte tensión se entiende claramente por la percepción de finitud que provoca el hecho insular, junto con la realidad de los acelerados procesos de expansión urbanística, especialmente vinculados con la expansión turística.

Ante esta tensión constante, la acción de los poderes públicos ha estado en parte condicionada por una función completa en materia de urbanismo y ordenación del territorio, frente a una función solamente ejecutiva en materia de medio ambiente en su primera etapa, ampliada ya con la modificación del estatuto de autonomía al desarrollo de la legislación básica del estado y el dictado de normas adicionales de protección en una segunda etapa.

De esta forma, la primera ley que se aprueba es la Ley 1/1984 de ordenación y protección de las áreas naturales de interés especial. Conforme a esta ley, durante los años posteriores se llegaron a aprobar 12 leyes autonómicas, declarando tantos espacios naturales como áreas naturales de especial interés. A la Ley 1/1984, le sigue la Ley 1/1991 de espacios naturales y de régimen urbanístico de las áreas de especial protección de las Islas Baleares.

El último hito destacable es la entrada en vigor de la Ley 5/2005 para la conservación de los espacios de relevancia ambiental. Con esta norma se completa el bloque normativo para la protección de los espacios naturales, con la nueva ley se amplia la tipología de los espacios naturales protegidos añadiéndose a las categorías de la Ley 4/1989 las dos nuevas de paraje natural y lugar de interés científico y microreservas.

Dentro de este desarrollo normativo destacan las siguientes leyes y decretos dictados por el Govern Balear:

· Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (BOIB núm. 85 de 4 de juny de 2005).
· Llei 17/2001 de 19 de desembre, de protecció ambiental de Ses Salines d'Eivissa i Formentera (BOIB núm. 156, de 29 de desembre de 2001).
· Llei 10/2003, de 22 de desembre de mesures tributàries i administratives (disposició addicional setzena. BOIB núm. 179 EXT de 29 de desembre de 2003).
· Llei 5/2005, de 26 de maig, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (disposició addicional segona i tercera i disposició derogatòria. BOIB núm. 85 de 4 de juny de 2005).
· Decret llei 3/2009 de 29 de maig de mesures ambientals per impulsar les inversions i l'activitat econòmica a les Illes Balears (disposició transitòria tercera). (BOIB núm. 78, de 30 de maig de 2009).
· Llei 6/2009, de 17 de novembre, de mesures ambientals per impulsar les inversions i l'activitat econòmica a les Illes Balears (disposició transitòria tercera). (disposició transitòria tercera). (BOIB núm. 172, de 24 de novembre de 2009).
· Llei 6/1991. Protecció dels Arbres Singulars de les Illes Balears.
· Llei 6/2006. Llei de Caça i Pesca Fluvial de Balears.
· Decret 75/2005. Creació del Catàleg Balear d'espècies amenaçades i àrees biològiques crítiques. Creació del CAFFIB.

Espacios naturales protegidos

Los espacios naturales protegidos son las zonas terrestres y marinas de las Islas Baleares declaradas como tales en la forma prevista en la Llei 5/2005, per a la conservació dels espais de rellevància ambiental (LECO), atendiendo a la representatividad, singularidad, fragilidad, o interés de sus elementos o sistemas naturales.

Baleares presenta un total de 100.028 ha protegidas entre marinas y terrestres, lo que representa el 14, 8% de la superficie total de la CA, por encima de la media del estado español estimada en un 10%.

Si a esta superficie le sumamos la correspondiente a la Red Natura 2.000 nos encontramos con que la superficie protegida en Baleares asciende hasta el 27,1%.

□ **Tabla 2.4.3.** Superficie de ENP y Red Natura en Islas Baleares.

	Superficie en ha	% respecto al total de Aragón
Superficie terrestre protegida	74.311	14,82%
Superficie marina protegida	25.717	
Superficie terrestre protegida (ENP + Red Natura)	135.877	27,10%

Fuente: Elaboración OSE a partir de Espais de Natura Balear.

En cuanto a la conservación de la biodiversidad, según se indica por los especialistas, la comunidad balear no ha conocido la desaparición de ninguna especie animal o vegetal. Sin embargo, también es cierto que existen muchas poblaciones significativamente reducidas, resultado principalmente de la introducción de especies alóctonas, alteración de hábitat por desarrollos urbanísticos-turísticos y el uso de venenos.

La preocupación por la conservación de las especies ha experimentado un claro avance durante los últimos años habiéndose desarrollado importantes acciones que van desde la realización de estudios sobre el estado de situación y distribución, pasando por las actuaciones de recuento y seguimiento, hasta culminar en la elaboración de 10 Planes de Flora y los 15 de Fauna:

· Pla de recuperació de les Saladines *(Limonium spp.)* del Prat de Magalluf.
· Pla de maneig del Teix *(Taxus baccata)* a l'Illa de Mallorca.
· Pla de recuperació de *Vicia bifoliolata.*
· Pla de recuperació de *Thymus herba-barona subsp. bivalens.*
· Pla de recuperació de *Apium bermejoi.*
· Pla de recuperació de *Limonium barceloi.*
· Pla de recuperació de *Limonium magallufianum.*
· Pla de conservació de la flora del Puig Major.
· Pla de recuperació de *Euphorbia margalidiana.*
· Pla de recuperació de *Pinus pinaster.*
· Aplicació del pla de conservació de la Gavina roja *(Larus audouinii).*
· II Pla de recuperació del Ferreret *(Alytes muletensis).*
· II Pla de recuperació del Virot petit *(Puffinus mauritanicus).*
· Pla Homeyer. Recuperació d'Aus aquàtiques catalogades En perill d'Extinció de les Balears.
· Pla balear de maneig de la Gavina roja *(Larus audouinii)* i del Corb marí *(Phalacrocorax aristotelis).*
· Pla de conservació de la Miloca *(Neophron percnopterus)* a Balears.
· Pla de conservació de l'Àguila peixatera.
· Pla de conservació de la Rata pinyada de cova *(Miniopterus schreibersii).*
· Pla de conservació de la tortuga mora *(Testudo graeca).*
· Pla de maneig del Voltor negre *(Aegypius monachus).*
· Pla de recuperació del Virot petit *(Puffinus mauritanicus).*
· Pla de recuperació del milà *(Milvus milvus).*
· Pla de reintroducció de l'àguila coabarrada *(Heriaetus fasciatus).*
· Pla de conservació de l'Àguila Peixatera *(Pandion haliaetus).*

CANARIAS

Al igual que ocurre en la comunidad balear, la insularidad, vinculada a la realidad del sector turístico como factor básico en la economía de Canarias, ha determinado una significativa preocupación por las medidas de protección medioambiental.

La CA de Canarias se constituyó por la Ley Orgánica 10/1982, de 10 de agosto, de Estatuto de Autonomía para Canarias. Desde su constitución, el Parlamento de Canarias ha aprobado un número considerable de leyes, incluyendo la Ley de Ordenación del Territorio de Canarias, cuyo articulado comprende una regulación integral de la ordenación del territorio y el urbanismo en relación con la protección del medio ambiente en el archipiélago.

Con estos antecedentes, al igual que en Baleares, la política sobre el territorio, ha estado siempre presente en la preocupación pública de Canarias, esa preocupación se pone de manifiesto con la declaración de varios parques nacionales que han convertido a Canarias en la región con mayor número de parques nacionales del estado.

Ya en una etapa autonómica, comienzan a adoptarse medidas de declaración de determinados ENP y en 1987 se declara el 40% del territorio protegido.

En 1994 se dicta la primera norma de ENP, pero mientras por un lado se está produciendo este desarrollo normativo, por otro se está desarrollando una política urbanística expansiva ligada, principalmente, al desarrollo del sector turístico. Así, desde las 288.000 plazas hoteleras que existían al principio de la década de los 90, ascienden hasta las 350.000 a final de esta década, habiéndose clasificado suelo para uso turístico con la posibilidad de desarrollar hasta 850.000 plazas más. Este hecho, junto con la necesidad de infraestructuras sociales, hizo que se planteara la necesidad de ralentizar el crecimiento urbanístico ligado al turismo.

En cuanto a la protección de la fauna y flora la normativa autonómica más importante viene constituida por el decreto 151/2001 por el que se crea el *Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias*. También se han adoptado normas para solucionar problemas puntuales, como el decreto 178/2000, por el que se regulan las actividades de observación de cetáceos.

Otras leyes y decretos promulgados en Canarias a destacar son los siguientes:

- Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias, excepto sus disposiciones adicionales.
- Decreto 6/1997 de 21 de Enero, por el que se fijan las directrices formales para la elaboración de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales.
- Decreto 127/2001, de 5 de junio, por el que se regulan las Directrices de Ordenación.
- Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias.
- Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.
- Ley 7/1998, de 6 de julio, de Caza de Canarias.
- Decreto 42/2003, de 7 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 7/1998, de 6 de julio, de Caza de Canarias.

Espacios naturales protegidos

Desde los años 70 se han venido produciendo las primeras declaraciones de ENP, constituidos por los parques nacionales. Desde la declaración del parque nacional del Teide en 1954, la Caldera de Taburiente y Timanfaya en 1974 y el de Garajonay en 1981. Ya en 1986 la CA declaró mediante el decreto 89/1986 el parque natural de los islotes del norte de Lanzarote y de los riscos de Famara. A partir de 1987, la CA, a través de la Ley 12/1987, declara protegido el 40,4% del territorio de Canarias (301.162 ha). A través de la Ley 12/1994 se establece el régimen jurídico de dichos espacios y se reclasifican de conformidad a las categorías de la Ley estatal 4/1989 de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, constituyéndose los espacios naturales de Canarias de 9 reservas naturales integrales, 17 reservas naturales especiales, 8 parques naturales, 8 parques rurales, 46 monumentos naturales, 30 paisajes protegidos y 69 sitios de interés científico.

Finalmente, destacar que la Ley 6/2003 incorpora el Barranco de Venequera al parque rural del Nublo en Gran Canaria incrementando la superficie protegida de la isla.

El 28 de diciembre de 2001, la Comisión Europea aprobó la declaración de los 174 Lugares de Importancia Comunitaria (LIC), que habían sido propuestos por la CA de Canarias, a través del estado español. Posteriormente, en el primer semestre de 2006, el Gobierno de Canarias propuso la designación de tres nuevos LIC.

Con anterioridad a la designación de LIC, en la CA se habían declarado 28 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). A finales de 2006, por acuerdo del Gobierno de Canarias, se ha aprobado la propuesta de 15 nuevas áreas para su designación como ZEPA, ampliándose además las superficies de 12 de las anteriormente designadas.

A finales de 2009 se aprobó el Decreto 174/2009 por el que se declaran las Zonas Especiales de Conservación (ZEC), que coinciden en un 89% con los ENP previstos en el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias, aprobado por Decreto Legislativo 1/2000, por lo que cuentan ya con las medidas de protección recogidas en los instrumentos de planeamiento de los citados Espacios Naturales, además de las establecidas en los planes de recuperación o conservación de especies.

El gobierno de Canarias aprobó la propuesta de los LIC en 1999 incluyéndose un total de 174 espacios de los que 149 son terrestres, 22 marinos y 3 mixtos. La superficie ocupada es de 283.627 ha (38,1% de la superficie canaria), mientras que la marina es de 176.537 ha.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

Canarias cuenta con una rica biodiversidad, que se concreta tanto en número de especies existentes (12.661 especies

terrestres y 5.232 especies marinas), como en lugares que contienen hábitat de importancia nacional e internacional. Existen más de 5.000 especies de insectos, de las que más de la mitad son endémicos. El 65% de las especies o subespecies de aves son propias de las islas. Pero hay grupos en donde estas proporciones son aún mayores: casi todas las especies de caracoles terrestres (mas de 250) y reptiles canarios no viven en otro lugar del mundo.

En definitiva, puede afirmarse que en Canarias vive más del 50% de la flora endémica de España y que cuenta además con casi el 70% de la flora en peligro de extinción y más de la mitad de la avifauna canaria está amenazada.

Con la entrada en vigor del *Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias* (CEAC), se han realizado distintos proyectos encaminados a aumentar el grado de conocimiento sobre la distribución y estado de conservación de los distintos taxones amenazados. Destaca la puesta en marcha del Programa de Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas (SEGA) promovidos por el Gobierno de Canarias, así como el proyecto Atlas de Flora Amenazada (AFA) promovido por el Ministerio de Medio Ambiente.

En el año 2001 se aprobó el Decreto 151, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias, en el cual se incluyeron un total de 450 taxones en las categorías de «en peligro de extinción», «sensible a la alteración de su hábitat», «vulnerable» y «de interés especial».

Desde entonces, los planes de conservación de especies que se encuentran aprobados y los que se encuentran en trámite son los siguientes:

· Plan de Recuperación de la bencomia herreña, *Bencomia sphaerocarpa*.
· Plan de Recuperación de la rejalgadera de Doramas, *Solanum vespertilio doramae*.
· Plan de Recuperación de la yerbamuda de Jinámar, *Lotus Kunkelii*.
· Plan de Recuperación del colino majorero, la conservilla majorera y el cardo de Jandía.
· Plan de Recuperación de la escobilla de Guayadeque, *Kunkeliella canariensis*.
· Plan de Recuperación de jarillas de Guinate, *Helianthemum bramwelliorum*, y de *Famara, Helianthemum gonzalezferreri*.
· Plan de Recuperación del cabezón herreño, *Cheirolophus duranii*.
· Plan de Conservación del Hábitat del tajinaste azul de La Gomera, *Echium acanthocarpum*.
· Plan de Conservación del Hábitat del canutillo de Sabinosa, *Silene sabinosae*.
· Plan de Recuperación de la jarilla de Agache, *Helianthemum teneriffae*.
· Plan de Recuperación del picopaloma, *Lotus berthelotii*, y pico de El Sauzal, *Lotus maculatus*.
· Plan de Recuperación de la piñamar, *Atractylis preauxiana*.
· Plan de Recuperación del guirre, *Neophron percnopterus*.
· Plan de Conservación del Hábitat de la cuernúa, *Caralluma burchardii*.
· Plan de Recuperación del pico de fuego, *Lotus pyranthus*, y del picocernícalo, *Lotus eremiticus*.
· Plan de Recuperación del cardo de plata, *Stemmacantha cynaroides*, y de la jarilla de cumbre, *Helianthemum juliae*.
· Plan de Recuperación del lagarto gigante de La Gomera, *Gallotia bravoana*.
· Plan de Recuperación del pinzón azul de Gran Canaria, *Fringilla teydea polatzeki*.
· Plan de Recuperación del lagarto gigante de El Hierro, *Gallotia simonyi*.

CANTABRIA

La localización biogeográfica, el potencial bioclimático y la disposición orográfica del territorio de Cantabria configuran un amplio escenario capaz de generar la alternancia de diferentes formaciones vegetales con una gran variedad florística que dan lugar a distintos biotopos, refugio de abundante fauna, proporcionando así distintos hábitat y, en definitiva, constituyendo un auténtico almacén de diversidad biológica fundamental para el desarrollo de procesos ecológicos esenciales para la vida.

La trascendencia territorial y generacional queda puesta de manifiesto al constatar que, los montes cántabros suponen más de las 2/3 partes del territorio regional, casi la mitad de ellas arboladas.

Aunque la actual redacción del título competencial no menciona expresamente los ENP, la CA tiene asumidas las competencias ejecutivas y de desarrollo de la legislación básica del estado.

De Las leyes aprobadas por la CA de Cantabria tendentes a la preservación del medio ambiente destacan las siguientes:

· Ley de Cantabria 4/2006, de 19 de mayo, de Conservación de la Naturaleza.
· Ley de Cantabria 12/2006, de 17 de julio, de Caza.
· Ley de Cantabria 3/2007, de 4 de abril, de Pesca en Aguas Continentales.

A partir de esas normas básicas, se han desarrollado diversos Decretos y Órdenes, entre los que el más importante es el Decreto 120/2008, de 4 de diciembre por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria.

Espacios naturales protegidos

En este momento, la Red de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria está integrada por 36 Espacios, de los cuáles 7 derivan de figuras propias de la legislación española y 29 espacios derivados de las Directivas Aves y Hábitat de la Unión Europea (Red Natura 2000); de ellos, 21 son Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) y 8 Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA).
Los Espacios de la Red, son:

- 1 Parque Nacional (Picos de Europa, compartido con Asturias y con Castilla y León).
- 5 Parques Naturales.
- 1 Monumento Natural.
- 8 Zonas de Especial Protección para las Aves.
- 21 Lugares de Importancia Comunitaria.

La CA de Cantabria es, actualmente, una de las regiones de España con mayor porcentaje de territorio incluido en alguna de las categorías de protección establecidas en la Ley 4/89. Actualmente, existen siete espacios naturales protegidos (ENP), representando un total de 55.950 ha, aproximadamente el 10,5% del total de la región.

☐ **Tabla 2.4.4.** Superficie de ENP y Red Natura en Cantabria.

Figura de protección	Superficie en ha
Parque Nacional de los Picos de Europa	15.381
Parque Natural	42.172
Monumento Natural	2,4
ZEPA	79.110
LIC	137.549

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria.

Por último, la CA tiene definida un área de protección del Oso pardo (518 km^2), sobre la que se aplica el plan de recuperación del Oso aprobado por el decreto 34/1989.

Con el mismo objetivo de protección de espacios naturales, pero desde la óptica de la ordenación del territorio, por la Ley de Cantabria 2/2004, se aprobó el Plan de Ordenación del Litoral (POL), que pretende frenar la degradación de la franja costera, muy deteriorada por el crecimiento urbanístico de los pueblos.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

A escala regional, se ha desarrollado la Ley 3/92 de Protección de los Animales, que pretende adaptar la normativa en materia de conservación de la fauna silvestre a las características sociales y económicas regionales. La Ley cuenta con un Reglamento de desarrollo (Decreto 46/1992, de 30 de abril) y, en el título relativo a la fauna silvestre, dota normativamente a Cantabria del *Catálogo Regional de Especies Amenazadas*, actualmente aún por definir. Del mismo modo, la Ley 6/84, de 29 de octubre, de Protección y Fomento de las Especies Forestales Autóctonas de Cantabria y su Reglamento (Decreto 82/85, de 29 de noviembre, modificado por Decreto 21/89, de 6 de abril), establece la necesidad de proteger aquellos ejemplares arbóreos que, por sus características, sean representativos de las distintas especies forestales presentes en Cantabria. De esta manera se crea el Inventario de Árboles Singulares.

Actualmente, existe desarrollo normativo regional relativo a la ordenación del territorio y urbanismo. La Ley 2/2001 de Ordenación Territorial y Régimen Urbanístico del Suelo de Cantabria establece categorías de protección para el suelo rústico: suelo rústico de protección ordinaria y suelo rústico de especial protección, sin embargo es necesaria su complementación a partir de una legislación forestal regional.

Las principales dificultades con que se encuentra en la actualidad la gestión de los espacios protegidos en Cantabria son debidas, entre otras causas, a la ausencia de una legislación autonómica propia adaptada a las necesidades y peculiaridades de la región.

En cuanto a la diversidad de la flora y fauna silvestre de Cantabria, existen importantes lagunas de conocimiento en grupos completos como los invertebrados y debe señalarse la enorme diversidad de especies que alberga el territorio cántabro, sin duda alguna favorecida por la complejidad del relieve, situación biogeográfica y, afortunadamente, un buen nivel

de conservación del medio natural. Por ofrecer algún dato comparativo, de las aproximadamente 550 especies de vertebrados terrestres que, según el *Inventario Nacional de Biodiversidad* se han descrito en España, cerca de 300 están presentes en Cantabria. Es decir, cerca del 55% de representación para un territorio que supone escasamente el 1% de la superficie nacional.

La DGMCN ha llevado a cabo diversas actuaciones en materia de protección del Oso pardo cantábrico y el Urogallo. Por otro lado, se han realizado estudios de la población de Águila real, Águila perdicera, Halcón peregrino, Alimoche, Buitre leonado y Nutria.

Por lo que respecta a la flora, tempranamente se dictó la Ley de Cantabria 6/1984 de protección y fomento de especies forestales autóctonas, que dispuso la elaboración de programas de ordenación y aprovechamiento de las masas forestales autóctonas. En cuanto a la actividad desarrollada, destacar la declaración del Tejo como especie forestal protegida. La elaboración del inventario abierto de árboles singulares de Cantabria, y la declaración del monumento natural de las sequoias del monte cabezón (D 41/2003).

Actualmente, se encuentra pendiente la elaboración en Cantabria de un Catálogo Regional de especies de flora amenazada. Del mismo modo no se dispone de cartografía de detalle de los diferentes taxones de vegetación de Cantabria, endemismos, especies más amenazadas o sensibles, hábitat catalogados como prioritarios por la Directiva 43/92/CEE o la flora de interés botánico o medicinal, entre otros.

Por el tratamiento dispensado a las especies destaca el Oso pardo sobre el que se ha aprobado un plan de recuperación y actualmente el Urogallo sobre el que se desarrolla un proyecto LIFE de conservación y recuperación de la especie en colaboración con las CCAA de Asturias, Galicia y Castilla y León.

CASTILLA Y LEÓN

Hasta la publicación de la Ley Orgánica 11/1994, de 24 de Marzo que modificó el estatuto de autonomía original, Castilla y León no asumió como competencias de desarrollo normativo de la legislación básica del Estado en materia de "normas adicionales de protección del medio ambiente"; correspondiendo, también a la comunidad autónoma la potestad reglamentaria, la gestión y la función ejecutiva, incluyendo la inspección.

Finalmente, la Ley Orgánica 4/1999, de 8 de enero modifica por segunda vez el Estatuto Castellano y Leonés; únicamente supuso una redacción más depurada para establecer claramente las competencias de la comunidad autónoma en materia de protección del medio ambiente y de los ecosistemas.

Desde este momento, el desarrollo normativo en protección de la biodiversidad y los espacios naturales, ha supuesto la promulgación de un discreto marco normativo dentro del cual podemos destacar:

- Ley 4/2006, de 25 de mayo, de modificación de la Ley 4/1996, de 12 de julio, de Caza de Castilla y León.
- Ley 9/2008, de 9 de diciembre, de modificación de la Ley 6/1992, de 18 de diciembre, de Protección de los Ecosistemas Acuáticos y de Regulación de la Pesca en Castilla y León.
- Decreto 194/1994, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Catálogo de Zonas Húmedas y se establece su régimen de protección.
- Decreto 341/1991, de 28 de noviembre, por el que se establece el régimen de protección del acebo *(Ilex aquifolium)* en el territorio de la Comunidad de Castilla y León.
- Decreto 329/1991, de 14 de noviembre, sobre restauración de Espacios Naturales Afectados por Actividades Mineras
- Ley 8/1991, de 10 de mayo, de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León
- Decreto 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora.
- Decreto 63/2003, de 22 de mayo, por el que se regula el Catálogo de Especímenes Vegetales de singular relevancia de Castilla y León y se establece su régimen de protección.
- Decreto 108/1990, de 21 de junio, por el que se establece un estatuto de protección del Oso pardo en la Comunidad de Castilla y León y se aprueba el plan de recuperación del Oso pardo.
- Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León.

Espacios naturales protegidos

Como ya se ha apuntado en otras ocasiones a lo largo del capítulo, es con la Ley de Conservación de la Naturaleza de 1989

cuando se produce un verdadero cambio, con la apertura del campo de la conservación a una diversidad de figuras, aplicables en diferentes casos, en función del grado de importancia o singularidad de sus valores y de los usos humanos en ellas desarrollados. Dicha ley estableció cuatro categorías básicas de protección: Parques, Reservas Naturales, Monumentos Naturales y Paisajes Protegidos, con la pretensión de que las distintas administraciones autonómicas las tuvieran en cuenta a la hora de configurar sus propias redes regionales de espacios protegidos.

Casi inmediatamente después de que entrara en vigor esta ley estatal de conservación de la naturaleza, en 1990 se declaran en Castilla y León dos Monumentos Naturales, los lagos glaciares leoneses de La Baña y Truchillas y el Parque de las Hoces del Río Duratón (Segovia). A esta ley sigue la primera norma autonómica en la materia, la Ley 8/1991 de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León, marco de referencia de las políticas de espacios protegidos en esta región. Pero se tuvo que esperar hasta el año 2002 para ver el nacimiento de un Plan global como es el "Programa Parques Naturales de Castilla y León", que define una estrategia de desarrollo socioeconómico sostenible para las áreas protegidas de la Comunidad, no sólo basándose en sus recursos naturales, sino también en el resto de los recursos que atesoran (patrimonio histórico, artístico, cultural, etnográfico, artesanal, literario,...).

En la actualidad Castilla y León, cuenta con 25 espacios naturales protegidos, con una superficie superior a las seiscientas mil hectáreas (631.619ha). A ellos habrá que unir, 83.761ha correspondientes al futuro Parque Natural de Sierra de Guadarrama (Segovia-Ávila) y los parques de Valles de Babia y Luna (León) o Sabinares del Arlanza (Burgos).

En lo que respecta a la Red Natura 2000, el 26,13% del suelo regional está incluido en la red. Se trata de una importante representación de nuestro territorio que alberga áreas desde las montañas cantábricas, como Picos de Europa o Fuentes Carrionas, a las montañas del límite meridional, como las sierras de Guadarrama o Gredos, pasando por las llanuras cerealistas del interior, Villafáfila, sin olvidar la rica red fluvial o los bosques isla de Torozos y el Cerrato.

Muchos de los espacios protegidos de la Red Natura 2000 en Castilla y León son zonas con problemas de despoblación, en los que existe un sector agrario con fuertes dificultades de competitividad. Además, un número importante de los hábitat de interés comunitario están ligados a usos tradicionales agrícolas, ganaderos o forestales, actualmente en franca regresión, y que si dejasen de practicarse producirían efectos negativos en esos hábitat.

En Castilla y León se han declarado 70 Zonas de Especial Protección para las Aves con una superficie de 1.997.970,62 ha, que supone el 21,20% del territorio regional y 120 Lugares de Importancia Comunitaria que con una extensión de 1.890.597 ha representan el 20,07% de la comunidad. Como consecuencia de todo ello, el 26,13% (2.462.000 ha) de la comunidad está incluido en Red Natura 2000.

☐ **Tabla 2.4.5.** Superficie Red Natura en Castilla y León.

	LIC			ZEPA			NATURA 2000	
	Número	Superf. (ha)	%	Número	Superf. (ha)	%	Superf. (ha)	%
Ávila	11	209.090	38,40	15	284.945	35,40	340.753	42,33
Burgos	10	261.979	18,33	27	304.045	21,27	317.802	22,24
León	14	395.937	25,41	17	398.373	26,57	461.217	29,80
Palencia	6	157.331	19,54	12	108.650	13,49	186.683	23,18
Salamanca	11	214.013	17,33	13	229.873	18,61	279.287	22,61
Segovia	7	156.000	22,54	15	162.899	23,54	179.524	25,94
Soria	8	138.654	13,45	18	195.421	18,96	232.698	22,58
Valladolid	11	151389	18,67	14	34.782	4,29	174.474	21,51
Zamora	10	213.690	20,22	17	171.593	16,26	289.288	27,38
Total	70	1.997.971	21,20	120	1.890.597	20,07	2.461.706	26,13

Fuente: : Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales de Castilla y León.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

En lo referente a la gestión de la biodiversidad, lo primero que se ha de tener en cuente es que de las 474 especies de vertebrados terrestres presentes en la España peninsular, 393 están presentes en Castilla y León, es decir el 82,9%.

En cuanto al grado de amenaza que manifiesta dicha biodiversidad en Castilla y León están presentes 8 especies catalogadas como en "peligro de extinción", entre las que sobresalen el águila imperial, el oso pardo cantábrico, el urogallo cantábrico, el visón europeo y la cigüeña negra. De igual manera significar que 9 especies están catalogadas como "vulnerables", donde destaca el águila perdicera.

En lo referente al patrimonio vegetal, en Castilla y León existen más de 3.000 especies vegetales vasculares, de las que 225

son endemismos ibéricos. Otros, por el contrario, son especialmente escasos y sensibles, como las turberas o los matorrales yesosos de las cuestas de los páramos o las formaciones ligadas a afloramientos salinos o a cuencas endorreicas.

En Castilla y León, desde 1990, se han aprobado planes de este tipo para el oso pardo, el águila imperial, la cigüeña negra, el águila perdicera, el lobo y el urogallo cantábrico. En los planes con una cierta duración, los resultados, en general, han sido esperanzadores, habiéndose alcanzado o superado los objetivos previstos (especialmente relevantes son los casos del oso pardo o el águila imperial), aunque deba continuarse con la aplicación de las medidas que han demostrado su efectividad. Sin embargo hay especies, como el águila perdicera, cuya evolución no es tan positiva y los esfuerzos a su favor tienen que continuar. Además se han puesto en marcha programas de conservación específicos con estas y otras especies en algunas zonas, como es el caso del visón europeo en Burgos, el carricerín cejudo en Palencia o avutarda y cernícalo primilla en Villafáfila.

CASTILLA-LA MANCHA

La defensa del medio ambiente y de los recursos naturales ha servido de importante bandera para la afirmación de una identidad política propia en Castilla-La Mancha, como muestran los conflictos de las Hoces del Cabriel o los de los trasvases del Tajo Segura.

El originario estatuto de Castilla-La Mancha atribuía el desarrollo legislativo y ejecución de la legislación básica en materia de montes y aprovechamientos forestales, espacios naturales protegidos y régimen de zonas de montaña y la función ejecutiva en materia de protección del medio ambiente, del entorno natural y del paisaje.

Tras la primera reforma estatutaria en 1997, se eleva la protección del medio ambiente y los ecosistemas a una competencia de desarrollo legislativo y ejecución en el marco de la legislación básica. Es a partir de este momento cuando empieza a notarse la actividad propia de la CA a nivel normativo y gestor.

De acuerdo con estos antecedentes, las principales leyes aprobadas por la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha en materia de la protección del medio ambiente son las siguientes:

- Ley 9/1999, de 26 de mayo, de Conservación de la Naturaleza.
- Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres.
- Ley 41/1997, de 5 de noviembre, por la que se modifica la Ley 4/1989.
- Ley 3/2006, de 05-10-2006, por la que se modifica la Ley 2/1993, de 15 de julio de Caza de Castilla-La Mancha.
- Decreto 33/2003, de 25 de marzo, por el que se modifica el Reglamento general de caza.
- Decreto 162/1995, de 24 de octubre sobre la utilización de los caminos y vías de uso público en terrenos sometidos a régimen cinegético especial.
- Decreto 200/2001, de 6 de noviembre, por el que se modifica el Catálogo Regional de Especies Amenazadas.
- Decreto 33/1998, de 05-05-98, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha.
- Ley 9/1999, de 26 de mayo, de conservación de la naturaleza.
- Ley 2/88, de 31 de mayo, de Conservación de Suelos y Protección de las cubiertas vegetales naturales.
- Ley 1/1992, de 7 de mayo, de Pesca Fluvial (DOCM, 24 de julio de 1992).

Espacios naturales protegidos

Hasta la promulgación de la Ley 9/1999 de conservación de la naturaleza, la CA se valió de la legislación básica del estado para llevar adelante su política de protección de hábitat.

Desde su promulgación, se han declarado por decreto en torno a 45 microreservas, 6 reservas fluviales, 38 ZEPA, 23 monumentos naturales, 1 paisaje protegido, 72 LIC y 8 Planes de recuperación de especies.

También forman parte de la Red de Espacios Naturales los espacios naturales declarados en el territorio de Castilla-La Mancha en aplicación de la Ley 4/89, de 27 de marzo, de Conservación de la Naturaleza, formando parte de la misma los parques nacionales.

Se incluyen también aquellas figuras resultantes de la aplicación de la legislación de caza y pesca de Castilla-La Mancha tales como los Refugios de Fauna y los Refugios de Pesca, así como aquellas figuras de protección que la Ley de Conservación de la Naturaleza de Castilla-La Mancha denomina Zonas Sensibles y los espacios naturales que surgen por aplicación de las Directivas Europeas de Aves (79/409/CEE) y de Hábitat (92/43/CEE). Se integrarán de esta forma los LIC, las ZEPA y las figuras que resulten de la aplicación efectiva en la gestión de conservación de especies protegidas como las Áreas Críticas.

Por último, también se integran las Áreas Forestales, destinadas a la conservación de recursos naturales y aquellas otras que declare el Consejo de Gobierno de Castilla- La Mancha (corredores biológicos, normas o convenios, etc.).

☐ **Tabla 2.4.6.** Superficie de ENP y Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha.

Categoría	Superficie declarada total (ha)
Parque Nacional	255.317
Reserva Natural	21.800,65
Microrreserva	7.447,4
Reserva Fluvial	4.307,89
Monumento Natural	33.266,48
Paisaje Protegido	36,38
Refugios de fauna	15.110,65
LIC	1.404.826,51
ZEPA	1.579.891,01
Total	3.322.003,97

Fuente: : Elaboración OSE a partir de Red de Áreas Protegidos de Castilla - La Mancha.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

Dentro de las herramientas desarrolladas por Castilla-La Mancha para la conservación y mantenimiento del medio natural, destaca el Plan de Conservación del Medio Natural, que es un documento director en el que se establecen como criterios y directrices a seguir en los próximos años, la conservación de la Vida Silvestre y Espacios Naturales Protegidos, restauración de hábitat naturales, lucha contra la desertificación, aprovechamiento sostenible y fomento de los recursos forestales, aprovechamiento sostenible de la caza y la pesca, uso público y educación ambiental, defensa del monte contra los incendios, plagas y enfermedades y gestión y administración de vías pecuarias.

Además de este plan global, merecen especial atención los planes de recuperación de especies amenazadas desarrollados al amparo del catálogo de especies amenazadas de Castilla-La Mancha tal como estipula la legislación estatal. Dentro de estos planes encontramos los desarrollados para:

· Malvasía cabeciblanca *(Oxyura leucocephala)*.
· Águila imperial ibérica *(Aquila adalberti)*.
· Cigüeña negra *(Ciconia nigra)*.
· Buitre negro *(Aegypius monachus)*.
· Lince ibérico *(Linx pardinus)*.
· *Vella pseudocytisus*.
· Geranio del Paular *(Erodium paularense)*.
· *Delphinum fissum subsp. sordidum*.
· *Coyncia rupestris*.
· *Sideritis serrata*.
· *Atropa baetic*.
· *Helianthemum polygonoides*.

CATALUÑA

Desde su constitución mediante la Ley Orgánica 4/1979, de 18 de diciembre, de Estatuto de Autonomía de Cataluña, Cataluña ha desarrollado una ingente labor en materia de protección medioambiental, buena prueba de lo cual es su producción legislativa, sin lugar a dudas la más extensa y completa, cuantitativa y cualitativamente, de las desarrolladas por las distintas CCAA. Cataluña ha dictado más de 40 normas con rango de ley en la materia, incluyendo entre las mismas la normativa reguladora de la ordenación del territorio de la CA, así como la legislación forestal, de agua, de infraestructuras hidráulicas.

Desde la aprobación de su Primer Estatuto, Cataluña asume en exclusiva las competencias en materia de montes, aprovechamientos y servicios forestales, vías pecuarias y pastos, espacios naturales protegidos y tratamiento especial de zonas de montaña.

En materia de espacios naturales, de acuerdo con el art. 144.2 del Estatut, corresponde en exclusiva a la generalitat, respectando no obstante lo dispuesto en el art. 149.1.23 de la CE, la regulación y declaración de las figuras de protección, delimitación, planificación y gestión de espacios naturales y de hábita protegidos situados en Cataluña.

Una valoración general de las políticas medioambientales desarrolladas en Cataluña desde 1978 permite afirmar que la problemática medioambiental ha sido uno de los ámbitos de mayor preocupación del Gobierno Catalán desde los primeros momentos. Hoy se puede decir que Cataluña dispone de una auténtica red de espacios, una red que va de la alta montaña a las llanuras litorales, y de los bosques eurosiberianos a los páramos semidesérticos o los espacios marinos.

Presupuesto lo anterior, y siguiendo los criterios de ordenación expuestos, las leyes aprobadas por la comunidad autónoma de Cataluña dedicadas a la protección del medio ambiente son las siguientes:

- Ley 12/1985 de espacios naturales es la ley básica desarrollada por la comunidad autónoma para conservación del medio. Como consecuencia de esta ley, se han elaborado y aprobado un buen número de disposiciones legales.
- Decreto 328/1992, de 14 de diciembre, por el que se aprueba el Plan de Espacios de Interés Natural.
- Decreto Legislativo 2/2008, de 15 de abril, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de protección de los animales.
- Decreto 172/2008, de 26 de agosto, de creación del Catálogo de flora amenazada de Catalunya.
- Proyecto de Decreto de creación del Catálogo de la Fauna Amenazada de Catalunya, y de otros aspectos relativos a la fauna protegida (sometido a información pública y pendiente de aprobación).

Existe además todo un conjunto de instrumentos legales relativos a la Red Natura 2000, y también a los planes especiales de ordenación y delimitación de los ENP, así como de declaración y gestión de los espacios naturales de protección especial (leyes, decretos y acuerdos de gobierno), además de numerosos decretos de aprobación de planes de recuperación de especies amenazadas (Quebrantahuesos, Nutria, etc.).

Espacios naturales protegidos

Hay 165 ENP, bajo distintas figuras de protección e incluidos en el PEIN (Plan de Espacios de Interés Natural). En conjunto, cubren un 30% de la superficie de Cataluña. En Cataluña, existe un Parque Nacional, 4 Parajes Naturales de Interés Nacional, 13 Parques Naturales y numerosas reservas, parciales e integrales. A esto hay que añadir también las figuras de protección de ámbito internacional: ZEC (zonas de especial conservación), ZEPA (zonas de interés especial para las aves), ZEPIM (zonas especialmente protegidas de interés para el Mediterráneo), humedales incluidos en el Convenio de Ramsar y una Reserva de la Biosfera.

Dentro de estos espacios, los denominados espacios naturales de protección especial disponen de un nivel de protección superior, bajo las figuras de parques nacionales, parques naturales, parajes naturales de interés nacional y reservas naturales. Los espacios naturales de protección especial necesitan una regulación jurídica propia y una gestión individualizada y especialmente cuidadosa.

☐ **Tabla 2.4.7.** Superficie de ENP y Red Natura en Cataluña.

Figura de protección	Superficie terrestre en ha	Superficie marina en ha
Superficie global de los espacios del PEIN	960.102	77.818
Superficie de los espacios naturales de protección especial	284.774	6.020
Paraje natural de interés nacional	224.494	
Reserva natural integral	12.022	20
Parque Nacional	13.900	
RNFS	2.059	
Superficie de los espacios de red Natura 2000	957.051	83.104

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales Protegidos de Cataluña.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

A nivel de especies, se han aprobado planes de recuperación de especies amenazadas y actuaciones concretas de manejo. Se han emprendido acciones de conservación por tipos de hábitat, como las medidas de conservación de la biodiversidad en hábitat agrarios y pastizales, iniciativas de conservación en hábitat marinos, protección de todas las zonas húmedas de Cataluña, etc. A nivel de conocimiento de la biodiversidad se ha avanzado en el desarrollo de diversos instrumentos, como el Inventario de bosques maduros de Cataluña, o el inicio de la Cartografía de hábitat marinos, y con las iniciativas de seguimiento de la biodiversidad y sus tendencias.

En cuanto a planes y programas específicos de políticas sectoriales con especial incidencia sobre la biodiversidad, hay que destacar, en materia de planificación, la aprobación de los 7 planes territoriales parciales (de escala regional y que abarcan en conjunto todo el territorio de Cataluña). Estos planes contribuyen a la conservación del patrimonio natural, mediante la incorporación de un sistema de espacios libres continuo y representativo de la del patrimonio natural en su ámbito, diseñado teniendo en cuenta especialmente la conectividad ecológica. En materia de agricultura, el Plan de Desarrollo Rural vigente (2007-2013) incluye medidas, ya en aplicación, sobre conservación de la biodiversidad en hábitat agrarios como son las medidas agroambientales en ambientes esteparios, pastos de alta montaña o zonas húmedas protegidas.

Entre muchas otras iniciativas, está en fase de redacción, y contemplada por la futura Ley de la biodiversidad y el patrimonio natural, la Estrategia de Conservación del Patrimonio Natural de Cataluña.

Además, se está llevando a cabo el Programa de Seguimiento y Control de la Biodiversidad en los espacios naturales de protección especial, con el objetivo de elaborar, en primer lugar, un plan de acción de conocimiento, seguimiento y protección normativa preventiva, para luego identificar los objetivos específicos de conservación y las acciones de seguimiento necesarias.

En el año 2009, Cataluña ha declarado 7 reservas nacionales de caza, con una superficie total de más de 239.283 ha. En estas zonas se promueven, fomentan, conservan y protegen especies de fauna autóctona.

COMUNITAT VALENCIANA

Tras la aprobación del estatuto de autonomía mediante la Ley Orgánica 5/1982 la Comunidad Valenciana asumió todas las competencias del bloque constitucional que le correspondían de acuerdo con su estatus de comunidad autónoma no histórica. En la política y legislación ambiental que se ha desplegado desde ese momento en la comunidad autónoma se identifican tres etapas. En una primera etapa relativa a la década de los 80 en la que simplemente la comunidad autónoma ejecutaba la legislación y política estatal con lo que la producción normativa fue escasa.

La segunda etapa hasta 2001 se caracterizó por una notable producción de normativa en materia de protección ambiental pero que aún se adolecía de la existencia de una estrategia ambiental y de integración de la política ambiental con otros sectores.

En la tercera etapa, hasta la actualidad, se han realizado intentos de desarrollo de una política global en materia de desarrollo sostenible, pero nos encontramos con que la política y normativa ambiental presenta aún flancos débiles esencialmente en materia de utilización del suelo.

Las normas esenciales desarrolladas en la Comunidad Valenciana hasta la actualidad son:

- Decreto 218/1994, de 17 de octubre, del Gobierno Valenciano, por el que se crea la figura de protección de especies denominada Microrreserva vegetal.
- Decreto 32/2004, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas y se establecen categorías y normas para su protección.
- Decreto 70/2009, de 22 de mayo, del Consell, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas y se regulan medidas adicionales de conservación.
- Decreto 213/2009, de 20 de noviembre, del Consell, por el que se aprueban medidas para el control de especies exóticas invasoras en la Comunitat Valenciana.
- Ley 4/2006, de 19 de mayo, de la Generalitat, de Patrimonio Arbóreo Monumental de la Comunitat Valenciana
- Decreto 161/2004, de 3 de septiembre, del Consell de la Generalitat, de Regulación de los Parajes Naturales Municipales.
- Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalidad Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana
- Ley de la Generalitat Valenciana 5/1988, de 24 de junio, por la que se regulan los Parajes Naturales de la Comunidad Valenciana.

En materia de espacios protegidos, como ya se ha apuntado, en la primera etapa fue objeto de regulación. En 1986 se produce la declaración de los primeros parques naturales valencianos, pero hay que esperar hasta 1988 para encontrar la promulgación de la primera Ley de regulación de espacios protegidos en la Comunidad Valenciana. (Ley 5/1998 Ley de la Generalitat Valenciana 5/1988, de 24 de junio, por la que se regulan los Parajes Naturales de la Comunidad Valenciana). Posteriormente la aprobación de la Ley estatal 4/1989 de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna, provocó la promulgación de la Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalidad Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana para la adecuación de la comunidad autónoma a la legislación estatal.

Cabe mencionar como aspecto singular de la legislación valenciana en materia de espacios naturales, la regulación que reciben los espacios protegidos municipales a través de la creación de la figura de los Parajes Naturales Municipales que regula el Decreto 161/2004 de 3 de septiembre, del Consell de la Generalitat, de Regulación de los Parajes Naturales Municipales y en segundo lugar la creación y regulación de la figura jurídica denominada "microrreserva vegetal" mediante el Decreto 218/1994 de 17 de octubre, instrumento de protección de la flora que pretende garantizar un adecuado estudio y seguimiento científico a largo plazo de las especies y comunidades vegetales contenidas en su perímetro.

Espacios naturales protegidos

La Comunidad Valenciana dispone de una riqueza natural importante. La superficie protegida de la Comunidad Valenciana es de 700.000 hectáreas, un 29% del territorio, frente al 3% que había en 1995 habiéndose visto esta superficie incremen-

tada en cerca de 600.000 hectáreas desde entonces. Esta superficie protegida se reparte en más de 100 espacios. Destaca en la Comunidad Valenciana la red de zonas húmedas que representa una de las más densas de Europa, ocupando los 48 humedales 45.000 hectáreas.

La Comunidad Valenciana cuenta en la actualidad con 19 parques naturales, 34 parajes naturales municipales y 7 paisajes protegidos que superan las 18.000 ha.

Una figura de especial relevancia en la Comunidad Valenciana son las microrreservas (MR) vegetales y las reservas de fauna. En la actualidad existen 284 MR vegetales, con una superficie total protegida de 2.090 hectáreas. Estas MR acogen poblaciones de cerca de 1.500 especies de flora vascular (54% de la flora valenciana), del 75% de las especies endémicas y del 40% de las amenazadas. Las reservas de fauna, se empezaron a declarar en 2004, siendo en la actualidad 29 y ocupando un total de 1.398,7 ha.

Por último, con respecto a la Red Natura 2000, la lista de zonas ZEPA incluye un total de 43 lugares, con una superficie total de 779.985,75 ha (26,1% del territorio de la Comunidad Valenciana) y 39 LIC que ocupan 685.862 ha representando el 29,49% de la superficie de la Comunidad.

La siguiente tabla resume la distribución de la superficie protegida en la Comunidad Valenciana.

☐ **Tabla 2.4.8.** Superficie de ENP y Red Natura en la Comunidad Valenciana.

	Superficie (ha)	% de C. Valenciana
Espacios Naturales Protegidos (ENP)	**243.913,91**	**10,49%**
Parques Naturales	178.061,62	7,66%
Parajes Naturales Municipales	26.322,55	1,13%
Paisajes protegidos	37.439,74	1,61%
Microrreserva	2.090,00	0,09%
Red Natura 2000 (ZEPA + LIC)	**1.465.847,75**	**63,03%**
Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA)	779.985,75	33,54%
Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)	685.862,00	29,49%
Áreas Protegidas (ZEPA + LIC + ENP)	**1.709.761,66**	**73,52%**

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales de la Comunidad Valenciana.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

En materia de recuperación y conservación de especies, la Comunidad Valenciana ha desarrollado Planes de Recuperación para las siguientes especies amenazadas:

- Samaruc *(Valencia hispanica)*
- Malvasía cabeciblanca *(Oxyura leucocephala)*
- Gaviota de Audouin *(Larus audouinii)*
- Plan de Acción aves esteparias
- Murciélago ratonero patudo *(Myotis capaccinii)* y Murciélago mediano de herradura *(Rhinolophus mehelyi)*
- Fartet *(Aphanius iberus)*
- Silene de Ifac *(Silene hifacensis)*
- Plan de Acción de Aves Marinas

EXTREMADURA

La comunidad autónoma de Extremadura representa el 8% de la superficie total española, contribuyendo con un 10% a la superficie forestal total ibérica, englobándose dentro de las seis primeras autonomías con más superficie forestal relativa de España.

Se puede afirmar que Extremadura es una región en la que la mayor parte de su territorio tiene marcadas características forestales, siendo Cáceres, con un 78,06% de superficie, proporcionalmente más forestal que Badajoz, donde ésta supone un 54,04%.

La comunidad autónoma de Extremadura forma parte de las llamadas CCAA de segundo grado o de autonomía diferida, las cuales no pudieron acceder en un primer momento a los títulos competenciales contenidos en el art. 149.1 de la Constitución

Española, entre ellos el relativo al desarrollo de las normas básicas estatales en materia de protección del medio ambiente. Así, el estatuto de autonomía de Extremadura en su versión original atribuyó en exclusiva a la CA la competencia en materia de caza, pesca fluvial y lacustre y acuicultura, además de protección de los ecosistemas en los que se desarrollan dichas actividades. En los mismos términos el estatuto de autonomía asumió el desarrollo legislativo y ejecución de montes y aprovechamientos forestales con especial referencia al régimen jurídico de los montes comunales, vías pecuarias y pastos.

Las reformas del Estatuto de autonomía de 1994 y 1999 otorgaron a la CA el techo competencial en la materia, asumiendo por tanto competencia de desarrollo legislativo y ejecución en materia de protección del medio ambiente.

El grueso de la legislación desarrollada por Extremadura en la materia, tiene su máximo exponente en la ley sustantiva de alcance general, la Ley 8/1998 de Conservación de la Naturaleza y de Espacios Naturales. Más allá de esta ley, las principales leyes aprobadas por la comunidad autónoma de Extremadura con objeto medioambiental son las que siguen:

- Ley 9/2010, de 18 de octubre, de modificación de la Ley 15/2001, de 14 de diciembre, del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura - LESOTEX
- Ley 9/2006, de 23 de diciembre, por la que se modifica la Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura.
- Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y espacios naturales de Extremadura.
- Ley 8/1995 de pesca de Extremadura
- Ley 8/1990, de 21 de diciembre, de Caza de Extremadura
- Ley 5/2002, de 23 de mayo, de Protección de los Animales en la comunidad autónoma de Extremadura.
- Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de vías pecuarias de la comunidad autónoma de Extremadura.
- Decreto 45/1991, de 16 de abril sobre medidas de protección del ecosistema en la comunidad autónoma de Extremadura
- Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura.

Espacios naturales protegidos

La Ley 8/1998, de 26 de junio, de conservación de la naturaleza y de espacios naturales de Extremadura, modificada por la Ley 9/2006, de 23 de diciembre, determina la constitución de la Red de Áreas Protegidas de Extremadura.

La Red de Áreas Protegidas de Extremadura supone un 30,6% de la superficie de la comunidad autónoma, representando la Red Natura 2000 el 30,2% de la superficie y la Red de Espacios Naturales Protegidos el 7,5%.

La Red Natura 2000 en la comunidad autónoma de Extremadura está constituida por 156 espacios, suponiendo esto un 30,2% de la superficie total de Extremadura. Conforman esta red 69 ZEPAS, con un 26,1% de la superficie total de la comunidad y 87 LIC que ocupan un 19,9%.

De esta manera, la Red de Espacios Naturales Protegidos de Extremadura en cuanto a figuras, normas de declaración y superficie queda configurada de la siguiente manera en el año 2008.

☐ **Tabla 2.4.9.** Superficie de ENP y Red Natura en Extremadura.

	Superficie (ha)	% de Extremadura
Espacios Naturales Protegidos (ENP)	**314.110,89**	**7,54%**
Parque Natural	55.209,31	1,32%
Reserva Natural	7.266,27	0,17%
Monumento Natural	1.462	0,04%
Paisaje Protegido	1.184,56	0,03%
Lugar de Interés Científico	9,71	0,00%
Corredor Ecológico y de Biodiversidad	6.125,19	0,15%
Parque Periurbano de Conservación y Ocio	2.999,83	0,07%
Zona de Interés Regional	239.854,02	5,75%
Red Natura 2000 (ZEPA + LIC)	**1.257.787,05**	**30,02%**
Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPA)	1.089.936,18	26,1%
Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)	828.949,17	19,9%
Áreas Protegidas (ZEPA + LIC + ENP)	**1.276.288,09**	**30,6%**

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales de Extremadura

Además en Extremadura existen otras figuras de Protección de Espacios, como los Parques Nacionales, zonas RAMSAR y Reservas de la Biosfera.

□ **Tabla 2.4.10.** Superficie de RAMSAR y Reservas de la Biosfera en Extremadura.

Figura de protección	Nombre	Superficie (ha)
Parque Nacional	Monfragüe	17.852
Reserva de la Biosfera	Monfragüe	116.160
RAMSAR	Complejo Lagunar de la Albuera	1.878
	Embalse de Orellana	5.500

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales de Extremadura

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

El *Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura*, está constituido por 450 especies incluidas en diferentes categorías. En el se establecen las medidas de conservación de la naturaleza y de protección de determinadas especies de flora y fauna con el fin de asegurar su supervivencia y reproducción y de esta manera, contribuir a la conservación de la biodiversidad.

Producto de la entrada en vigor de este Decreto, se ponen en marcha planes de acción para las poblaciones de lince ibérico *(Lynx pardinus)*, águila imperial ibérica *(Aquila heliaca adalberti)*, buitre negro *(Aegypius monachus)*, águila perdicera *(Hieraaetus fasciatus)*, y cuatro clases de libélulas: *Macromia splendes*, *Coenagrion mercuriale*, *Oxygastra cutisii* y *Gomphus graslinii*. Con ellos Extremadura fomenta su recuperación, contribuyendo en lo posible a la conservación y recuperación de estas especies en la península Ibérica a largo plazo a fin de evitar su declive y extinción.

GALICIA

Galicia sustenta una gran abundancia de hábitat naturales y seminaturales (estuarios, lagunas, numerosos ríos, dunas, bosques, campiñas, hábitat de montaña, fondos marinos, matorrales, prados de siega, etc.) lo que se traduce sobre todo en una importante diversidad biológica. Ello es debido, por una parte, a la gran heterogeneidad orográfica, litológica, edáfica y climática, y por otra, a la influencia del ser humano.

El principal instrumento normativo en Galicia es la Ley 9/2001, de 21 de agosto, sobre Conservación de la Naturaleza. Su objeto es establecer normas encaminadas a la protección, conservación, restauración y mejora de los recursos naturales, así como la adecuación de la gestión de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres, además de la gea de la comunidad autónoma gallega, la difusión de sus valores y su preservación para las generaciones futuras.

En esta Ley se contemplan las diferentes figuras de protección de espacios naturales. Además, establece diferentes instrumentos que para el mantenimiento y conservación de los espacios naturales y la biodiversidad entre los que podemos destacar los siguientes:

- *Catálogo Gallego de Especies Amenazadas*, regulado por el Decreto 88/2007, documento, de vital importancia para el conocimiento del estado de salud de las poblaciones de flora y fauna silvestre.
- Planes de recuperación, conservación y manejo
- Centros de Recuperación de fauna
- Bancos genéticos

Dentro del desarrollo legislativo en Galicia podemos destacar las siguientes normas:

- Ley 6/2009, de 11 de diciembre, modificación de la Ley 11/2008, de 3 de septiembre de pesca de Galicia.
- Ley 1/2009, de 15 de junio, de modificación de la Ley 11/2008 de 3 de septiembre de pesca de Galicia.
- Ley 11/2008, de 3 de septiembre de pesca de Galicia
- Ley 4/1997, de 25 de junio de caza de Galicia.
- Lei 7/2008, do 7 de xulio de protección da paisaxe de Galícia.
- Lei 9/2001, do agosto, de conservacion de la naturaleza.
- Lei 13/1989, do 10 de octubro de montes veciñais em man común.
- Lei 4/1989, de 27 de marzo, de conservación dos espazos naturais e da flora e fauna silvestres.
- Decreto 127/2008, de 5 de junio, por el que se desarrolla el régimen jurídico de los humedales protegidos y se crea el inventario de humedales de Galicia.
- Decreto 67/2007, de 22 de marzo, por el que se regula el catalogo gallego de árboles singulares.
- Decreto 124/2005, de 6 de mayo, por el que se regula la figura de espacio natural de interés local y la figura del espacio privado de interés natural.
- Decreto 110/2004, de 27 de mayo, por el que se regulan los humedales protegidos.

Pero más allá del desarrollo normativo y fruto de la preocupación por las causas que amenazan el mantenimiento del equilibrio ecológico, se ha desarrollado la *Estrategia Gallega para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad* con el objetivo básico de detener, y si es posible revertir, el proceso de reducción de la tasa de diversidad biológica.

Espacios naturales protegidos

La red gallega de espacios naturales protegidos representa más del 12 % de la superficie total gallega. En ella se recogen aquellos espacios naturales de la comunidad autonómica que disponen de un régimen especial de protección en virtud de las diferentes normativas autonómicas, estatales o comunitarias así como convenios internacionales tal como se puede ver en la siguiente tabla:

□ **Tabla 2.4.11.** Superficie de ENP y Red Natura en Galicia.

	Superficie (ha)	% sobre Galicia
Parques Naturales	4.0613,03	1,37%
Parques Nacional	8.332,8	0,28%
Monumentos Naturales	1.387,04	0,05%
Humedales protegidos	11.676,25	0,39%
Paisaje Protegido	803	0,03%
Reserva de la Biosfera	597.697	20,21%
Espacios Naturales de interés local	220,78	0,01%
Espacios Privados de Interés Natural	9,72	0,00%
Zonas de Especial Protección de Aves	72.880	2,46%
Lugares de Interés Comunitario	371.868	12,57%
Zona de Especial Protección de Valores Naturales	355.516,3	12,02%

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red Gallega de Espacios Protegidos.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

La Comunidad, tiene competencias exclusivas para establecer normas de protección del medio ambiente y el paisaje. En este contexto, al objeto de aplicar medidas específicas de protección para las especies amenazadas, la Ley 9/2001 de Conservación de la Naturaleza de Galicia creó el *Catálogo Gallego de Especies Amenazadas* que fue posteriormente desarrollado por el Decreto 88/2007, de 19 de abril.

De este Catálogo derivan los actuales planes de conservación y recuperación que se están desarrollando en Galicia. En la actualidad, aún no se ha aprobado ningún plan en Galicia, encontrándose en fase inicial de programación los planes para *Genista ancistrocarpa* Spach., *Rynchospora modesti-lucennoi* Castrov, *Petrocoptis grandiflora* Rothm., *Rhamnus pumila subsp legionensis* Rothm. e *Armeria rothmaleri*, *Eryngium viviparum* Gay, *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Luronium natans* (L.) Rafin, *Nymphoides peltata* (S.G.Melin) O.Kuntze, *Lithothamnion corallioides* (P Crouan & H Crouan) P Crouan & H Crouan e *Phymatholithon calcareum* (Pallas) Adey & McKibbin, *Iris boissieri* Henriques y *Succisa pinnatifida Lange* (endemismos galaicoportugueses de matogueiras) y Gavita *(Haematopus ostralegus)*.

Además se encuentran en la segunda fase de elaboración del plan, los planes para *Charrela Perdix perdix* L, Pita do monte *(Tetrao urogallus)*, valgada (*Culcita macrocarpa* K. Presl, *Hymenophyllum wilsonii* Hooker, *Drypteris aemula* (Aiton) O. Kuntze, *Dryopteris guanchica* (Gibby & Jermy), *Hymenophyllum tunbrigense* (L.) SM, *Vandenboschia speciosa* (Willd.) G. Kunkel e *Woodwardia radicans* L. Sm.), *Isoetes fluitans* Romero, Amigo & Ramil-Rego, Melide (Armeria merinoi Nieto Feliner & Silva Pando, *Leucanthemum gallaecicum* R. Oubiña & S. Ortiz e *Santolina melidensis* (R. Oubiña & S. Ortiz), Mazarico *(Numenius arquata)*, Aguaneira (toupa de auga) *Galemys pyrenaicus*, Geoffroy, Toniña *Phocoena phocoen*a e o Arroaz *Tursiops truncatus, Omphalodes littoralis*, *Linaria arenaria* e *Alyssum loiseleurii*, *Rumex rupestris* Le Gall, Crepis novoana S. Ortiz, Soñora & R. Oubiña, *Linaria polygalifolia* Hoffmanns & Link subsp. Aguillonnensis G. Martinez & S. Pando, *Erodium maritimum* L.L´Her, Cangrexo de río *(Austropotamobius pallipes Mateus)*, Saramaganta *(Chioglossa lusitanica)*, *Rhinolophus euryale Blasius*, *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber), *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein) e *Miniopterus schreibersii*, Gataforнela *(Circus cyaneus)* y Tartaraña cincenta *(Circus pygargus)*, Becacina Gallinago gallinago (población nidificante, *Estroza Hyla arborea* Sapo de esporóns *Pelobates cultripes*, Rá patilonga Rana iberica y Rá vermella *Rana temporaria subsp. Parvipalmata*.

En fase de redacción del documento inicial de Plan, previo a la elaboración del decreto para su tramitación, se encuantran los planes para *Emberiza schoeniclus subsp. lusitanica* Steinbacher., Aguila real *Aquila chrysaetos* L., Alcaraván *Burhinus oedicnemus* L., Sisón *Tetrax tetrax* L., e poboación nidificante de Avefría *Vanellus vanellus* L., *Charadrius alexandrinus*, Sapoconcho *(Emys orbicularis)*, *Centaurea ultreiae* S. Pando e *Euphorbia uliginosa* Wellw. ex Boiss, Arao Uria aalge Pontoppidan, Corvo mariño cristado *Phalacrocorax aristotelis* L. y Gaivota tridáctila *Rissa tridactyla* L.

Únicamente se encuentra en proceso de elaboración del Decreto el Plan de recuperación para Oso Pardo *(Ursus arctos)*.

Otras actuaciones destacables en la creación del Observatorio gallego de la biodiversidad que sirve de mecanismo de cooperación en ese ámbito entre la consellería competente en materia de medio ambiente, las universidades, institutos de investigación y otras organizaciones que puedan aportar información al respeto.

COMUNIDAD DE MADRID

La estratégica situación geográfica de la Comunidad de Madrid, en el centro peninsular, con territorios tan diferentes como la cordillera del sistema Central, la depresión del Tajo y la zona de transición entre ambas, condiciona y da lugar a la variedad de contrastes litológicos, climáticos, edáficos y geomorfológicos en la Comunidad. Tal variedad es origen, a su vez, de la diversidad de los ecosistemas y de especies de flora y fauna madrileña.

La Comunidad de Madrid, en uso de las competencias asumidas para el desarrollo legislativo y la ejecución de normas adicionales de conservación de espacios naturales y de flora y fauna silvestres, ha aprobado una serie de normas de las que se derivan distintas figuras de protección. Destaca la Ley 7/1990, de 28 de junio, sobre Protección de Embalses y Zonas Húmedas en la Comunidad de Madrid, que se aprueba en armonía con los objetivos del Convenio de Ramsar y define como instrumentos de gestión para estos espacios los Planes de Ordenación, para el caso de los embalses, y los Planes de Actuación, para las zonas húmedas.

Otra norma específica de la Comunidad de Madrid es la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid, que determina aquellos montes que están sujetos a un régimen especial de protección por su singularidad o por desempeñar funciones ambientales de relevante importancia.

Además de esta normativa básica referenciada dentro del desarrollo legislativo que ha tenido lugar en la Comunidad de Madrid en materia de conservación de la biodiversidad y medio natural, se pueden destacar las siguientes:

- Ley 7/1990, de 28 de junio, de protección de embalses y zonas húmedas de la comunidad autónoma de Madrid
- Decreto 18/1992, de 25 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Catálogo Regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres y se crea la categoría de árboles singulares.
- Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la Protección y Regulación de la Fauna y Flora Silvestres en la Comunidad de Madrid
- Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

Espacios naturales protegidos

En el año 1930 se declararon en la provincia de Madrid los tres primeros espacios naturales protegidos: los Sitios Naturales de Interés Nacional de La Pedriza del Manzanares y de la Cumbre, Circo y Lagunas de Peñalara, y el Monumento Natural de Interés Nacional de la Peña del Arcipreste de Hita.

Veintisiete años después, la Ley de Montes de 1957 declara en Madrid otros dos nuevos espacios protegidos: en 1961, el Paraje Pintoresco del Pinar de Abantos y Zona de la Herrería, en el término municipal de San Lorenzo de El Escorial y en 1974, el Sitio Natural de Interés Nacional del Hayedo de Montejo de la Sierra. Más tarde, con la promulgación de la Ley 15/1975, de Espacios Naturales Protegidos, se reclasificó el antiguo Sitio Natural de Interés Nacional de la Pedriza del Manzanares, como Parque Natural de la Cuenca Alta del río Manzanares incrementándose la superficie protegida hasta 5.025 ha. Posteriormente, y en función de las competencias asumidas en esta materia, la Comunidad de Madrid, reclasificó este espacio como Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares (Ley 1/1985), ampliando su ámbito territorial a 37.500 ha.

Este Parque, ha sido ampliado en sucesivas ocasiones hasta alcanzar una superficie actual de 52.796 ha. En el transcurso de estas ampliaciones, con fecha 9 de noviembre de 1992, el Parque fue declarado Reserva de la Biosfera por la UNESCO.

Más allá de las 52.796 ha que representa el Parque Regional de la Cuenca alta del Manzanares, el total de áreas protegidas en desarrollo de la legislación específica sobre espacios naturales protegidos, bajo diversas categorías de protección, ocupan más del 13% del territorio de la Comunidad de Madrid (110.029,46 ha).

Por otro lado, en lo que respecta a la Red Natura 2000, en la Comunidad de Madrid se han identificado 7 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que en su conjunto supone el 23% de la superficie del territorio de la Comunidad de Madrid y una lista de 7 LIC, que suponen una superficie de unas 320.000 hectáreas, el 40% del territorio de nuestra Comunidad.

La constitución del total de la superficie protegida en la Comunidad de Madrid, se resume en el esquema siguiente:

☐ **Tabla 2.4.12.** Superficie de ENP y Red Natura en la Comunidad de Madrid.

Figura de protección	Superficie (ha)	% Superficie Comunidad de Madrid
Total ENP	110.029,46	13,71%
Parque Regional	106462	13,26%
Paraje Pintoresco	1.538,6	0,19%
Parque Natural	768	0,10%
Reserva Natural	629,21	0,08%
Sitio Natural de Interés Nacional	250	0,03%
Monumento Natural de Interés Nacional	2,65	0,00%
Refugio de Fauna	47	0,01%
Régimen de Protección Preventiva	332	0,04%
LIC	**319.874**	**39,85%**
ZEPA	**185.237**	**23,07%**

Fuente: Elaboración OSE a partir de la Estadística Ambiental de la Dirección General de Medio Natural. Comunidad de Madrid.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

Como ya se ha expuesto en apartados anteriores, según la legislación sobre protección de la flora y fauna, exige la redacción de planes de conservación y recuperación de especies en función de la categoría en la que se clasifique a la especie. En la Comunidad de Madrid, según la Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la Protección de la Fauna y Flora Silvestres, la inclusión de una especie o subespecie en el Catálogo exige la redacción de los siguiente planes según la categoría:

- Planes de recuperación, para especies "en peligro de extinción". Han de ser enfocadas principalmente a la determinación de actuaciones específicas tendentes a asegurar la persistencia y mejora de sus poblaciones.
- Planes de conservación del hábitat, para especies "sensibles a la alteración de su hábitat". Han de basarse en la conservación y mejora del medio.
- Planes de conservación, para especies "vulnerables". Incluirán, en su caso, la proteción de su hábitat. Es conveniente plantearlos de forma conjunta para todas las especies presentes en un territorio definido.
- Planes de manejo, para especies "de interés especial", que determinarán las medidas necesarias para mantener las poblaciones en un nivel adecuado. Han de fijar unos objetivos concretos de carácter más puntual y localizado.

Pero aún existiendo esta exigencia legal, en la actualidad, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio no ha aprobado ninguno de los planes mencionados. No obstante, y con el fin de preservar las poblaciones de determinadas especies, se están desarrollando otra serie de acciones específicas de conservación de especies encaminadas a la protección de diversas especies amenazadas.

REGIÓN DE MURCIA

En su formulación originaria, el Estatuto de Autonomía de la Región de Murcia, atribuía competencias exclusivas en Ordenación del territorio, urbanismo y vivienda, pesca en aguas interiores, marisqueo, acuicultura, alguicultura, así como el desarrollo de cualquier forma de cultivo industrial.

Como funciones compartidas con el Estado, destacaban la de montes y aprovechamientos forestales, vías pecuarias, pastos y régimen de zonas de montaña, así como los espacios protegidos. Como función ejecutiva destacaban la gestión en materia de protección del medio ambiente.

El mismo estatuto, preveía la atribución futura de otra serie de competencias entre las que se encontraban la ordenación litoral y la fundamental competencia normativa sobre normas adicionales de protección del medio ambiente. Estas competencias fueron asumidas en las sucesivas reformas del estatuto.

En la evolución de la política sobre Espacios Naturales Protegidos (ENP), en un primer momento, impulsado por la normativa estatal básica, se desarrolló una importante tutela del medio natural y la biodiversidad frente a otras políticas sectoriales como la turística y la urbanística. A este primer momento, respondió la Ley 4/1992 de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia que dedicó su título VI a la regulación general de la Protección de Espacios Naturales. La Ley 4/1992, desarrollo su propia regulación de los ENP declarando y delimitando expresamente los ENP de la Región de Murcia.

A partir de 1996 se produce una baja implantación de las políticas contempladas en Ley 4/1992, que supone el abandono significativo en la gestión de los ENP y una falta de aprobación de los instrumentos de ordenación y gestión de los espacios. Muestra de este bajo desarrollo es la falta absoluta de declaración de Monumentos Naturales en una CA con una gran riqueza tanto en biodiversidad como geomorfológica y paisajística.

A estos hechos se une la publicación de la Ley 1/2001 Régimen de Suelo de la Región de Murcia que marca el desarrollo de una política de urbanización y localización de complejos turísticos a costa incluso de ENP como es el caso del Parque Regional Costero-Litoral de Cabo Cope y Puntas de Calegre o la derogación de la Ley 3/1987 de protección y armonización de usos del Mar Menor a pesar de la multideclaración como ENP del Mar Menor y su entorno (ENP,LIC,ZEPA, RAMSAR).

Con estos antecedentes, el desarrollo normativo que encontramos en la Región de Murcia es bastante corto, destacando las siguientes leyes y decretos:

- Ley 2/2007, de 12 de marzo, de Pesca Marítima y Acuicultura de la Región de Murcia.
- Ley 7/2003, de 12 de noviembre, de Caza y Pesca Fluvial de la Región de Murcia.
- Ley 10/2002, de 12 de noviembre, de Modificación de la Ley 7/1995, de 21 de abril, de la Fauna Silvestre, Caza y Pesca Fluvial.
- Ley 7/1995, de 21 de abril, de la Fauna Silvestre, Caza y Pesca Fluvial.
- Ley 1/1995, de Protección del Medio Ambiente de la Región de Murcia.
- Ley 4/92, de 30 de Julio, de Ordenación y Protección del Territorio de la Región de Murcia.
- Decreto 7/93, de 26 de Marzo, sobre medidas para la protección de ecosistemas en aguas interiores
- Decreto 50/2003 por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre protegida de la Región de Murcia y se dictan normas de aprovechamiento de diversas especies forestales.

Espacios naturales protegidos

El instrumento de planificación de la biodiversidad a escala regional es la *Estrategia Regional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica de la Región de Murcia*, un documento que propone la elaboración de planes de acción específicos para diversos sectores de actividad, directrices para las diferentes políticas y medidas específicas de aplicación directa.

En la Región de Murcia se han aprobado 50 Lugares de Importancia Comunitaria que serán declarados Zonas Especiales de Conservación: 47 en el medio terrestre y tres en el medio marino, y se han declarado 22 Zonas de Especial Protección para las Aves. Estos espacios suponen más de 446.000 hectáreas: más de 266.000 terrestres, el 23,5% de la superficie regional; y más de 180.000 de superficie marina.

☐ **Tabla 2.4.13.** Superficie de ENP y Red Natura en la Región de Murcia.

Figura	Superficie (ha)	Sup. Terrestre (ha)	Sup. Marina (ha)	% Superficie Región de Murcia
Paisaje Protegido	10.046,20	10.046,20	0,00	0,89%
Reserva Natural	225,20	225,18	0,00	0,02%
Espacio Natural Protegido	9.316,80	9.316,80	0,00	0,82%
Parque Regional	48.970,00	48.860,97	114,00	4,32%
LIC	347.634,84	166.836,87	180.797,97	14,75%
ZEPA	205.178,80	205.178,80	0,00	18,14%

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales Protegidos de la Región de Murcia.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

La Región de Murcia se encuentra entre las regiones más afectadas por procesos erosivos, especialmente graves en áreas forestales no arboladas y en áreas de cultivo marginales en pendiente, a causa de su situación geográfica, su relieve, su geología y su extremado régimen de lluvias. Estos procesos contribuyen a acentuar el avance de la desertificación, que también se ve intensificada por el progresivo calentamiento global y por factores ajenos al mundo forestal.

Este riesgo patente en la Región de Murcia, no tiene su reflejo en la adopción de planes de recuperación y conservación de la flora y fauna murciana. Planes que debieron desarrollarse, tal como exige la legislación estatal en función del *Catálogo de especies amenazadas de la Región de Murcia*, catálogo que debería haber sido elaborado y aprobado hace tiempo al igual que se ha hecho en casi todas las CCAA.

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

En Navarra entran en contacto los mundos atlántico, pirenaico y mediterráneo. De todo ello resulta una gran diversidad de comunidades vegetales y animales, dada la correlación entre factores bióticos y abióticos. Los montes, que ocupan en Navarra dos terceras partes del territorio, son uno de los rasgos más característicos del paisaje y seña de identidad de su diversidad.

Uno de los instrumentos más desarrollado en esta política de conservación ha sido tradicionalmente la declaración de un conjunto de espacios bajo estrictas limitaciones de intervención humanas. Así se recogía en la Ley Foral 6/1987, de 10 de abril, de Normas Urbanísticas Regionales para Protección y Uso del Territorio que dio lugar a la Red de Espacios Naturales Protegidos.

En los años posteriores, la rápida evolución de la legislación del Estado y de las Directivas comunitarias, en especial de la 92/43, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitat naturales, aplicable desde mediados de 1994, llevo a la necesidad de formular la Ley Foral 9/1996, de 17 de junio, de Espacios Naturales de Navarra con el fin de establecer un marco jurídico propio para Navarra, con la finalidad de proteger, conservar y mejorar las partes de su territorio dotadas de valores naturales dignos de protección.

Dentro de las leyes desarrolladas en la Comunidad Foral de Navarra en materia de medio natural se pueden destacar las siguientes:

- Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- Ley Foral 4/2005, de 22 de marzo, de Intervención para la Protección Ambiental y Decreto Foral 93/2006, de 28 de diciembre, por el se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Foral
- Ley Foral 9/1996, de 17 de junio, de Espacios Naturales de Navarra.
- Ley Foral 2/1993, de 5 de marzo, de protección y gestión de la fauna silvestre y sus hábitat.
- Ley Foral 3/2007, de 21 de febrero, por la que se modifica la Ley Foral 13/1990, de 31 de diciembre, de Protección y Desarrollo del Patrimonio Forestal de Navarra

Espacios naturales protegidos

La superficie protegida en Navarra ha aumentado de significativamente como muestra el hecho de que en el año 1996 la superficie protegida representaba un 7,1% de la superficie de la Comunidad Foral y en la actualidad representa el 24,25%.

A partir del año 2000, con la aprobación de lista de lugares de Navarra que pueden ser considerados como de importancia comunitaria para su posible incorporación con las del resto del Estado español a la Red Natura 2000 (Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992) se materializa la creación de una red ecológica de espacios en los que se deben mantener, en un estado de conservación favorable, representaciones de todos los tipos de hábitat y especies de flora y fauna del continente europeo. Además, en este momento están declarados 6 ZEC.

☐ **Tabla 2.4.14.** Superficie de ENP y Red Natura en la Comunidad Foral de Navarra.

	Superficie (ha)	% sobre Navarra
Superficie de Navarra	**1.039.036,00**	**10,49%**
Parques Naturales	64.511,40	6,21%
Reservas Integrales	553,00	0,05%
Reservas Naturales	9.042,00	0,87%
Enclaves Naturales	1.050,20	0,10%
Áreas Naturales Recreativas	446,90	0,04%
Paisajes Protegidos	11.627,20	1,12%
Zonas de Especial Protección de Aves	79.948,30	7,69%
Áreas de Protección de la Fauna Silvestre	2.789,10	0,27%
Zonas de Especial Conservación	46.025,32	4,43%
Zona Red Natura 2000 (ZEPA+LIC+ZEC)	251.979,00	24,25%

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales Protegidos de Navarra.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

En Navarra se ha detectado la presencia de 2.650 especies de helechos y plantas con flores, lo que supone el 33% respecto a España y el 20% respecto a la Unión Europea. En lo referente a la fauna, el *Registro de Vertebrados de Navarra* recoge la existencia de 27 especies de peces, 6 de ellas (lucio, trucha-arco iris, carpín dorado, carpa, pez gato y perca americana) alóctonas, 17 anfibios, 26 reptiles y 236 aves, incluidas la tórtola turca y el faisán vulgar como alóctonas.

El registro lo completan 78 mamíferos, de los que el lobo, la cabra montés o bucardo y el lince ibérico se consideran extinguidos, y el gamo, el visón americano y la rata nutria o coipú aparecen como alóctonos. Un total de 381 especies habitan actualmente en el territorio navarro, y suponen la presencia del 60% del total de especies de vertebrados españoles y el 39% de las especies de la Unión Europea.

El *Catálogo de Especies Amenazadas de Navarra*, ha sido el instrumento básico para orientar la gestión de especies. En función de este catálogo, se han elaborado planes de gestión de algunas especies. Actualmente se están aplicando en Navarra los planes de recuperación del quebrantahuesos, oso pardo, cangrejo de río autóctono y águila perdicera. Existen otros que se están elaborando en estos momentos.

Hay que tener en cuenta que a las 126 especies de vertebrados clasificadas como amenazadas, cabe añadir las 112 especies incluidas en el Catálogo de Flora Amenazada y los grupos faunísticos y florísticos que aún quedan por catalogar.

Junto a estos planes de recuperación y conservación de especies, se ha de destacar otros elementos clave desarrollados en Navarra y que tienen incidencia directa en la conservación de la biodiversidad y el medio natural como es la Estrategia Navarra para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica.

PAÍS VASCO

La comunidad autónoma del País Vasco ofrece, para un territorio de sus dimensiones, una diversidad ecológica muy notable. Esta peculiaridad se debe fundamentalmente al gradiente climático tan acentuado que existe de norte a sur y, de forma más acusada, de noreste a sur.

El estatuto de Gernika, LO 3/1979, reserva en su artículo 11.1.a) el desarrollo legislativo y la ejecución dentro de su territorio de Medio Ambiente y Ecología. Desde la aprobación del Estatuto de Gernika la evolución de la política ambiental en la CAV no ha sido muy distinta de la de otras Comunidades Autónomas. Los sucesivos gobiernos, como todavía ocurre en la actualidad, han optado siempre, en caso de contradicción entre protección ambiental o desarrollo económico.

Un punto de inflexión normativo y político en la CAV respecto de la política ambiental y el desarrollo sostenible se produjo con la Ley General de medio ambiente aprobada en 1998.

En materia de biodiversidad la Ley 16/1994 de Conservación de la Naturaleza del País Vasco supone en primer esfuerzo normativo de la CA para establecer un régimen jurídico de conservación de la naturaleza y sus recursos compatibles con un desarrollo económico y social ordenado. A esta ley modificada por la Ley 2/1997 le siguen a su toda una serie de decretos de declaración de zonas protegidas que la modifican.

Un aspecto importante a tener en cuenta en la comunidad autónoma del País Vasco es la distribución competencial del gobierno Vasco con las Diputaciones Forales (Alava, Gipuzkoa, Bizkaia), encontrando que las Diputaciones Forales presentan competencia exclusiva en ordenación de montes, caza y pesca y especies de fauna y flora amenazada, además de tener competencia en la administración y gestión de los espacios naturales protegidos.

Junto con la Ley 16/1994, de Conservación de la Naturaleza del País Vasco, el Catálogo 167/1996, de 9 de julio, por el que se regula el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y Marina es otra norma esencial del desarrollo normativo vasco.

Pero además de la normativa básica reseñada, dentro del prontuario normativo del País Vasco en materia de medio natural y biodiversidad podemos destacar también las siguientes leyes y decretos:

- Ley 1/2010, de 11 de marzo, de modificación de la Ley 16/1994 de 30 de junio, de Conservación de la Naturaleza del País Vasco.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Decreto 160/2004, de 27 de julio, por el que se aprueba definitivamente el Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas de la comunidad autónoma del País Vasco.
- Ley 10/2006, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Su disposición adicional primera ha sido derogada por la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Normal Foral 7/2006, de Montes de Gipuzkoa.
- Norma Foral 3/2007, de modificación de la Norma Foral 3/1994, de 2 de junio, de Montes y Administración de Espacios Naturales Protegidos.
- Norma Foral de Montes 11/2007, de 26 de marzo.

Espacios naturales protegidos

La Red de Espacios Naturales Protegidos del País Vasco (ENP), se compone de los lugares que cumplen alguno de los objetivos y requisitos que se detallan en la Ley 16/1994 de 30 de junio, de Conservación de la Naturaleza del País Vasco y que representan los principales ecosistemas y formaciones naturales del País Vasco.

En el País Vasco se han declarado un total de 40 Espacios Naturales Protegidos que representan un 10,60% del total de la superficie del País Vasco.

Además de estos Espacios Naturales Protegidos, en el País Vasco encontramos 6 espacios Ramsar y 500 planes especiales de zonas húmedas y 58 zonas de especial protección de la Red Natura (52 LIC y 6 ZEPA).

☐ **Tabla 2.4.15.** Superficie de ENP y Red Natura en País Vasco.

Marco de Protección	Lugares	Superficie	% CAPV
Árboles singulares	25	0,00	0,00
Biotopos protegidos	6	5.194,02 ha	0,72
Parques naturales	9	76.559,27 ha	10,60
Humedales de importancia internacional Ramsar	6	1.685,24 ha	0,23
Plan Especial de Protección	1	160,82 ha	0,02
Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas Grupo I	41	362,93 ha	0,05
Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas Grupo II	19	1.771,84 ha	0,25
Plan Territorial Sectorial de Zonas Húmedas Grupo III	440	2.697,04 ha	0,37
Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)	52	134.817,48 ha	18,66
Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)	6	39.296,07 ha	5,44
Reservas de la Biosfera	1	22.042,20 ha	3,05

Fuente: Elaboración OSE a partir de Red de Espacios Naturales Protegidos del País Vasco.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

La CAPV presenta unas especies de flora y de fauna y unos hábitat que merecen especial protección en razón de su singularidad, función ecológica, representatividad o estado de vulnerabilidad.

El Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y la Flora, creado por la Ley 16/94 de Conservación de la Naturaleza del País Vasco registra estas especies, subespecies o poblaciones de fauna o flora, clasificándolos en diferentes categorías en función de lo amenazada que se encuentra la especie, así como las normas de protección y la redacción de un plan para su gestión en particular.

En el País Vasco 42 especies de fauna vertebrada de las aproximadamente 400 existentes en la CAPV y 44 de flora vascular de las cerca de 3000 especies existentes, se encuentran en situación de grave amenaza. Además, 34 especies de vertebrados, están en riesgo de desaparición.

Tal como se ha expuesto antes, el Catálogo de Especies Amenazadas, exige la redacción de un plan de gestión de aquellas especies que considere necesario dado su estado de vulnerabilidad. De acuerdo con esto, en País Vasco se han desarrollado los siguientes planes de gestión de especies:

· Plan de Gestión del Blenio de Río (Salaria Fluviatis) en Alava
· Plan de Gestión del ave "Águila de Bonelli o águila-azor perdicera" *(Hieraaetus fasciatus)* en Álava.
· Plan de Gestión del ave "Avión Zapador *(Riparia riparia)*".
· Plan de Gestión del Visón Europeo *Mustela lutreola* en el Territorio Histórico de Álava.
· Plan de Gestión del Visón Europeo *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761) en el Territorio Histórico de Gipuzkoa.
· Plan de Gestión del Visón Europeo, *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761), en el Territorio Histórico de Bizkaia.
· Plan de Gestión de la Ranita Meridional *(Hyla Meridionalis).*
· Plan de Gestión del Desmán del Pirineo *Galemys pyrenaicus* (E. Geoffroy, 1811) en el Territorio Histórico de Gipuzkoa.
· Plan de Gestión de la Nutria *Lutra lutra* (Linnaeus 1758) en el Territorio Histórico de Álava.
· Plan de Gestión del ave "Quebrantahuesos *(Gypaetus barbatus)*" en el Territorio Histórico de Álava.
· Plan de Gestión del ave "cormorán moñudo *(Phalacrocorax aristotelis)*".
· Plan de Gestión del ave "paíño europeo *(Hydrobates pelagicus)*".
· Plan de Gestión del pez "Lamprehuela" *(Cobitis calderoni).*
· Plan de Gestión del pez "Zaparda" *(Squalius pyrenaicus).*

· Plan de Gestión del pez Espinoso, *Gasterosteus aculeatus Linnæus*, 1758, en el Territorio Histórico de Bizkaia.
· Plan de Gestión de *Diphasiastrum alpinum* (L.) J. Holub., en el Territorio Histórico de Bizkaia.
· Plan de Gestión de *Eriophorum vaginatum* L en el Territorio Histórico de Bizkaia.
· Plan de Gestión de *Genista legionensis* (Pau) M. Laínz., en el Territorio Histórico de Bizkaia.
· Plan de Gestión de *Ranunculus amplexicaulis* L., en el Territorio Histórico de Bizkaia.

Más allá del desarrollo que se ha producido hasta la fecha en materia de gestión y conservación de la biodiversidad y el medio natural, merece especial mención el los planes y proyectos futuros. En este sentido, actualmente se está trabajando en la designación como Zonas Especiales de Conservación de los LIC de la Red Natura 2000 de la CAPV y en la adopción de las medidas de conservación, conforme a lo establecido en la Directiva Hábitat y la Ley 42/2007.

Estos instrumentos de gestión están de fase de proyecto, se ha realizado un proceso de participación con los agentes implicados y próximamente se expondrán públicamente.

En referencia al ámbito marino se está trabajando en una propuesta de LIC marinos de la CAPV, que todavía no está finalizada.

LA RIOJA

La configuración del medio físico riojano y, en particular, la distribución del relieve con gran diversidad de altitudes, pendientes y orientaciones, los distintos tipos de suelos, la variedad bioclimática y los diferentes regímenes hidrológicos dan como resultado una elevada diversidad de formaciones vegetales.

Al igual que las CCAA no históricas, hay que esperar a la reforma del estatuto de autonomía de La Rioja en 1992 para que la CA asuma competencias completas en espacios naturales protegidos, protección de ecosistemas y por otra parte montes, aprovechamientos y servicios forestales, vías pecuarias y pastos.

En La Rioja existen diferentes figuras de espacios naturales protegidos en función de la normativa a través de la cual han sido creados: en aplicación de directivas comunitarias, de acuerdo a la Ley 4/89 de conservación de especies naturales de la flora y fauna silvestre, o en base a la legislación de carácter urbanístico (PEPMAN).

Desde entonces, se ha producido un discreto desarrollo normativo en la materia destacando las siguientes leyes y decretos:

· Ley 4/2003 de 26 de marzo de 2003, de conservación de Espacios Naturales de La Rioja.
· Ley 4/1995 de 20 de marzo de 1995, de creación del Parque Natural de la Sierra de Cebollera.
· Decreto 29/2001, de 25 de mayo de 2001, por el que se declara la reserva natural de los Sotos del Ebro en Alfaro.
· Ley 5/1995 de 22 de marzo de 1995, de Protección de los animales.
· Decreto 59/1998 de 9 de octubre de 1998, por el que se crea y regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre de la Rioja.

Espacios naturales protegidos

A través de la normativa comunitaria se han designado 6 ZEPA y existe una propuesta de 6 LIC que, juntos darán lugar a la denominada Red Natura 2000. Por otra parte, y de acuerdo a la normativa de ámbito estatal (Ley 4/89), se han declarado una Reserva Natural y un Parque Natural.

En La Rioja, además de las anteriores categorías de espacios naturales, se cuenta con un precedente de inventario y protección de distintos espacios naturales de acuerdo a normas de carácter urbanístico. Se trata del denominado PEPMAN (Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural) que recoge 62 espacios agrupados en 15 categorías diferentes de protección.

☐ **Tabla 2.4.16.** Superficie de ENP y Red Natura en La Rioja.

Figura de protección	Superficie (ha)	% sobre el total de superficie de la Rioja
Parque Natural	17.824	3,53%
Reserva Natural	477	0,09%
Zona de Especial Conservación de Importancia Comunitaria- Lugar de Interés Comunitario (Red Natura 2000)	165.924	32,89%
Lugar de Interés Comunitario (Red Natura 2000)	1.687	0,33%
Reserva de la Biosfera	119.669	23,72%
Lista de Humedales de Importancia Internacional (Ramsar)	86	0,02%
Área Natural Singular	59	0,01%
Total Superficie protegida	**258.089**	**51,15%**

Fuente: Elaboración OSE a partir de la Estadística Ambiental de la Dirección General de Medio Natural. Gobierno de la Rioja.

Planes y proyectos desarrollados en materia de biodiversidad y conservación del medio natural

Por lo que respecta a la flora, en La Rioja se han catalogado cerca de 2.300 de las 7.500 especies de flora presentes en nuestro país. En lo referente a la fauna, dentro del grupo de los vertebrados, la Comunidad cuenta con 288 especies. Entre las más representativas se encuentran especies forestales abundantes como el sapo común, el corzo, el ciervo, el jabalí, el arrendajo, el pinzón, el cárabo o el ratonero, y otras más escasas como el gato montés, el azor y el pico menor, o muy escasas como el lobo.

En los espacios abiertos hay también numerosas especies de amplia distribución geográfica y abundante población como, por ejemplo, el sapo corredor, el cernícalo vulgar, la lechuza común, el vencejo, el estornino negro, la liebre o la comadreja, por citar algunas.

Los esfuerzos desarrollados por la CA en conservación y mantenimiento de la biodiversidad tienen su mejor plasmación en los planes de conservación y manejo desarrollados por la Rioja al amparo del *Catálogo regional de especies amenazadas*.

Los planes desarrollados son los siguientes:

· Plan de Recuperación del Aguila-Azor perdicera en La Rioja.
· Plan de Recuperación del Sisón Común en La Rioja.
· Plan de recuperación del cangrejo autóctono de río en La Rioja.
· Plan de recuperación de la Perdiz Pardilla en La Rioja.
· Plan de recuperación del visón europeo en La Rioja.
· Plan de Recuperación de la Androsela Riojana *(Androsace Rioxana)* en La Rioja.
· Plan de Recuperación del Grosellero de roca *(Ribes petraeum)* en La Rioja.
· Plan de Recuperación del Loro o Laurel de Portugal *(Prunus lusitanica subescpecie Lusitanica)* en La Rioja.

CAPÍTULO 3

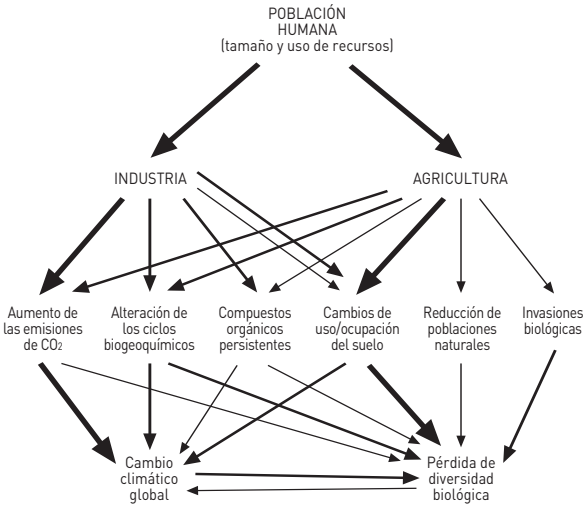
PRESIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD

3.1 Pérdida de biodiversidad y cambio global

En el presente capítulo, además de un panorama general sobre las causas de pérdida de biodiversidad y las perspectivas en función de los escenarios socioeconómicos futuros, se tratan cuatro de las principales causas directas de pérdida de biodiversidad en España: los cambios de ocupación del suelo, el cambio climático, las especies exóticas invasoras y los incendios forestales. No se abordan la contaminación y la sobreexplotación de forma específica pero estas dos causas de pérdida de biodiversidad sí son tratadas en algunos apartados del Capítulo 4 (Estado y tendencias de los ecosistemas y las especies).

En la literatura existen muchas propuestas acerca de cuales son los componentes del cambio global. En general todas ellas coinciden en que el término abarca al conjunto de cambios ambientales producidos por la actividad humana y que afectan al funcionamiento del sistema Tierra a nivel global. En el esquema propuesto por Vitousek et al. (1997) (1), el aumento de la población mundial y del uso de recursos naturales sería el principal motor de dicho cambio a través del incremento en la actividad industrial y agraria (Figura 3.1.1). Éstas habrían ocasionado cambios ambientales, entre los que destacan el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, la producción y distribución de compuestos químicos persistentes como los clorofluorocarbonos, alteraciones de los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno, el sulfuro y otros elementos, cambios en el uso y la ocupación del suelo, la desaparición de los grandes predadores de la mayor parte de los ecosistemas e invasiones biológicas por especies exóticas. En último término, según estos autores, los cambios citados anteriormente darían lugar al cambio climático y a la pérdida de biodiversidad a nivel global. Estos componentes del cambio interaccionan entre sí, de tal modo que el cambio global no puede ser entendido como un fenómeno simple de causa-efecto. Los cambios ambientales ocasionados por el ser humano tienen efectos múltiples y a diferentes escalas espaciales y temporales que son complejos de entender y más incluso de predecir.

☐ **Figura 3.1.1.** Componentes del cambio global.



Fuente: Adaptado de Vitousek et al. (1997) (1)

Las principales causas directas de la pérdida de biodiversidad son los cambios de ocupación del suelo (sobre todo la expansión de la agricultura intensiva, la urbanización y el desarrollo de infraestructuras de transporte), el uso insostenible de los recursos naturales, la contaminación, el cambio climático y las especies exóticas invasoras. Los efectos de estos factores directos se ven acentuados por una serie de causas subyacentes de pérdida de biodiversidad que son más difíciles de controlar, que están relacionadas con las tendencias sociales económicas y culturales que determinan la cantidad de recursos que utiliza el ser humano. Entre ellas se encuentran el crecimiento demográfico, las pautas de consumo, el volumen de comercio internacional, los fallos en la gobernanza, la toma de decisiones y el funcionamiento de las instituciones, así como deficiencias económicas y de mercado. El conocimiento insuficiente de los mecanismos que determinan el funcionamiento de los ecosistemas también

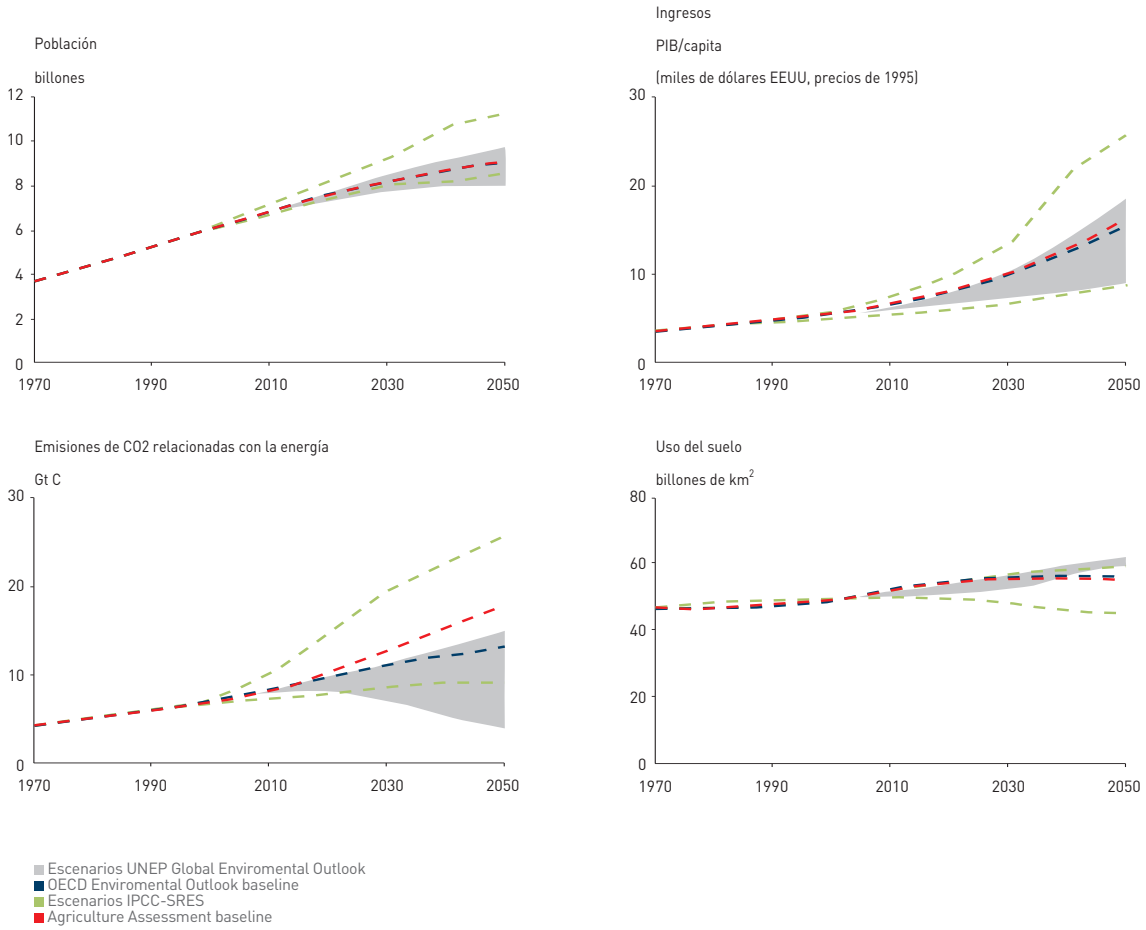
contribuye a la pérdida de biodiversidad. El uso más eficaz de los recursos naturales y la gestión adecuada de los ecosistemas permitirían sin duda disociar las causas indirectas de las directas, disminuyendo de esta forma las presiones sobre la biodiversidad.

Perspectivas ante escenarios socioeconómicos futuros

Según el informe de la OCDE *Prospectiva Medioambiental para el 2030* (2), las presiones futuras que afectarán a la biodiversidad están íntimamente ligadas al aumento de la actividad económica y a los cambios asociados de patrones de consumo y producción. De esta forma, bajo un escenario de continuidad de las políticas actuales *(baseline scenario)*, se prevé que la población mundial sea en 2030 un 30% superior a la actual y que la economía casi se duplique (en términos de PIB), lo que probablemente aumentará las presiones sobre los ecosistemas. La mayor parte del crecimiento, tanto en el ingreso como en la población tendrá lugar en las economías emergentes de Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica (BRIICS) y en otros países en desarrollo. En la Figura 3.1.2 se muestran las tendencias proyectadas por cuatro evaluaciones a nivel global en relación con algunas de las principales causas de pérdida de biodiversidad, según las cuales la población mundial y la economía continuarán creciendo de aquí a 2050, con el correspondiente aumento de los cambios de uso del suelo y del consumo de energía.

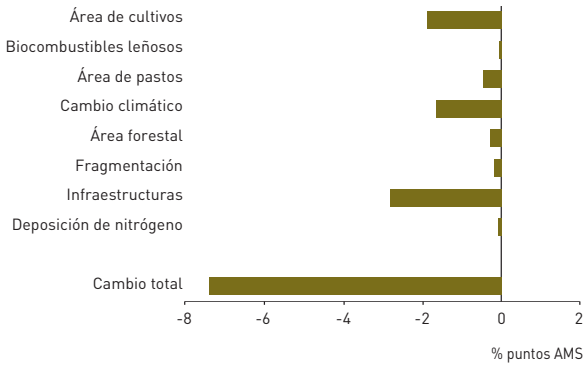
La pérdida de especies se producirá, según el informe de la OCDE citado anteriormente, debido en gran parte a la expansión de las infraestructuras (principalmente de transporte y la urbanización) y de la agricultura y también al cambio climático (Figura 3.1.3). La producción combinada de alimentos y biocombustibles exigirá un 10% de incremento de tierra de labor en todo el mundo con la consecuente pérdida añadida de hábitat para la vida silvestre.

☐ **Figura 3.1.2.** Tendencias proyectadas en algunas de las causas de pérdida de biodiversidad de acuerdo con cuatro evaluaciones globales.



Fuente: Adaptado de Kok et al. (2008) (3).

☐ **Figura 3.1.3.** Causas de pérdida en la abundancia media de especies (AMS) entre 2000 y 2030 bajo un escenario de continuidad de las políticas actuales *(baseline scenario)*.

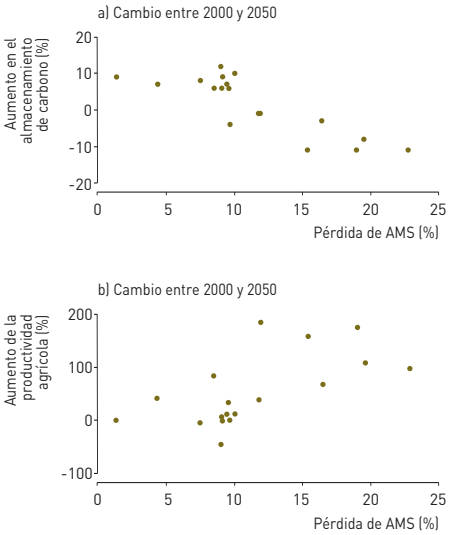


Fuente: Adaptado de Bakkes y Bosch (2008) (4).

El cambio climático y la acidificación de los océanos son factores que irán ganando en importancia a lo largo del siglo XXI. Según las últimas evaluaciones, el aumento de la concentración atmosférica de CO_2 y el cambio climático podrían dar lugar a grandes transformaciones irreversibles en la biodiversidad en niveles próximos o incluso por debajo del calentamiento global de 2º C definido por el IPCC como "peligroso" (5). En este sentido, debe tenerse en cuenta que se espera que el consumo de energía primaria de Brasil, Rusia, India y China en conjunto, crezca un 72% entre 2005 y 2030, en comparación con el 29% de los 30 países que integran la OCDE. Por tanto, a menos que se implementen acciones de una política ambiciosa, las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de tan sólo estos cuatro países aumentará en 46% para 2030, sobrepasando los niveles de los 30 países de la OCDE combinados (2).

Casi todos los escenarios globales sugieren que será necesaria la conversión de hábitat naturales en cultivos y plantaciones forestales para poder proveer de alimento, fibra, y otros servicios de aprovisionamiento a una población mundial elevada y que va en aumento (5). Históricamente, esta conversión ha estado asociada a reducciones en la abundancia de especies, un mayor riesgo de extinción de especies y la degradación de otros servicios ecosistémicos, particularmente los servicios de regulación como la retención de nutrientes, el mantenimiento del agua en buenas condiciones, el control de la erosión y el almacenamiento de carbono (6,7). Un nuevo análisis cuantitativo de las proyecciones de los modelos IMAGE y GLOBIO sugiere que este tipo de contraprestaciones van a continuar a escala global, utilizando como ejemplo la relación entre la abundancia de especies, la productividad agrícola y un servicio de regulación clave, el almacenamiento de carbono por parte de los ecosistemas (Figura 3.1.4). Para el escenario de desarrollo continuista *(business as usual)*, se proyecta que la productividad agrícola aumente a costa de una disminución de las especies características de los sistemas naturales y del almacenamiento de carbono. Los servicios de regulación que dependen de la configuración o patrón espacial del paisaje, como por ejemplo el control de las pestes o la polinización, muestran relaciones más complejas. Para estos servicios, una mezcla de vegetación natural y tierras agrícolas parece ser la óptima (8,9).

☐ **Figura 3.1.4.** a) Relación entre los cambios proyectados de 2000 a 2050 en el almacenamiento de carbono por parte de los ecosistemas y los cambios proyectados en la abundancia media de especies (AMS) (r = 0,84). b) Relación entre los cambios proyectados en la productividad agrícola (estimada utilizando la productividad primaria neta), y los cambios proyectados en AMS (r = 0,63).



Fuente: Leadley et al. (2010) (5).
Nota: AMS se calculó utilizando el modelo GLOBIO y los servicios de los ecosistemas a partir del modelo IMAGE. Todas las proyecciones están basadas en el escenario de continuidad en las políticas de la *Perspectiva Mundial sobre Medio Ambiente* (OCDE, 2008) (2).

Los nuevos escenarios socioeconómicos que consideran pautas de desarrollo verosímiles de emisiones bajas de gases de efecto invernadero y tasas reducidas de cambios de ocupación del suelo, permitirían impactos mucho menores sobre la biodiversidad que los proyectados por estudios previos. Estos escenarios optimistas requieren de cambios fundamentales en los paradigmas de desarrollo, pero son coherentes con los procesos económicos, el uso de recursos y los objetivos de desarrollo humano (5). En la misma línea, la OCDE afirma que mientras que la acción política es asequible, el coste de la inacción es elevado, y estima que bajo una proyección de continuidad de las políticas actuales, el PIB mundial crecerá casi un 99% entre 2005 y 2030, con un fuerte impacto sobre el medioambiente. Sin embargo, la aplicación de un paquete de políticas globales para atender los retos ambientales más importantes implicaría una reducción de tan sólo algo más del 1% del PIB mundial en 2030, que sería de alrededor del 97% mayor en 2030 de lo que es hoy en día.

3.2. Cambios de ocupación del suelo

■ 3.2.1. INTRODUCCIÓN

La dimensión territorial de la sostenibilidad constituye un aspecto esencial que está suscitando un creciente interés, tanto en los ámbitos científico y técnico como en el social. La importancia del territorio como recurso y del análisis de la dimensión espacial de los cambios emerge como una cuestión clave. El territorio es algo más que un espacio abstracto en el que se ubican las actividades. Es el soporte físico de todos los sistemas y procesos, incluyendo ecosistemas, paisajes y procesos ecológicos esenciales y por supuesto es el soporte físico de la biodiversidad. Que el territorio es finito y no puede ser ampliable y que ello impone ciertos límites y umbrales en relación con su funcionalidad ambiental, incluyendo la conservación de la biodiversidad, es un hecho que intuitivamente se percibe con bastante claridad en los sistemas insulares pero que es igualmente aplicable a otros espacios.

Existen políticas, como las relativas a la protección de especies e implementación de planes de conservación de especies amenazadas, que inciden directamente en la conservación de la biodiversidad. Sin embargo tales políticas necesitan complementarse con otras dirigidas hacia el territorio, dada la íntima conexión entre éste y la biodiversidad. Muchas especies de flora y fauna tienen una parte significativa de sus poblaciones fuera de los espacios protegidos. Igualmente una fracción de los hábitat amenazados se sitúa fuera de tales espacios. Pero además, las especies establecen relaciones funcionales con territorios mas amplios, de forma que la protección de su hábitat directo puede ser insuficiente para su conservación a medio o largo plazo.

Una consecuencia de esto es que en algunos casos las políticas de protección de especies, incluso las de conservación de espacios, pueden fracasar si no se han implementado en paralelo a un enfoque más global que abarque el conjunto del territorio y de su funcionalidad ambiental, funcionalidad mediatizada por los usos del suelo. En este contexto, los cambios de uso constituyen una de las amenazas más importantes, si no la principal, para la conservación de la biodiversidad. Esto, unido al hecho de que las relaciones entre territorio, usos del suelo y biodiversidad con frecuencia son complejas y no siempre evidentes, obliga a aplicar el principio de precaución en relación con el conjunto del territorio y a adoptar perspectivas robustas frente a las incertidumbres sobre territorio y biodiversidad, minimizando los cambios de uso con mayor riesgo potencial.

Por tanto es necesario analizar los usos del territorio, sus cambios a lo largo del tiempo y las principales tendencias que emergen, así como valorar sus posibles implicaciones en relación con la conservación general de la biodiversidad. En este apartado proponemos un primer análisis de estos cambios en España, para pasar a analizar con mayor detalle los cambios que han tenido lugar en la cuenca del Segura a través de la información aportada por el proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) para los años 1987, 2000 y 2006. A continuación se trata el caso de un cambio de ocupación del suelo particular, el de la implantación de parques eólicos, que está teniendo especial repercusión en la biodiversidad de nuestro país. Por último, se hace referencia a una metodología de análisis de los cambios de ocupación del suelo a través de los mosaicos del paisaje.

EL PROYECTO CORINE LAND COVER

El proyecto CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover (referenciado en ese informe por las siglas CLC) está dirigido y gestionado por la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA). En España, el IGN (Instituto Geográfico Nacional) y CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica), del Ministerio de Fomento, constituyen el Centro Nacional de Referencia en Ocupación de Suelo, que actúa de Punto Focal y se encarga de la coordinación y asesoramiento para su elaboración y difusión en España.

El principal objetivo del proyecto CLC es facilitar la toma de decisiones en materia de política territorial dentro de la Unión Europea. Técnicamente, el objetivo fundamental de ese proyecto es capturar datos de tipo numérico y geográfico para la creación de una base de datos de usos y cobertura del suelo del territorio (lo que en ese informe se cita muchas veces como "ocupación o cobertura del suelo") a escala 1:100.000, así como su permanente actualización para permitir análisis multitemporales. Su elaboración se realiza mediante la interpretación de imágenes de satélites Landsat y SPOT; aunque no se utilicen las tecnologías de teledetección para extraer la información a través de clasificación automatizada, las imágenes sirven como importantes fuentes de datos a través de fotointerpretación. La metodología es común para todos los países implicados.

Hasta el momento, el proyecto CLC ofrece cartografía de tres años de referencia: 1990, 2000 y 2006, lo que permite realizar un análisis comparado de los resultados presentados. Los productos generados en cada etapa del proyecto son los siguientes:

Usos y cobertura del suelo, 1990
El primer producto de cartografía de usos y cobertura del suelo del CLC hace referencia al año 1990, aunque en realidad tomaron como base imágenes de satélites tomadas entre 1986 y 1995. Veinte y seis países europeos participaron de esa iniciativa. En España, la mayoría de estas imágenes son del año 1987, por lo que en ese informe normalmente la referencia se encontrará como CLC-1987. Para la elaboración de esa cartografía, se consideró una unidad mínima cartografiable de 25 ha, es decir, ningún uso de menor extensión está representado. La clasificación de usos es jerarquizada en varios niveles de información. La nomenclatura europea consta de 3 niveles, siendo ese último de 44 clases. Para España, se creó un nuevo nivel de desagregación (nivel 5), que consta de 64 clases.

Usos y cobertura del suelo, 2000
La información referente al año 2000, además de un producto cartográfico de usos y cobertura del suelo (CLC-2000), presenta una base de cambios, generada a partir de la comparación de los productos similares de 1990 y 2000. Se incorporaron algunas mejoras importantes para la elaboración de productos de CLC-2000, tales como: la variación de años de las imágenes de satélites de referencia (año de la imagen +/- 1 año); para la cartografía de cambios, la unidad mínima cartografiable es de 5 ha (el de ocupación sigue siendo de 25 ha); además, las unidades que presentan más de 100 m de ancho también fueron cartografiadas (principalmente teniendo en cuenta la infraestructura viaria).

Usos y ocupación del suelo, 2006
De igual forma que para el año 2000, los productos del CLC-2006 contienen por un lado, información de uso y cobertura del suelo de 2006, y por otro, un mapa de cambios identificados entre 2000 y 2006, aunque ese último generado a partir de una nueva metodología (establecida por la AEMA) diferente de la simple sobreposición de las dos capas de ocupación.

Al analizar la capa de cambios de forma independiente, se nota que no todos los cambios generan efecto sobre la base final de la cartografía de 2006, ya que se aplican criterios de agregación, eliminación y creación de polígonos. Por ese motivo, los análisis comparativos sobre la capa de cobertura 2006 (respecto a la capa de cobertura 2000), o de los datos resultantes de procesos en la capa de cambios 2000-2006 no generan datos idénticos, y pueden producir diferencias importantes en cuanto a extensión de diferentes clases de usos.

Los productos disponibles siguen teniendo unidad mínima cartografiable de 25 ha (para cobertura) y 5 ha (para cambios). Los años siguen el marco de referencia requerimiento por el proyecto de +/- 1 año; aunque la mayoría de las imágenes para España datan de 2005, lo referenciamos igual que al producto final europeo, considerando CLC-2006.

La diferencia más sustancial para España en cuanto al desarrollo del proyecto CLC-2006 es la decisión de no desagregar la información a nivel 5, lo que supone un cambio importante en los procesos de comparación en el tiempo de los cambios observados desde los años 90. Por eso, la información existente para el año 2006 para España no llega al mismo nivel de detalle que los años anteriores.

El principal motivo es la simultanea elaboración del proyecto SIOSE (Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España), gestionada por el IGN, que pretende disponer cartografía de cobertura y usos del suelo a escala 1:25.000 para toda España. Según el equipo que coordina ese proyecto, los datos alimentarán el proyecto CLC en sus futuras ediciones mediante un proceso de generalización, asegurando la coherencia de la información pública de ocupación del suelo, según la directiva INSPIRE (información sobre ese proyecto en http://www.ign.es/siose/).

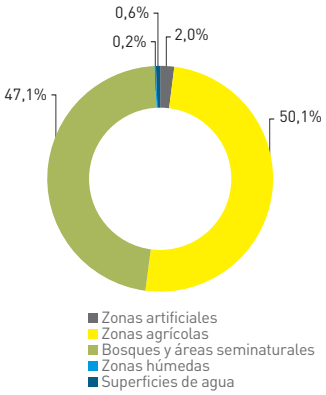
Más información técnica y detalles sobre el proyecto CORINE Land Cover se puede encontrar en la página web del Ministerio de Fomento (www.fomento.es).

■ 3.2.2. CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO 1987-2000-2006 EN ESPAÑA

3.2.2.1 Distribución de la ocupación del suelo en 2006

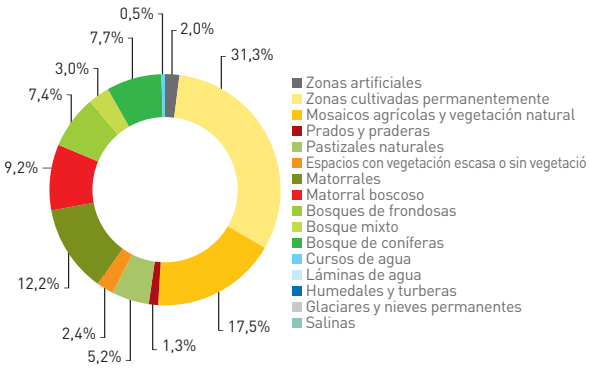
Según los datos del proyecto CLC 2006, la cobertura de los diferentes usos del suelo en España refleja un paisaje predominantemente rural, ya que un 50,1% de su superficie total (50.673.140 ha) es agrícola (Figura 3.2.1), correspondiendo la mayoría a zonas cultivadas permanentemente (31,3%) y a mosaicos de suelo agrícola y vegetación natural (17,5%, Figura 3.2.2). Los bosques y áreas seminaturales ocupan casi la otra mitad del territorio, un 47,1%, predominando las zonas arboladas y el matorral boscoso, que recubren el 27,2%. Los bosques de coníferas ocupan el 7,7%, los bosques de frondosas el 7,4%, los bosques mixtos el 3% y el matorral boscoso el 9,2%. La mayor parte del resto de zonas forestales están formadas por matorrales, que ocupan el 12,2% del territorio. Las zonas artificiales ocupan el 2,0% de la superficie de España, mientras que las superficies de agua abarcan el 0,6% y las zonas húmedas el 0,2%.

☐ **Figura 3.2.1.** Distribución de las principales clases de cobertura del suelo en España (año 2006). Clasificación CLC Nivel 1.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Figura 3.2.2.** Distribución en España de las 18 clases de cobertura del suelo consideradas (2006).



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

AGREGACIÓN DE LA CLASES DE COBERTURA DE CLC PARA ESTE ESTUDIO

Para el análisis de la pérdida y de hábitat de 1987-2006 se ha realizado una agregación de las coberturas del suelo a tercer nivel de CLC (43 categorías, excluyendo "mares y océanos"), obteniéndose un total de 18 coberturas del suelo (Tabla 3.2.1):

☐ **Tabla 3.2.1.** Correspondencia entre la codificación a tercer nivel de CLC Land Cover y las 18 coberturas seleccionadas.

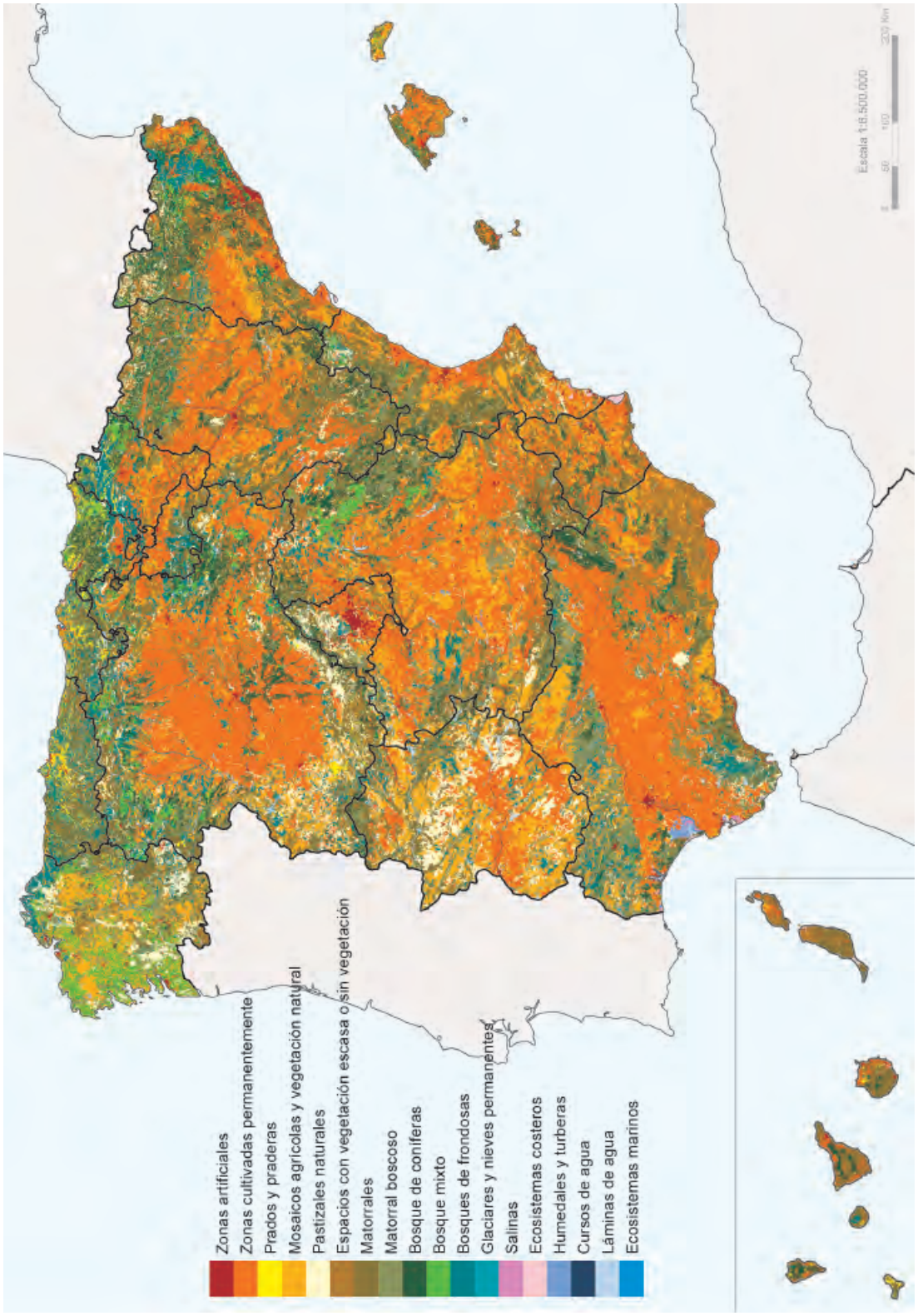
Clases de cobertura	Correspondencia con el Nivel 3 de CLC
Zonas artificiales	Tejido urbano discontinuo Zonas industriales y comerciales Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados Zonas portuarias Aeropuertos Zonas de extracción minera Escombreras y vertederos Zonas en construcción Zonas verdes urbanas Instalaciones deportivas y recreativas
Zonas cultivadas permanentemente	Tierras de labor en secano Terrenos regados permanentemente Arrozales Viñedos Frutales y plantaciones de bayas Olivares Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes
Prados y praderas	Prados y praderas



Clases de cobertura	Correspondencia con el Nivel 3 de CLC
Láminas de agua	Láminas de agua
Salinas	Salinas
Mosaicos agrícolas y vegetación natural	Mosaicos de cultivos Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural Sistemas agro-forestales
Espacios con vegetación escasa o sin vegetación	Roquedo Espacios con vegetación escasa Zonas quemadas
Bosques de coníferas	Bosques de coníferas
Bosque mixto	Bosque mixto
Bosques de frondosas	Bosques de frondosas
Matorral boscoso	Matorral boscoso
Pastizales naturales	Pastizales naturales
Matorrales	Landas y matorrales mesófilos Vegetación esclerófila
Glaciares y nieves permanentes	Glaciares y nieves permanentes
Humedales y turberas	Humedales y zonas pantanosas Turberas y prados turbosos
Cursos de agua	Cursos de agua
Ecosistemas marinos	Estuarios
Ecosistemas costeros	Marismas Zonas llanas intermareales Lagunas costeras Playas, dunas y arenales

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

□ **Mapa 3.2.1.** Distribución en España de las 18 clases de cobertura del suelo consideradas (2006).



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

3.2.2.2 Cambios de ocupación del suelo: balance neto 1987-2000-2006.

El aumento de las zonas artificiales es el cambio de ocupación del suelo más significativo ocurrido tanto entre 1987 y 2000, con un incremento del 25,4% (desde 669.888 ha hasta 840.348 ha), como entre 2000 y 2006, con un incremento del 21,1% (desde 840.348 ha hasta 1.017.360 ha, Tabla 3.2.2, Figura 3.2.3). Por tanto, entre 1987 y 2006 las zonas artificiales han aumentado un 51,9%. Si en 1987 ocupaban el 1,3% del territorio, en el año 2000 llegaron a representar el 1,7% y en 2006 el 2,0%. Cabe destacar el hecho de que el incremento de las zonas artificiales se ha acelerado en el último periodo, desde una tasa de 13.112 ha/año durante el periodo 1987-2000 hasta una tasa de 29.500 ha/año durante 2000-2006.

☐ **Tabla 3.2.2.** Principales cambios de ocupación del suelo en España 1987-2000-2006.

	Área 1987 (ha)	Área 2000 (ha)	Área 2006 (ha)	% cambio 87-00	% cambio 00-06	% cambio 87-06
Zonas artificiales	669.888	840.348	1.017.360	25,4	21,1	51,9
Zonas agrícolas	25.411.955	25.443.717	25.364.294	0,1	-0,3	-0,2
Bosques y áreas seminaturales	24.192.357	23.953.160	23.852.221	-1,0	-0,4	-1,4
Zonas húmedas	110.259	112.124	111.082	1,7	-0,9	-0,7
Superficies de agua	284.119	321.011	328.184	13,0	2,2	15,5

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

El segundo cambio neto de ocupación del suelo más importante entre 1987 y 2000 es el aumento de las superficies de agua y, concretamente, las láminas de agua (fundamentalmente embalses) que aumentaron un 18,3% (desde 205.529 ha hasta 243.118 ha, Tabla 3.2.3). Entre 2000 y 2006 dicho aumento fue mucho menor, de un 2,1%. Las láminas de agua ocupaban en 1987 un 0,4% del territorio, un 0,48% en 2000 y un 0,49% en 2006. Por el contrario, los humedales y turberas han experimentado un cambio de tendencia durante el periodo 2000-2006 con respecto a 1987-2000, ya que si bien en éste último habían aumentado un 1,7%, entre 2000 y 2006 se produjo una regresión del 1,8%. En cuanto a los cursos de agua, que incluyen tanto ríos y cauces naturales como canales artificiales, aunque al igual que ocurre con los humedales y turberas los cambios relativos no son muy significativos, se ha producido asimismo un cambio de tendencia, esta vez en sentido contrario, ya que entre 1987 y 2000 disminuyeron un 1,4% y en 2000-2006 aumentaron un 3,4%. En relación con las salinas, tuvieron un aumento destacado entre 1987 y 2000, de un 7,6%, mientras que entre 2000 y 2006 su superficie se mantuvo prácticamente estable, con una disminución del 0,4%.

Cuando se consideran todos los bosques en general (mixtos, de frondosas y de coníferas), se observa una ligera tendencia negativa en la evolución de su superficie entre 1987 y 2006, ya que mientras que entre 1987 y 2000 había aumentado un 2,5% (desde 9.282.941 ha hasta 9.297.224 ha) entre 2000 y 2006 se produce una regresión del 4% (desde 9.297.224 ha hasta 9.139.164 ha).

Los bosques de frondosas no han sufrido cambios netos de superficie significativos en los dos periodos considerados, si bien cabe destacar que entre 1987 y 2000 se produjo un aumento del 0,5% y, por el contrario, entre 2000 y 2006 su superficie disminuyó un 1,3%. En 1987 los bosques de frondosas ocupaban el 7,5% del territorio (3.783.619 ha), en 2000 el 7,5% (3.812.995 ha) y en 2006 el 7,4% (3.754.428 ha).

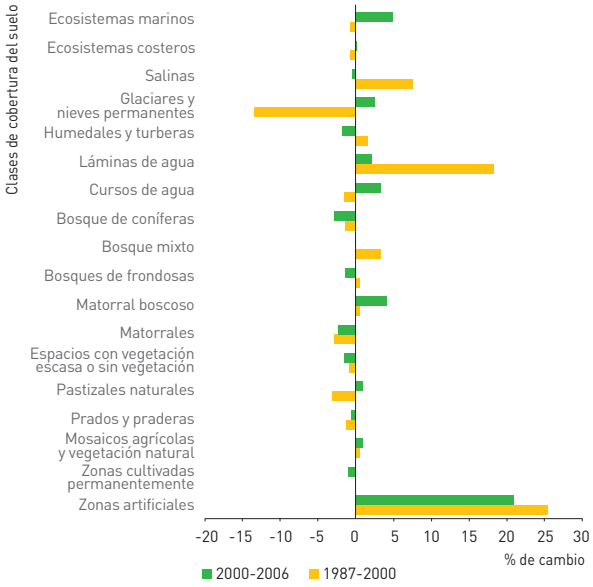
Los bosques de coníferas han sufrido una ligera disminución de su superficie neta, tanto entre 1987 y 2000 (1,3%) como entre 2000 y 2006 (2,8%). Cabe destacar que la disminución en el último periodo es de más del doble de su superficie, abarcando este periodo la mitad de años. En 1987 los bosques de coníferas ocupaban el 8,0% del territorio (4.044.942 ha), en 2000 el 7,9% (3.990.429 ha) y en 2006 el 7,7% (3.8793.49 ha).

Los bosques mixtos aumentaron en mayor proporción entre 1987 y 2000 (3,4%) que entre 2000 y 2006 (0,1%). En 1987 los bosques mixtos ocupaban el 2,9% del territorio (1.454.380 ha), en 2000 el 3,0% (1.503.800 ha) y en 2006 el 3,0% (1.505.387 ha).

En cuanto al matorral boscoso, aumentó ligeramente entre 1987 y 2000 (0,6%), y tuvo un aumento mucho mayor entre 2000 y 2006, concretamente del 4,2%. Por el contrario, las formaciones de matorral han disminuido su superficie en los dos periodos de tiempo considerados, un 2,8% entre 1987 y 2000 y un 2,2% entre 2000 y 2006. Los pastizales naturales habían disminuido un 3,1% entre 1987 y 2000, pero entre 2000 y 2006 se produce un cambio de tendencia con un aumento del 1,0%.

Las zonas cultivadas permanentemente no han sufrido cambios netos de superficie significativos en términos relativos: han disminuido un 0,1% entre 1987 y 2000 (desde 16.012.763 ha hasta 15.996.519 ha) y un 1,0% entre 2000 y 2006 (desde 15.996.519 ha hasta 15.837.441 ha). En 1987 ocupaban el 31,6% del territorio, en 2000 el mismo porcentaje y en 2006 el 31,3%. Los mosaicos agrícolas y vegetación natural no han sufrido cambios netos de superficie importantes en los dos periodos considerados, con aumentos del 0,6% y del 0,9% entre 1987 y 2000 y entre 2000 y 2006 respectivamente. Lo mismo ocurre con los prados y praderas, con una disminución del 1,3% entre 1987 y 2000 y del 0,5% entre 2000 y 2006.

☐ **Figura 3.2.3.** Cambios en la superficie de las clases de cobertura del suelo entre 1987 y 2000 y entre 2000 y 2006, expresados en porcentaje.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Tabla 3.2.3.** Cambios de ocupación del suelo en España durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006, expresados en porcentaje.

Clases de cobertura del suelo	% cambio 87-00	% cambio 00-06
Zonas artificiales	25,4	21,1
Zonas cultivadas permanentemente	-0,1	-1,0
Mosaicos agrícolas y vegetación natural	0,6	0,9
Prados y praderas	-1,3	-0,5
Pastizales naturales	-3,1	1,0
Espacios con vegetación escasa o sin vegetación	-0,8	-1,6
Matorrales	-2,8	-2,2
Matorral boscoso	0,6	4,2
Bosques de frondosas	0,5	-1,3
Bosque mixto	3,4	0,1
Bosque de coníferas	-1,3	-2,8
Cursos de agua	-1,4	3,4
Láminas de agua	18,3	2,1
Humedales y turberas	1,7	-1,8
Glaciares y nieves permanentes	-13,4	2,5
Salinas	7,6	-0,4
Ecosistemas costeros	-0,7	0,2
Ecosistemas marinos	-0,6	5,0

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Tabla 3.2.4.** Superficie ocupada por las 18 clases de cobertura del suelo consideradas en España.

	Superficie (ha) 1987	Superficie (ha) 2000	Superficie (ha) 2006
Zonas artificiales	669.888	840.348	1.017.360
Zonas cultivadas permanentemente	16.012.763	15.996.519	15.837.441
Mosaicos agrícolas y vegetación natural	8.738.399	8.794.697	8.877.931
Prados y praderas	660.794	652.501	648.922
Pastizales naturales	2.703.305	2.619.425	2.644.991
Espacios con vegetación escasa o sin vegetación	1.221.295	1.210.979	1.191.785
Matorrales	6.488.566	6.303.775	6.164.688
Matorral boscoso	4.447.898	4.473.766	4.663.258
Bosques de frondosas	3.783.619	3.802.995	3.754.428
Bosque mixto	1.454.380	1.503.800	1.505.387
Bosque de coníferas	4.044.942	3.990.429	3.879.349
Cursos de agua	45.459	44.820	46.347
Láminas de agua	205.529	243.118	248.312
Humedales y turberas	55.014	55.961	54.959
Glaciares y nieves permanentes	349	303	310
Salinas	18.440	19.834	19.756
Ecosistemas costeros	105.959	105.181	105.415
Ecosistemas marinos	11.980	11.908	12.501

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.



METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS CON CLC

Los cambios de ocupación del suelo se han analizado entre los años 1990-2000 y 2000-2006, a partir de la base de datos de CLC, por medio de herramientas de tabulación cruzada. Para las diferentes coberturas de uso del suelo se ha analizado el cambio neto de cada categoría (CN), el cambio total (CT), las ganancias (G) y las pérdidas (P). El cambio neto de una determinada cobertura del suelo viene determinada por la variación en superficie de la clase 'i' en
$\Delta t = t_1 - t$:

$$CN_i = \sum_{j=1}^{j} s_{i,t1} - \sum_{j=1}^{j} s_{i,t} \quad (1)$$

Donde, Si,t1 es la superficie de la cobertura 'i' en el tiempo t1 y Si,t es la superficie de la cobertura 'i' en el tiempo t. El cambio total de una determinada cobertura del suelo 'i' (Eq. 2) viene determinado por la suma de las ganancias y las pérdidas que ha experimentado dicha cobertura:

$$CT_i = \sum_{j=1}^{j} (s_{i,t1} - d_i) + \sum_{j=1}^{j} (s_{i,t} - d_i) \quad (2)$$

Donde, d_i nos muestra las proporciones de cada cobertura del suelo que se han mantenido constantes en el periodo de tiempo considerado, las ganancias el incremento en superficie de dicha cobertura y las pérdidas el descenso en el periodo de tiempo considerado.

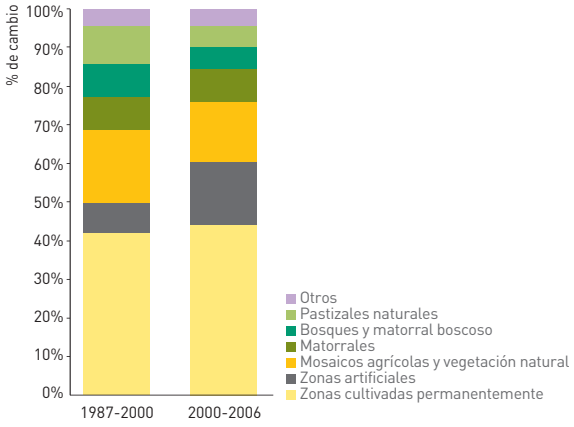
Una falta del cambio neto no implica la ausencia de cambio total (o intercambio). El intercambio (I) es el resultado de analizar los flujos del sistema en valores absolutos, determinados por las ganancias (G) y pérdidas (P). Estos índices se pueden expresar en términos de superficie o de porcentaje respecto al total del paisaje considerado.

3.2.2.3 Flujos de ocupación del suelo: consumo y formación

a) Zonas artificiales

La formación de nuevas zonas artificiales se ha producido a partir de una composición de tipos de ocupación del suelo similar en los dos periodos considerados (Figura 3.2.4). Principalmente ha tenido lugar a partir de zonas cultivadas permanentemente (el 41,5% entre 1987 y 2000 y el 43,76% entre 2000 y 2006) seguidas de los mosaicos agrícolas y vegetación natural (el 18,8% entre 1987 y 2000 y el 14,9% entre 2000 y 2006). Cabe destacar el hecho de que una proporción significativa de las nuevas zonas artificiales se han creado a partir de ecosistemas naturales, principalmente bosques, matorral boscoso, matorrales y pastizales naturales, que suman el 27,4% de las zonas artificiales formadas entre 1987 y 2000 (51.978 ha) y el 19,5% de las formadas entre 2000-y 2006 (34.184 ha).

☐ **Figura 3.2.4.** Formación de zonas artificiales en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



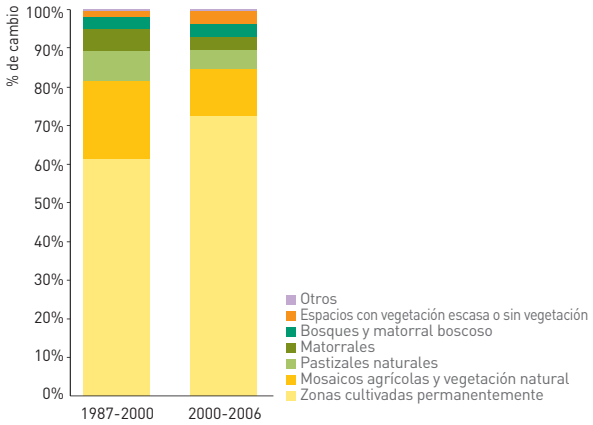
Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

b) Zonas cultivadas permanentemente

A pesar de que los cambios netos de las zonas cultivadas permanentemente son pequeños en términos relativos, ha habido muchos cambios internos entre unos tipos de zonas cultivadas permanentemente y otros. Entre 1987 y 2000 el 61,2% de las nuevas zonas cultivadas permanentemente se habían formado a partir de cambios internos en las mismas, y entre 2000 y 2006 este porcentaje era del 72,6% (Figura 3.2.5). El cambio más significativo con diferencia entre 1987 y 2000 es la formación de terrenos regados permanentemente, un total de 238.601 nuevas hectáreas, la mayor parte de las cuales aparecen por la sustitución de tierras de labor en secano (96,0%). Entre 2000 y 2006 estos cambios internos se deben tanto a la aparición de nuevos regadíos (43.641 ha), como a la de nuevos olivares (56.138 ha), en ambos casos fundamentalmente a partir de tierras de labor en secano (94,5% y 94,4% respectivamente).

Cabe destacar la desaparición de mosaicos agrícolas y vegetación natural y su transformación en zonas cultivadas permanentemente: el 20,6% de las que se crearon entre 1987 y 2000 proceden de mosaicos agrícolas y vegetación natural (138.163 ha) y el 12,1% entre 2000 y 2006 (26.482 ha). El porcentaje de zonas cultivadas permanentemente formadas a partir de bosques, matorral boscoso y matorral es de un 8,6% (58.497 ha) entre 1987 y 2000 y de un 7,0% (15.281 ha) entre 2000 y 2006.

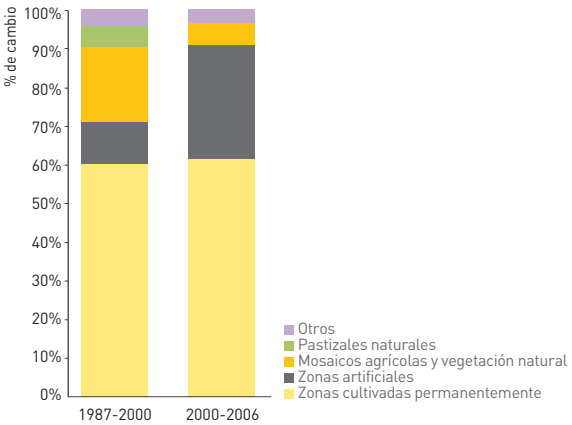
☐ **Figura 3.2.5.** Formación de zonas cultivadas permanentemente en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

Al igual que ocurre en el caso de la creación de zonas cultivadas permanentemente, su desaparición también se debe, en su mayor parte, a cambios internos entre los diferentes tipos de zonas cultivadas permanentemente (un 59,9% entre 1987 y 2000 y un 61,3% entre 2000 y 2006, Figura 3.2.6). La segunda causa de desaparición de este tipo de zonas agrícolas es su sustitución por zonas artificiales. Cabe destacar el hecho de que el porcentaje de zonas cultivadas permanentemente que desaparecieron por esta causa entre 2000 y 2006 (29,6%, 158.788) es más del doble que el existente entre 1987 y 2000 (11,3%, 78.730 ha), en detrimento de la sustitución por mosaicos agrícolas y vegetación natural y pastizales naturales.

☐ **Figura 3.2.6.** Desaparición de zonas cultivadas permanentemente en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

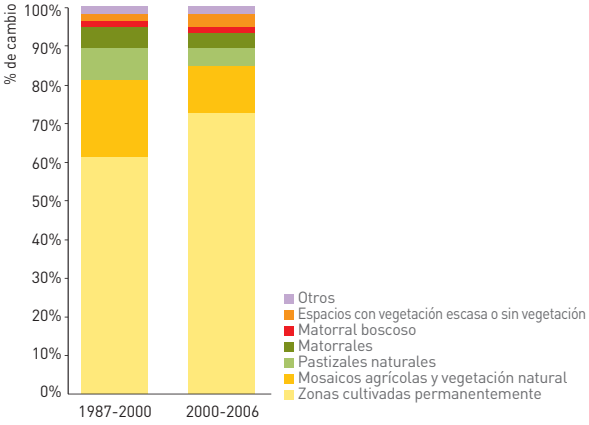


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

c) Mosaicos agrícolas y vegetación natural

Tal y como se ha comentado anteriormente, los cambios netos de superficie de los mosaicos agrícolas son muy pequeños. La mayor parte de los que se han formado, tanto entre 1987 y 2000 (61,2%, 133.776 ha) como entre 2000 y 2006 (72,6%, 14.664 ha) proceden de zonas cultivadas permanentemente (Figura 3.2.7). En segundo lugar se encuentran los cambios internos entre las diferentes categorías de mosaicos agrícolas y vegetación natural (20,2% entre 1987 y 2000 y 12,1% entre 2000 y 2006).

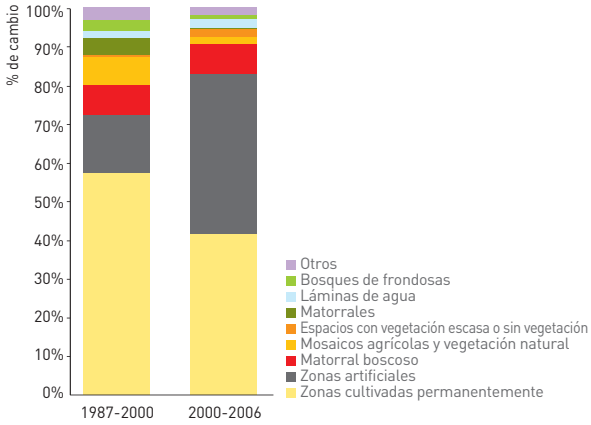
☐ **Figura 3.2.7.** Formación de mosaicos agrícolas y vegetación natural en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

La pérdida de mosaicos agrícolas y vegetación natural ha tenido lugar fundamentalmente por la aparición de zonas cultivadas permanentemente, que suponen el 57,4% (138.163 ha) entre 1987 y 2000 y el 31,7% (26.482 ha) entre 2000 y 2006 (Figura 3.2.8). Al igual que ocurría en el caso de las zonas cultivadas permanentemente, la segunda causa de desaparición de las áreas de mosaico agrícola y vegetación natural es su sustitución por zonas artificiales, siendo este proceso mucho más acusado durante el periodo 2000-2006 (14,8%, 35.650 ha) con respecto al periodo 1987-2000 (41,2%, 26.150 ha).

☐ **Figura 3.2.8.** Desaparición de mosaicos agrícolas y vegetación natural en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

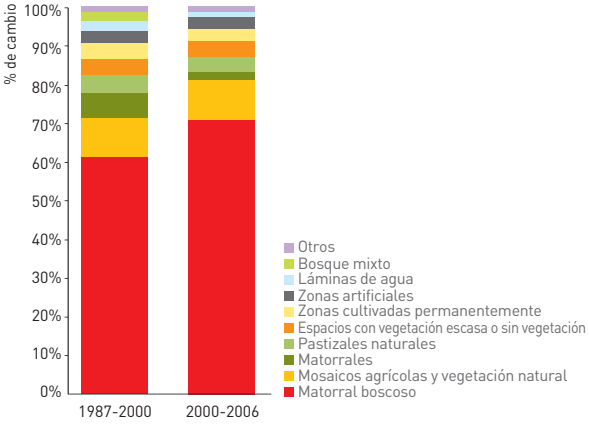


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

d) Bosques de frondosas

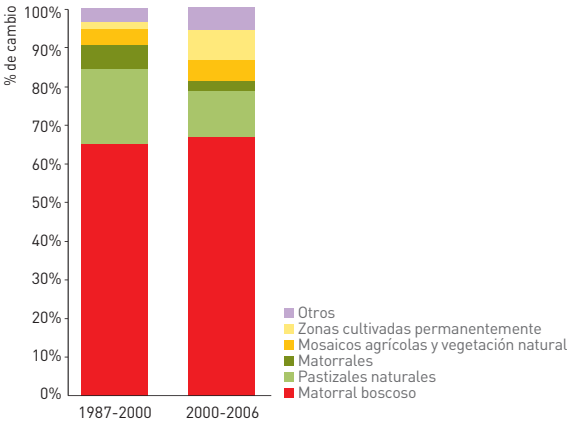
En los dos periodos considerados, la mayor parte de las pérdidas y formaciones de bosques, tanto de frondosas como de coníferas y mixtos, se han producido a favor o en detrimento de, matorral boscoso de transición. Entre 1987 y 2000 el 61,1% (91.755 ha) de los bosques de frondosas que desaparecieron se transformaron en matorral boscoso de transición, mientras que entre 2000 y 2006 esta proporción fue del 71,0% (8.228 ha, Figura 3.2.9). El resto de los bosques de frondosas que desaparecieron fueron sustituidos principalmente por mosaicos agrícolas y vegetación natural (10,3% entre 1987 y 2000 y 9,9% entre 2000 y 2006). De igual modo, la mayor parte de los nuevos bosques de frondosas se han generado a partir de matorral boscoso de transición (el 64,9%, 74.363 ha, entre 1987 y 2000 y el 66,6%, 49.934 ha, entre 2000 y 2006), seguido de los pastizales naturales (el 19,33% y el 11,7% respectivamente, Figura 3.2.10).

☐ **Figura 3.2.9.** Desaparición de bosques de frondosas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Figura 3.2.10.** Formación de bosques de frondosas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo en los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

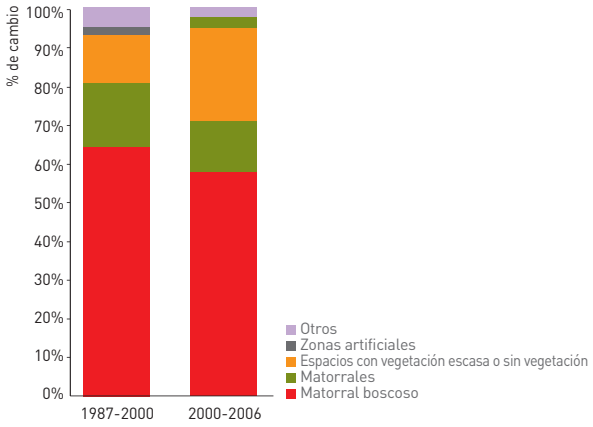


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

d) Bosques de coníferas

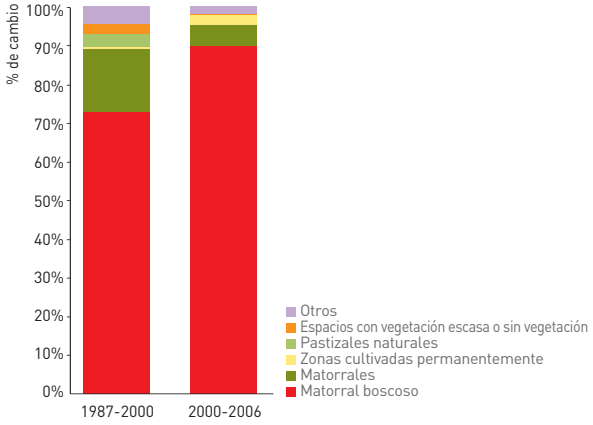
Entre 1987 y 2000 el 64,3% (124.492 ha) de los bosques de coníferas que desaparecieron se transformaron en matorral boscoso de transición, mientras que entre 2000 y 2006 esta proporción fue del 57,9% (47.388 ha, Figura 3.2.11). El resto de los bosques de coníferas que desaparecieron fueron sustituidos por matorrales (16,7% entre 1987 y 2000 y 12,9% entre 2000 y 2006) y por espacios con vegetación escasa o sin vegetación (11,9% entre 1987 y 2000 y 23,8% entre 2000 y 2006). Por otra parte, la mayoría de los nuevos bosques de coníferas se han formado a partir de matorral boscoso de transición (el 73,1%, 124.492 ha, entre 1987 y 2000 y el 89,9%, 27.753 ha, entre 2000 y 2006) seguido de los matorrales (el 15,9% y el 5,6% respectivamente, Figura 3.2.12).

☐ **Figura 3.2.11.** Desaparición de bosques de coníferas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Figura 3.2.12.** Formación de bosques de coníferas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



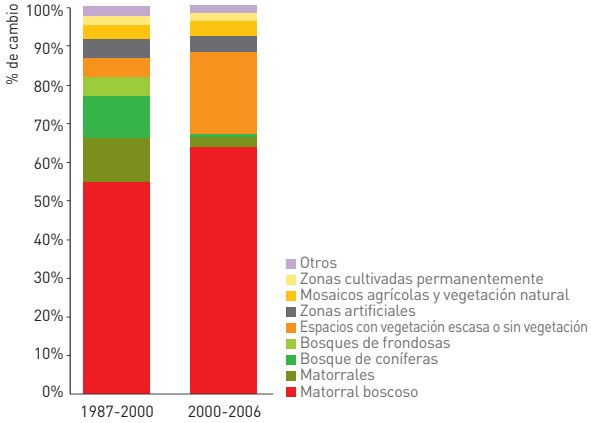
Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.



f) Bosque mixto

La desaparición de bosque mixto se debe principalmente a su transformación en matorral boscoso (el 54,7% entre 1987 y 2000 y el 63,7% entre 2000 y 2006, Figura 3.2.13). El resto del bosque mixto pasó a ser matorrales, bosque de coníferas, bosque de frondosas y espacios con vegetación escasa o sin vegetación. Al igual que ocurría en el caso de los bosques de coníferas, la proporción de bosque mixto que se ha transformado en espacios con vegetación escasa o sin vegetación es mucho mayor en 2000-2006 (21,2%) con respecto a 1987-2000 (5,0%).

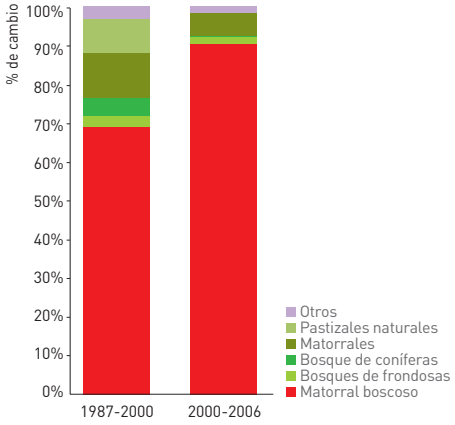
☐ **Figura 3.2.13.** Desaparición de bosque mixto en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

Entre 1987 y 2000 el 69,7% (58.467 ha) de los bosques mixtos se formaron a partir de matorral boscoso de transición, mientras que entre 2000 y 2006 esta proporción fue del 90,9% (7.450 ha, Figura 3.2.14). El resto de los bosques de mixtos que se formaron lo hicieron a partir de matorrales y pastizales naturales principalmente.

☐ **Figura 3.2.14.** Formación de bosque mixto en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

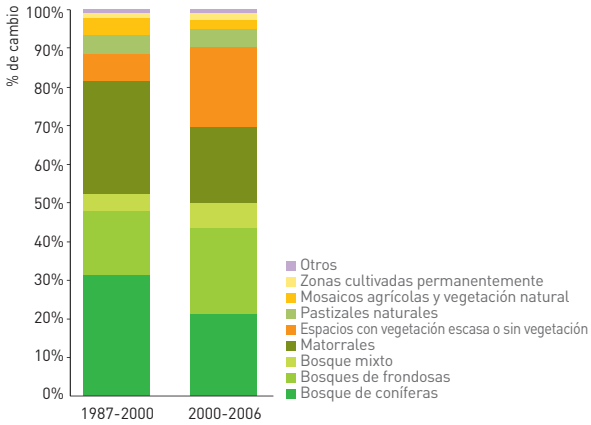


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

g) Matorral boscoso de transición

Gran parte del matorral boscoso de transición nuevo que aparece proviene de la transformación de bosques, sobre todo de coníferas (31,7% en 1987-2000 y 21,3% en 2000-2006) y de frondosas (16,3% en 1987-2000 y 22,5% en 2000-2006, Figura 3.2.15). También cabe destacar la formación de matorral boscoso a partir de matorrales (29,3% entre 1987 y 2000 y 19,7% entre 2000 y 2006) y de espacios con vegetación escasa o sin vegetación (7,2% entre 1987 y 2000 y 20,8% entre 2000 y 2006).

☐ **Figura 3.2.15.** Formación de matorral boscoso de transición en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

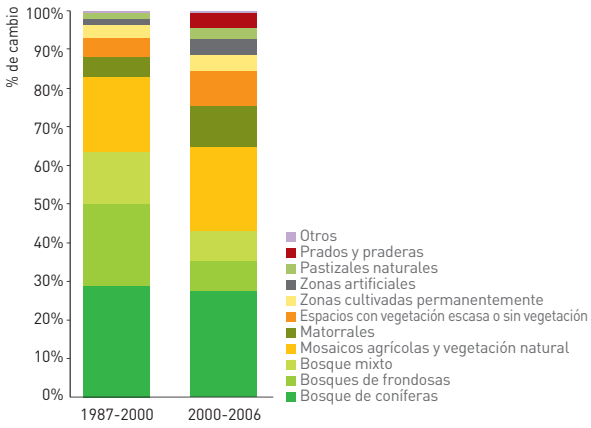


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

La mayor parte del matorral boscoso que desaparece entre 1987 y 2000 pasa a ser bosque (64,0%, 6.396 ha), mientras que esta proporción es menor entre 2000 y 2006 (43,1%, 43.432 ha, Figura 3.2.16). Esta disminución se debe a que en este último periodo ha aumentado la proporción de matorral boscoso que pasa a matorral y a espacios con vegetación escasa o sin vegetación (19,8%, 20.016 ha), con respecto al periodo 1987-2000 (10,7%, 1.066 ha). Por último, cabe destacar que una parte importante del matorral boscoso que desaparece lo hace a favor de los mosaicos agrícolas y vegetación natural (un 18,7%, 1.866 ha, entre 1987 y 2000 y un 21,72%, 9.689 ha, entre 2000 y 2006).



☐ **Figura 3.2.16.** Desaparición de matorral boscoso de transición en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

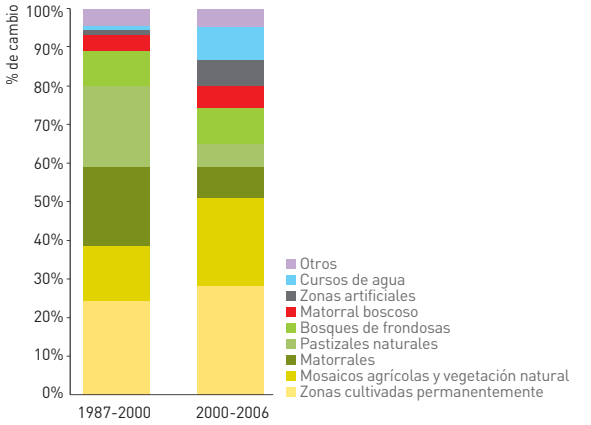


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

h) Láminas de agua

Entre 1987 y 2000, aproximadamente el 55,5% de las nuevas láminas de agua se formaron a partir de ecosistemas naturales (bosques de frondosas, matorral boscoso, matorrales y pastizales naturales), que suman un total de 21.891 ha (Figura 3.2.17). Entre 2000 y 2006 la proporción de zonas naturales que se transformaron en láminas de agua fue menor, en concreto del 29,1% (2.254 ha). Entre 1987 y 2000 el 24% de las láminas de agua se formaron a partir de zonas cultivadas permanentemente, el 20,8% a partir de matorrales y el 14,3% a partir de mosaicos agrícolas y vegetación natural. Entre 2000 y 2006, al igual que entre 1987-2000, la mayor parte de las láminas de agua se formaron a partir de zonas cultivadas permanentemente (28,3%), seguidas en este caso de los mosaicos agrícolas y vegetación natural con un 22,7%.

☐ **Figura 3.2.17.** Formación de láminas de agua en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

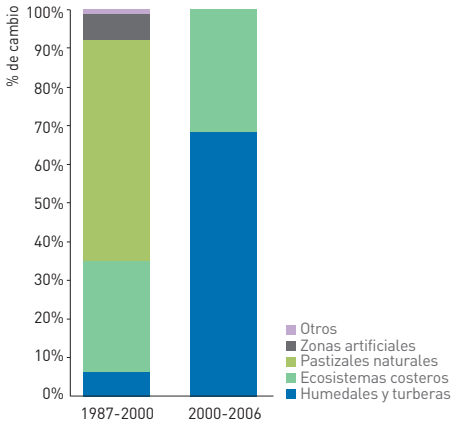


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

i) Salinas

La mayor parte de las salinas que se formaron entre 2000 y 2006 lo hicieron a partir de humedales y turberas (68,3%, 77 ha), mientras que esta proporción fue mucho menor entre 1987 y 2000 (6,6%, 92 ha), periodo en el que la proporción de salinas formadas a partir de pastizales naturales fue la más elevada (57,2%, 799 ha, Figura 3.2.18). También es destacable el hecho de que una proporción considerable de salinas se hayan formado a partir de ecosistemas costeros, tanto entre 1987 y 2000 (28,6%, 400 ha), como entre 2000 y 2006 (31,8%, 36 ha).

☐ **Figura 3.2.18.** Formación de salinas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

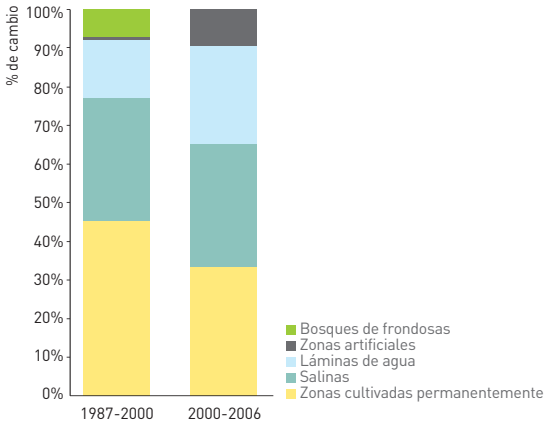


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

j) Humedales y turberas

La mayor parte de los humedales y turberas que han desaparecido se han transformado en zonas cultivadas permanentemente, salinas y láminas de agua (Figura 3.2.19). Entre 1987 y 2000 el 45,5% (131 ha) de los humedales y turberas se trasformaron en zonas cultivadas permanentemente, el 31,8% (92 ha) en salinas y el 15,0% (43 ha) en láminas de agua. Entre 2000 y 2006 el 32,9% (79 ha) se transformaron en zonas cultivadas permanentemente, el 31,8% (77,0 ha) en salinas y el 24,8% (62,0 ha) en láminas de agua. Cabe destacar que a pesar de que el aumento neto de láminas de agua entre 2000 y 2006 (2,1%), es mucho menor que el de 1987-2000 (18,3%), el porcentaje de humedales y turberas que han desaparecido por la formación de láminas de agua es mayor entre 2000 y 2006. También es destacable el hecho de que entre 1987 y 2000 no hubo prácticamente humedales y turberas que fueran sustituidos por zonas artificiales (0,71%), mientras que entre 2000 y 2006 esta proporción asciende al 9,6%.

☐ **Figura 3.2.19.** Desaparición de humedales y turberas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.

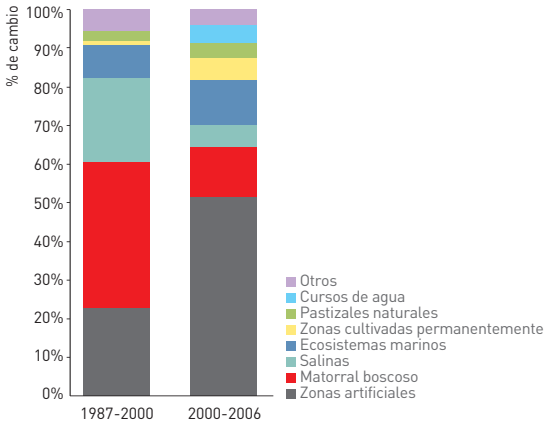


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

k) Ecosistemas costeros

La desaparición de ecosistemas costeros a favor de zonas artificiales es mucho mayor durante el periodo 2000-2006 (el 51,4%, 406 ha, de los ecosistemas costeros transformados), con respecto al periodo 1987-2000 (22,2%, 329 ha, Figura 3.2.20). Los ecosistemas boscosos son el otro tipo de ocupación del suelo por el que se sustituyen los ecosistemas costeros (38,3%, 701 ha, entre 1987 y 2000 y 12,84%, 82 ha, entre 2000 y 2006).

☐ **Figura 3.2.20.** Desaparición de ecosistemas costeros en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.



3.2.2.4 Resumen de los cambios de ocupación del suelo en España e implicaciones para la biodiversidad

Entre 1987 y 2006 las zonas artificiales han aumentado un 51,9% en España. Si en 1987 ocupaban el 1,3% del territorio, en el año 2000 llegaron a representar el 1,7% y en 2006 el 2,0%. Cabe destacar el hecho de que el incremento de las zonas artificiales se ha acelerado durante el último periodo, desde una tasa de 1,8 ha/año durante el periodo 1987-2000 hasta una tasa de 3,0 ha/año durante 2000-2006.

Una proporción significativa de estas zonas artificiales se han formado a partir de ecosistemas naturales, principalmente bosques, matorral boscoso, matorrales y pastizales naturales, que suman el 27,4% de las zonas artificiales formadas entre 1987 y 2000 y el 19,5% de las formadas entre 2000 y 2006. También han desaparecido ecosistemas costeros a favor de las zonas artificiales, en mucha mayor proporción entre 2000 y 2006 (el 51,4%, de los ecosistemas costeros transformados), con respecto al periodo 1987-2000 (22,2%). Por último, cabe destacar la desaparición de mosaicos agrícolas y vegetación natural a favor de las zonas artificiales: el 18,8% de los que desaparecieron entre 1987 y 2000 y el 14,9% entre 2000 y 2006.

A pesar de que los cambios netos de las zonas cultivadas permanentemente son pequeños en términos relativos, ha habido muchos cambios internos entre unos tipos de zonas agrícolas y otros. El cambio más significativo entre 1987 y 2000 es la formación de terrenos regados permanentemente, un total de 238.601 nuevas hectáreas, la mayor parte de las cuales aparecen por la sustitución de tierras de labor de secano (96,0%). Entre 2000 y 2006 los cambios internos se deben tanto a la aparición de nuevos regadíos (43.641 ha), como a la de nuevos olivares (56.138 ha), en ambos casos fundamentalmente a partir de tierras de labor en secano (94,5% y 94,4% respectivamente). También destaca la desaparición de mosaicos agrícolas y vegetación natural a favor de las zonas cultivadas permanentemente: el 20,6% de las que se formaron entre 1987 y 2000 proceden de mosaicos agrícolas y vegetación natural y el 12,1% entre 2000 y 2006.

En relación con los bosques en su conjunto (mixtos, de frondosas y de coníferas), entre 1987 y 2000 habían aumentado su superficie en un 2,5%, mientras que entre 2000 y 2006 se produce una regresión del 4%. El matorral boscoso aumentó ligeramente entre 1987 y 2000 (0,6%), y tuvo un aumento mucho mayor entre 2000 y 2006, concretamente un 4,2%. Por el contrario, las formaciones de matorral han disminuido su superficie en los dos periodos de tiempo considerados, un 2,8% entre 1987 y 2000 y un 2,2% entre 2000 y 2006. Los pastizales naturales habían disminuido un 3,1% entre 1987 y 2000, pero entre 2000 y 2006 se produce un cambio de tendencia con un aumento del 1,0%.

Entre 1987 y 2000 aproximadamente el 55,5% de las nuevas láminas de agua se formaron a partir de ecosistemas naturales (bosques de frondosas, matorral boscoso, matorrales y pastizales naturales). Entre 2000 y 2006 la proporción de zonas naturales que se transformaron en láminas de agua fue menor, en concreto del 29,1% (2.254ha).

El conjunto de esta información nos ofrece una visión dinámica de los paisajes de nuestro país. En promedio, algo más de un 3% de la superficie española ha sufrido un cambio en sus usos del suelo a una tasa aproximada de 85 mil ha/año. Sin embargo, este dinamismo es consecuencia, prioritariamente, de los procesos de desarrollo económicos que han imperado en nuestro país durante los últimos 25 años pasados, en buena medida, en la utilización del suelo como materia prima y la construcción de nuevas residencias sobre zonas primordialmente naturales. Es necesario estudiar cómo estos procesos de antropización han propiciado la fragmentación y, por tanto, la vulnerabilidad de los hábitat naturales. Si el hábitat de una especie disminuye en extensión o se fragmenta, es posible que disminuya su capacidad para albergar poblaciones estables. Ello es particularmente relevante en el caso de especies especialistas estrechamente ligadas a un hábitat particular, ya que estas son las que más probabilidades poseen de verse afectadas negativamente por la reducción del área o los cambios en la forma de sus hábitat favorables. También es imprescindible estimar, hasta que punto las estrategias de protección de la especies y los espacios que hemos diseñado, han impedido o dificultado las tendencias en las modificaciones de los usos del suelo generales que hemos encontrado para el territorio español. Los espacios protegidos y sus territorios adyacentes, así como las áreas de distribución de nuestras especies más emblemáticas ¿han sufrido el mismo dinamismo y grado de alteración antrópica que el resto del territorio no sometido, en principio, a estas reservas en su transformación? En el caso de una respuesta afirmativa, no cabe duda que este resultado debería replantearnos la eficacia del modelo de conservación seguido hasta el momento.



■ 3.2.3. CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DEL SEGURA Y SUS IMPLICACIONES PARA LA BIODIVERSIDAD

La cuenca del Segura constituye un territorio especialmente adecuado para llevar a cabo un análisis de los cambios de ocupación del suelo y sus implicaciones para la biodiversidad por varias razones. En primer lugar, la cuenca del Segura recoge una importante complejidad climática, geológica y altitudinal, lo que se traduce en una gran heterogeneidad ambiental, que a su vez posibilita una gran biodiversidad. En particular, destaca el fuerte gradiente pluviométrico, desde precipitaciones medias próximas a 1.000 mm anuales en las zonas montañosas del noroeste de la cuenca, a valores que escasamente superan los 200 mm anuales en el extremo más seco del Sureste Semiárido. A ello se añade que la cuenca del Segura incluye la zona de transición entre los sistemas forestales mediterráneos y los subtropicales áridos (1). La gran heterogeneidad ambiental de la cuenca del Segura y en particular la inclusión en la misma del único territorio árido de Europa, ha dado lugar a una enorme diversidad biológica a todas las escalas y en todos sus componentes, de flora, fauna y hábitat de interés comunitario. Esta heterogeneidad recoge ecosistemas escasamente representados en otros ámbitos territoriales, como son los componentes iberoafricanos, por su proximidad ecológica con algunas zonas del Norte de África, o los ríos de zonas áridas y los humedales hipersalinos, de alto valor científico (2).

En segundo lugar, parte del territorio de la cuenca del Segura se sitúa en la banda costera mediterránea, lo que por un lado contribuye a la heterogeneidad ambiental y a la elevada biodiversidad de esta cuenca y, por otro lado ha inducido un intenso ritmo de cambios de ocupación del suelo, los cuales tienen importantes efectos directos e indirectos sobre la conservación de la biodiversidad. Justamente es en la costa mediterránea donde se localizan de forma más marcada las dos principales fuerzas motrices de la intensificación del territorio en el contexto europeo: por un lado, uno de los ritmos más elevados de concentración poblacional, construcción de infraestructuras, desarrollo turístico y crecimiento urbano y, por otro, una fuerte tendencia al aumento de la superficie de regadío, en paralelo al declive y abandono de los paisajes de secano y otros agroecosistemas mediterráneos tradicionales. Ambos procesos suponen un cambio hacia usos cada vez más intensivos del territorio, una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad.

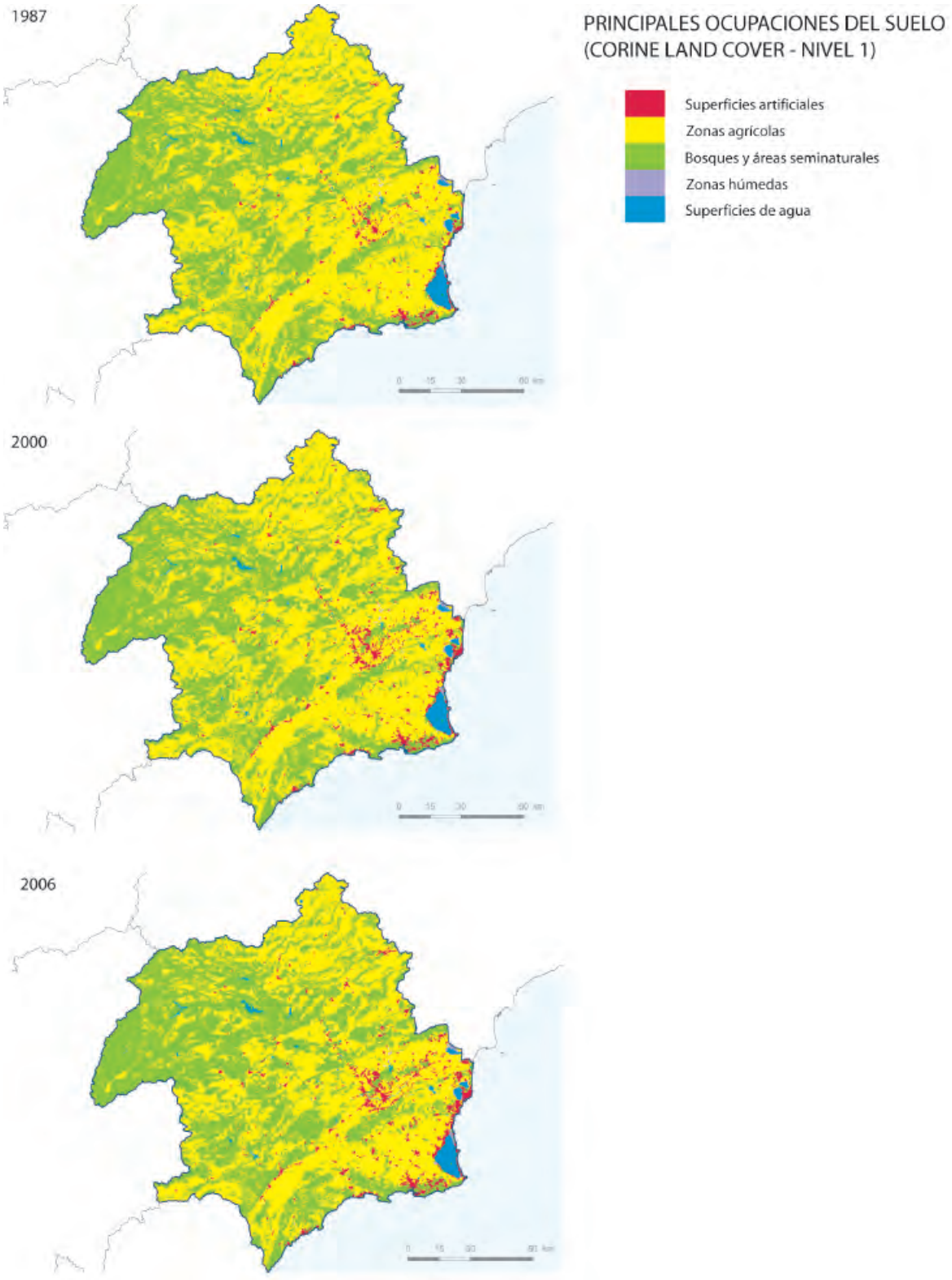
Por tanto, en la cuenca del Segura confluyen, por una parte, una elevada biodiversidad, fruto de su gran heterogeneidad ambiental y de la inclusión en la misma del único territorio árido en el contexto europeo; por otra, una fuerte dinámica de cambios de ocupación del suelo hacia la intensificación del territorio y hacia el abandono de los agropaisajes tradicionales. Esta confluencia convierte a la cuenca del Segura en un territorio idóneo para el análisis de los cambios de ocupación del suelo y sus implicaciones para la conservación de la biodiversidad. Finalmente hay que añadir como otro elemento de interés en la cuenca del Segura, el hecho de que una comunidad autónoma, la Región de Murcia, se haya incluida en la misma prácticamente en su totalidad y además supone casi el 60% del territorio de toda la cuenca, lo que permite utilizar la información disponible de dicha comunidad autónoma para ilustrar algunos aspectos cuya información no está disponible a escala de la cuenca.

3.2.3.1. Usos generales del suelo en la cuenca del Segura

Según los datos del proyecto CORINE land cover (CLC), la cuenca del Segura tiene una extensión de 1.903.512 ha, lo que representa un 3,7% de la superficie total de España. Abarca territorio perteneciente a cuatro CCAA: prácticamente en su totalidad a la Región de Murcia y parcialmente a las comunidades de Andalucía (provincias de Jaén, Granada y Almería), Castilla-La Mancha (Albacete) y Comunidad Valenciana (provincia de Alicante). La Región de Murcia supone el 59,3% de toda la cuenca, por lo que sus procesos de cambios de ocupación del suelo tienen un peso muy considerable y representativo del conjunto de la cuenca. Los Mapas 3.2.2 y 3.2.3 muestran los principales usos del suelo en la cuenca.

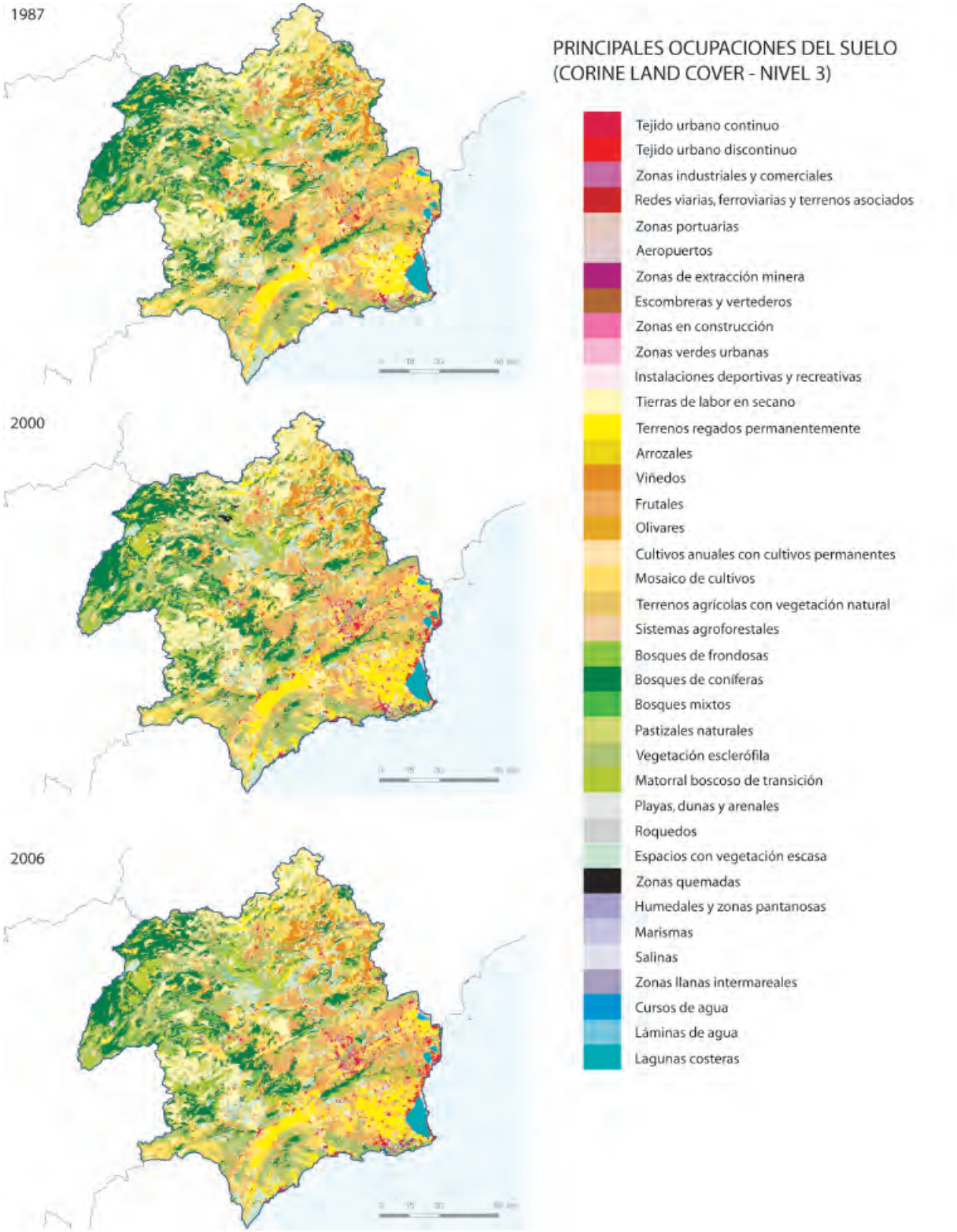


□ **Mapa 3.2.2.** Principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Años 1987, 2000 y 2006.



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

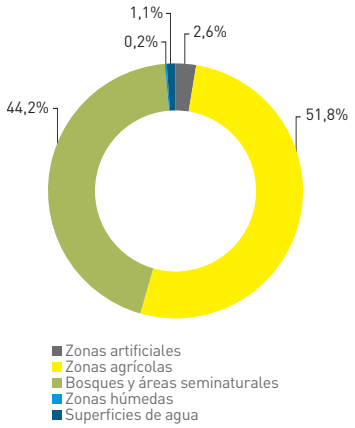
□ **Mapa 3.2.3.** Principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 3. Años 1987, 2000 y 2006.



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

Los principales usos del territorio en la cuenca del Segura para el año 2006 (Figura 3.2.21) indican que más de la mitad de su territorio está destinado a la actividad agrícola (51,8%). Los bosques y áreas seminaturales ocupan casi la otra mitad del territorio, con un 44,2%, en su mayoría compuestos por zonas de vegetación esclerófila (33,8%), bosques de coníferas (30,7%) y matorral boscoso, que recubre el 18,5% del territorio. Una característica de la cuenca del Segura, en comparación con otras CCAA, es su elevada proporción de superficies artificiales, las cuales ocupan el 2,6% de su superficie.

□ **Figura 3.2.21.** Distribución de los principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Año 2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

La cuenca del Segura, caracterizada por una baja disponibilidad de agua y, por tanto, una baja productividad de sus ecosistemas, alberga una biodiversidad notable, incluso en sus ámbitos más áridos, como la Región de Murcia que, junto con Almería y Alicante conforman la única zona árida de Europa. Pese a dicha aridez, el territorio de la Región de Murcia presenta una enorme riqueza de flora, fauna y hábitat, por su pertenencia a la región mediterránea, por su posición geográfica y por ser zona de transición entre los sistemas forestales mediterráneos y los subtropicales áridos (1).

En la Región de Murcia existen 217.000 hectáreas de Hábitat de Interés Comunitario y la mayoría se corresponden con Hábitat Prioritarios para la biodiversidad europea o con Hábitat Muy Raros. El nivel de conservación es óptimo en un 56% de ellos y en un 68% es más elevado que el de los mismos hábitat a nivel de toda España (3). En la Región de Murcia habitan unas 2.000 especies vegetales, de las que más de un centenar son endémicas o raras en el contexto europeo, como los cornicales (Periploca angustifolia) o los sabinares de Tetraclinis articulata. Existen más de 400 especies de vertebrados terrestres, abarcando especies tan exclusivas como la Tortuga mora *(Testudo graeca)*, incluida en la Directiva Hábitat y que tiene en Murcia la mayor población europea de la especie. Igual relevancia tienen las poblaciones de aves esteparias, aves acuáticas o aves rapaces. Las poblaciones de Búho real, Halcón peregrino y Águila real son de las de mayor densidad de Europa. Probablemente, la propia aridez y, por tanto, la baja productividad del territorio, especialmente del más árido, haya contribuido a preservar un alto grado de naturalidad en muchos de sus ecosistemas, a la vez que haya favorecido niveles de endemismo y rareza significativos en el contexto europeo.

Sin embargo, este patrimonio de biodiversidad está imbricado en un territorio sometido a cambios intensos. Los distintos usos del territorio tienen implicaciones muy diferentes desde el punto de vista de su funcionalidad ambiental y, específicamente, desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad. Así, por ejemplo, se requiere mantener una adecuada proporción de espacios ocupados por vegetación natural y, también, de paisajes rurales ambientalmente activos, es decir, con funciones ambientales específicas y complementarias a las de los espacios ocupados por vegetación natural. En el ámbito mediterráneo, estos paisajes rurales ambientalmente activos se corresponden con las áreas de secano tradicional de carácter extensivo y con los espacios agroforestales, en los cuales coexisten, en distintas proporciones, áreas ocupadas por usos agrarios y áreas ocupadas por vegetación natural. A continuación se analizan los principales cambios de ocupación del suelo atendiendo a las clasificaciones de nivel 1 y nivel 3 de CLC para los años 1987, 2000 y 2006.

3.2.3.2. Cambios de ocupación del suelo e implicaciones para la biodiversidad

La tabla 3.2.5 sintetiza los cambios entre los principales usos del nivel 1 de CLC: áreas de vegetación natural (bosques y áreas seminaturales), zonas agrícolas y superficie ocupada por usos artificiales (suelos urbanos, infraestructuras, espacios en construcción, áreas industriales y otros usos artificiales).

Las tasas de cambio anual y los valores de cambio acumulado entre 1987 y 2006 indican que los cambios han afectado de forma diferencial a estos usos generales. En términos netos, es el suelo artificial el que experimenta un mayor cambio, con un gran aumento del mismo, mientras la superficie ocupada por vegetación natural y por cultivos agrarios experimenta reducciones de distinto alcance (Tabla 3.2.5). Por otra parte, la velocidad de los cambios, en términos de hectáreas anuales transformadas, que afectan a estos usos generales, se acelera en el segundo periodo (2000-2006) con respecto al primero (1987-2000).

□ **Tabla 3.2.5.** Principales cambios de ocupación del suelo en cuenca del Segura. Años 1987-2000-2006.

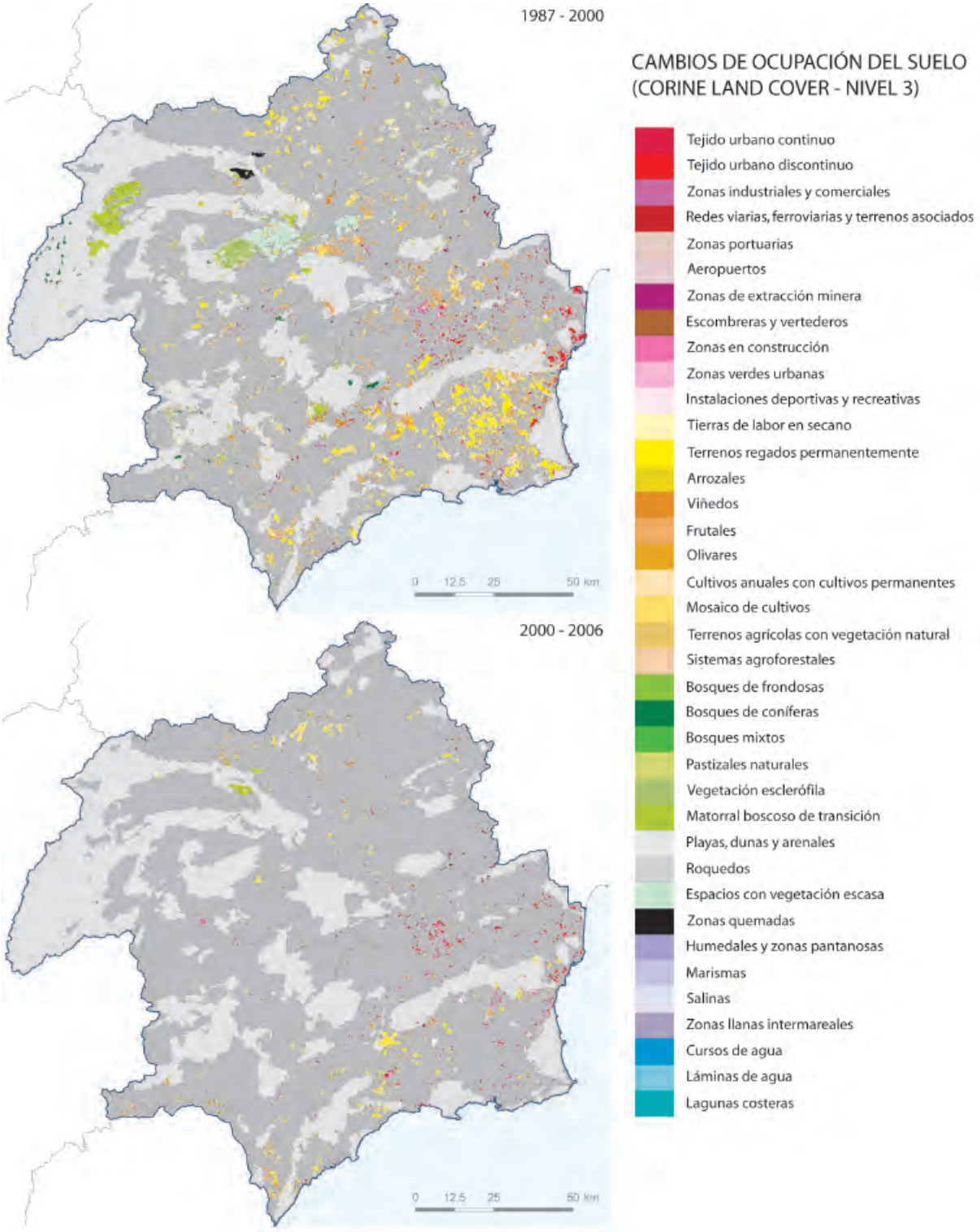
Ocupación del suelo	Área 1987 (ha)	Área 2000 (ha)	Área 2006 (ha)	Cambio anual 1987-2000 (ha/año)	Cambio anual 2000-2006 (ha/año)	Cambio acumulado 1987-2006 (%)
Zonas artificiales	24.978	41.125	49.606	1.242	1.413	98,6
Zonas agrícolas	998.041	991.160	987.279	-529	-647	-1,1
Bosques y áreas seminaturales	855.534	846.124	840.824	-724	-883	-1,7

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

La consideración diferenciada de los flujos de generación y destrucción de los distintos usos generales del suelo, así como el análisis de algunos cambios de uso particularmente relevantes del nivel 3 de CLC permite obtener una visión más completa acerca de los tipos de cambio de ocupación del suelo que han afectado a la cuenca del Segura y sus implicaciones en relación con la biodiversidad (Mapa 3.2.4.). A ello se dedican los apartados siguientes.



□ **Mapa 3.2.4.** Cambios de ocupación del suelo en la cuenca del Segura. Se representa el uso final según la clasificación CLC Nivel 3. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.



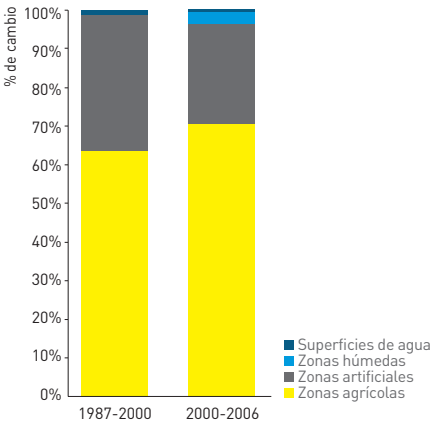
Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.
Nota: En color gris claro se representan las áreas protegidas (ENP+RN2000).

a) Superficie ocupada por vegetación natural

En relación con las grandes coberturas del suelo, la vegetación natural en sentido amplio (que en CLC se corresponde con los bosques y áreas seminaturales), es lógicamente el tipo de uso con mayor funcionalidad ambiental, incluyendo la conservación de la biodiversidad y, por tanto, se debe tender a mantener una suficiente proporción del territorio ocupado por dicha vegetación natural, minimizando sus conversiones a otros usos.

En la cuenca del Segura esta categoría experimentó una reducción neta de superficie a lo largo de todo el periodo considerado (Mapa 3.2.5). Específicamente, la vegetación natural disminuyó en 9.410 ha en el periodo 1987-2000, con una tasa anual de pérdida neta de 724 ha/año y en otras 5.300 ha en el periodo 2000-2006, con una tasa anual de pérdida de 883 ha/año. La pérdida de superficie natural tuvo lugar mayoritariamente por su transformación a usos agrarios (Figura 3.2.22).

☐ **Figura 3.2.22.** Consumo de áreas de vegetación natural a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



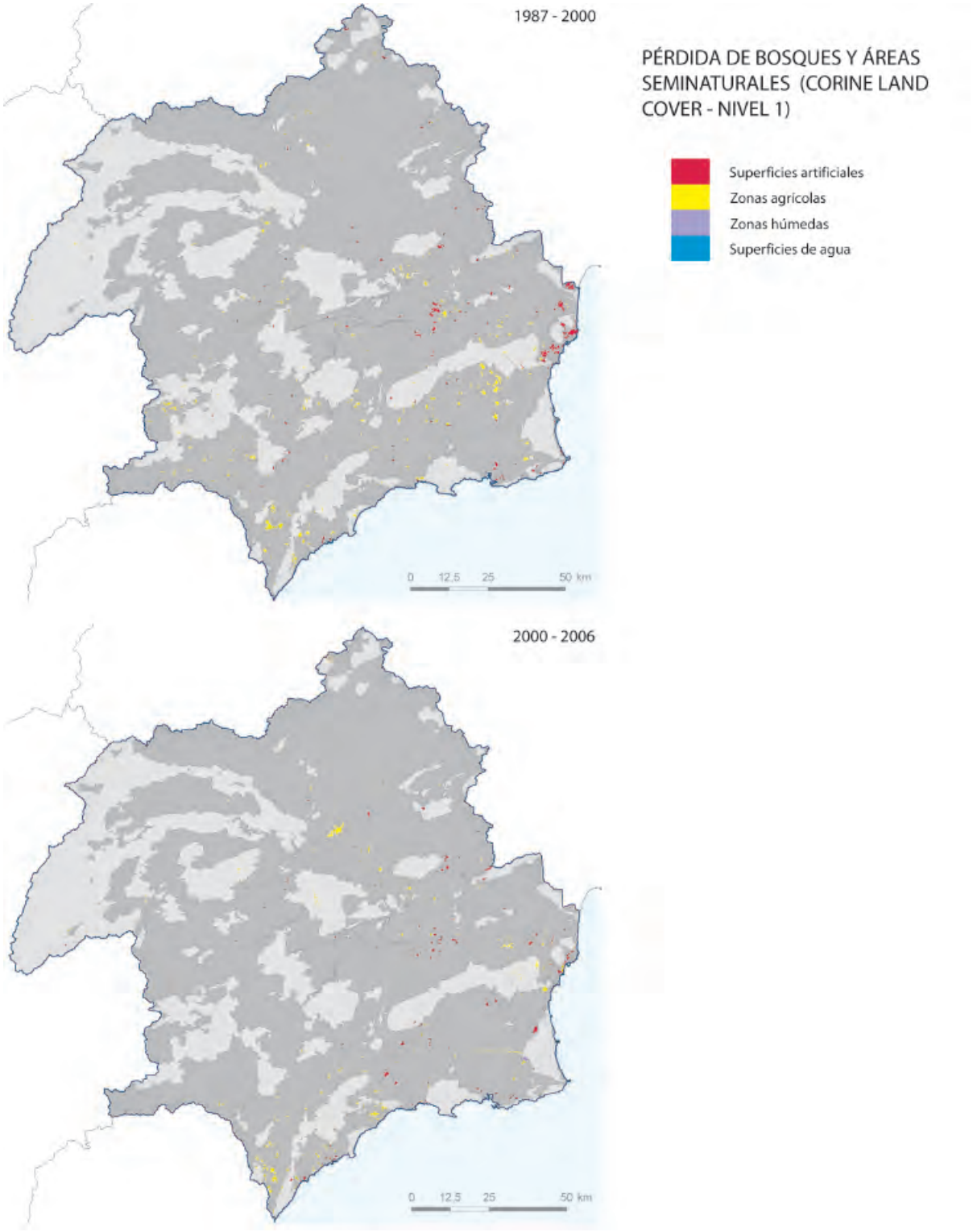
Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.



La vegetación esclerófila y los espacios con vegetación escasa, fueron los tipos de vegetación con mayor pérdida en ambos periodos. Hay que señalar igualmente que la superficie de los bosques de coníferas disminuyó entre 1987 y 2000 en unas 19.000 ha, proceso que no tuvo lugar en el periodo siguiente. La reducción de los bosques de coníferas entre 1987 y 2000 se explicaría sobre todo por el incendio del noroeste murciano de 1994, que arrasó un total de 27.635 ha, buena parte de las cuales estaban constituidas por terrenos forestales, muchos de ellos pinares.

En conjunto, entre los años 1987 y 2006, la superficie ocupada por vegetación natural ha retrocedido un 1,7%. Esta tasa de perdida ha experimentado una cierta aceleración en el periodo 2000-2006 con respecto al periodo 1987-2000. Pese a que la velocidad del cambio no es elevada en comparación con otros cambios de ocupación, la pérdida de superficie ocupada por vegetación natural constituye una tendencia continuada que en cualquier caso afecta negativamente a la biodiversidad.

□ **Mapa 3.2.5.** Pérdida de bosques y áreas seminaturales en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC
Nota: En color gris claro se representan las áreas protegidas (ENP+RN2000).

b) La progresiva desaparición del espacio rural ambientalmente activo

A diferencia de otros ámbitos, en medios mediterráneos los sistemas naturales y culturales vienen coevolucionando desde hace milenios y ello confiere a los paisajes culturales, específicamente los agropaisajes mediterráneos tradicionales, un papel muy importante, de forma tanto directa como indirecta, en la conservación de la biodiversidad y otras funciones ambientales. Estos agropaisajes constituyen lo que se puede denominar como el espacio rural ambientalmente activo, e incluyen a los secanos extensivos tradicionales así como a los espacios agroforestales, constituidos por manchas de vegetación natural y enclaves agrícolas en proporciones variables. A ellos habría que añadir como otro agropaisaje mediterráneo con funcionalidad ambiental a las huertas o regadíos tradicionales situados a lo largo de las vegas fluviales o en torno a manantiales.

Las zonas agrícolas tradicionales, en particular secanos y espacios agroforestales, cumplen funciones muy importantes para la conservación de la biodiversidad, entre las que se incluyen las siguientes:

1º) Estos paisajes agrarios tradicionales cumplen un papel importante en la generación de una biodiversidad de tipo alfa o intrabiotopo, como en el caso del hábitat del arto (Ziziphus lotus) o las comunidades de aves esteparias.

2º) La conexión entre la vegetación natural y estos agropaisajes da lugar a fronteras activas (vegetación natural/cultivos), en las que se generan relaciones tróficas muy importantes e imprescindibles para mantener la biodiversidad faunística más amenazada. Así, la conservación de los valores faunísticos de algunas Zonas de Especial Protección de las Aves (ZEPA), depende estrechamente del mantenimiento de los cultivos tradicionales de secano existentes fuera de estas áreas protegidas, puesto que tales cultivos tradicionales constituyen el área de alimentación y campeo de diversas especies de aves rapaces. Es el caso de la ZEPA de la Sierra de Burete, Lavia y Cambrón, cuya población de Águila calzada (Hieraatus pennatus) tiene su área de campeo y alimentación en los espacios agrarios tradicionales situados fuera de la ZEPA (4).

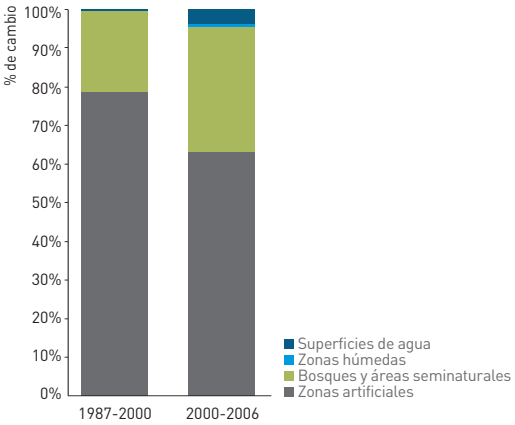
3º) Los paisajes agrarios tradicionales en la periferia de los espacios naturales optimizan la función protectora de estos espacios, minimizando la difusión de efectos ambientales negativos y sus impactos sobre la biodiversidad.

Por tanto, conservar la biodiversidad requiere igualmente mantener una adecuada proporción del paisaje rural ambientalmente activo, el cual se encuentra mayoritariamente fuera de los espacios protegidos. Efectivamente, según los datos aportados por CLC para el año 2006, la vegetación natural, que en el conjunto de la cuenca ocupa el 44% del territorio, supone dentro de la Red Natura 2000 el 74% de su superficie, mientras que el paisaje rural ambientalmente activo (secanos extensivos y espacios agroforestales), que en el conjunto de la cuenca supone el 15% del territorio, dentro de la Red Natura 2000 ocupa el 11% de su superficie.

Los datos proporcionados por CLC permiten analizar los cambios de la cuenca en relación con la superficie agrícola en su conjunto y con el paisaje rural ambientalmente activo. Hay que indicar que CLC a nivel 3 no permite deslindar bien los cultivos arbóreos de secano y regadío, razón por la que en este trabajo nos centramos en el secano herbáceo, bien definido en el CLC y que permite un buen análisis de los patrones de cambio que afectan al secano.

En relación con la superficie agrícola en su conjunto, en términos netos se redujo muy ligeramente a lo largo del periodo analizado (1987-2006). No obstante, la aparente estabilidad de la superficie agraria es engañosa, puesto que experimenta cambios en relación con el natural y en relación con los usos artificiales. En relación con el natural tienen lugar cambios de uso en la doble dirección: por una parte áreas de vegetación natural son roturadas e incorporadas al espacio agrario y por otra algunas zonas agrarias son abandonadas y, por sucesión secundaria, pasan a formar parte de la superficie ocupada por vegetación natural. En relación con la superficie artificial el cambio es unidireccional, por transformación de superficies agrarias en usos artificiales, constituyendo el flujo de pérdida de superficie agraria más importante (Figura 3.2.23).

☐ **Figura 3.2.23.** Creación de zonas agrícolas a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

La conversión de áreas de vegetación natural en superficie agraria afectó a 8.080 ha entre 1987 y 2000 y a 7.427 ha entre 2000 y 2006. La tasa anual de roturación de la vegetación natural se duplicó en el segundo periodo, pasando de unas 621 ha/año a unas 1.238 ha/año. El flujo opuesto, de abandono de superficie agrícola, afectó entre 1987 y 2000 a 3.142 ha y a otras 4.226 ha en el periodo siguiente. La tasa anual de abandono de cultivos, igualmente, se aceleró en el segundo periodo, pasando de 242 ha/año a 704 ha/año. En definitiva, entre 1987 y 2006 se roturaron 15.500 ha mientras que en sentido opuesto el abandono agrario generó por sucesión secundaria 7.300 ha de vegetación natural.

Sin embargo, los flujos globales entre el uso agrario y el natural enmascaran parcialmente la verdadera dimensión de los cambios, puesto que las pérdidas y ganancias de superficie afectan a usos agrarios con distinta funcionalidad ambiental. Mientras las roturaciones de natural dan lugar sobre todo a nuevos regadíos, el abandono afecta prioritariamente al secano y espacios agroforestales, por tanto al espacio rural ambientalmente más activo. En el periodo 1987-2000 el 72,5% de los abandonos agrarios afectaron al secano y espacios agroforestales, a un ritmo de 175 ha/año, y en el periodo siguiente los secanos y agroforestales representaron el 57,6% de los abandonos agrarios, a un ritmo de 406 ha/año, que duplica el anterior. Pero además los secanos y áreas agroforestales se reducen también por otro cambio de uso, en este caso de carácter interno entre usos agrarios: su conversión a regadío. La pérdida de regadío acumulada entre 1987 y 2006 afectó, al menos (sin considerar transformaciones a regadíos arbóreos no desagregados en el CLC nivel 3), al 7,4% del secano y agroforestal inicial, si bien la tasa de pérdida anual se moderó en el segundo periodo (2000-2006).

Entre 1987 y 2006 en términos netos el secano experimentó una reducción acumulada del 20,7%, los espacios agroforestales del 14,6% y la suma de ambos una reducción del 19,3%. Como resultado, el paisaje rural ambientalmente activo redujo su presencia en el conjunto del territorio de un 19% a un 15% de la superficie total del mismo. Este proceso se aceleró en 2000-2006 con respecto al periodo anterior, pasando de 3.554 a 4.084 ha/año de pérdida anual respectivamente.

En síntesis, el espacio rural ambientalmente más activo reduce su peso en el territorio a través de dos procesos opuestos: el abandono agrario, que da lugar a vegetación natural por sucesión secundaria y, por otra parte, la intensificación, con su transformación a nuevos regadíos. Este doble proceso de intensificación y abandono en los sistemas agrarios (5,6,7,8) está conduciendo a la pérdida de estos agropaisajes, tan característicos de los sistemas mediterráneos, y a la aparición de un paisaje dual, con áreas muy intensificadas y grandes extensiones sin funciones productivas.

Se trata en definitiva de la pérdida progresiva del paisaje más netamente rural en favor de dos paisajes extremos: el natural y el caracterizado por un uso intensivo del espacio y de los recursos naturales (nuevos regadíos y usos artificiales). La reducción del secano, debido a una pérdida de su funcionalidad productiva en las actuales condiciones socioeconómicas, en favor de una mayor polarización del paisaje, es una tendencia reconocida ampliamente en el territorio europeo (9,10), que está contribuyendo a pérdidas de biodiversidad y a la eliminación y fragmentación del hábitat de diversas especies (11,12,13), dado el papel ya mencionado de estos agropaisajes en la conservación de la biodiversidad.

Por otra parte conviene tener en cuenta que, si tanto el abandono como la intensificación contribuyen a la pérdida de los espacios rurales más activos, la interpretación ambiental de ambos procesos en relación con el grado de reversibilidad del cambio de uso es muy diferente. Mientras el abandono constituye un cambio de uso con un elevado grado de reversibilidad y, de hecho, la frontera entre la vegetación natural y los paisajes mediterráneos tradicionales ha tenido un carácter altamente dinámico en el tiempo, la transformación hacia usos intensivos presenta una reversibilidad baja (caso del regadío) o prácticamente nula (caso de los usos artificiales).

c) El incremento del regadío

De forma similar al secano, el nivel de desagregación de CLC nivel 3 no permite diferenciar bien el regadío arbóreo de otros cultivos arbóreos. No obstante las categorías inequívocamente correspondientes a cultivos de regadío (que en CLC se corresponden con terrenos regados permanentemente), permiten analizar bien los patrones de cambios a lo largo del periodo de estudio 1987-2006. Según los datos de CLC, entre 1987 y 2006 el regadío experimentó un aumento acumulado del 26,8%, constituyendo el cambio de uso más importante en términos absolutos y el segundo más importante en términos relativos, por detrás de la transformación a usos artificiales. Este elevado incremento del regadío en menos de 20 años evidencia la ausencia de controles efectivos sobre el regadío durante dicho periodo.

Por otra parte, a diferencia de los regadíos mediterráneos tradicionales, los nuevos regadíos no se disponen a lo largo de los valles fluviales o en torno a manantiales, sino que ocupan áreas alejadas de tales sistemas, previamente ocupadas por vegetación natural o por secanos y espacios agroforestales, lo que tiene profundas implicaciones para la conservación de la biodiversidad y otras funciones ambientales (14,15). Numerosos estudios han señalado los efectos negativos de la expansión del regadío para la conservación del hábitat de numerosas especies (16,17,18). En Europa, el desarrollo agrícola es probablemente el factor que más influencia ha tenido en la

reducción de la biodiversidad (19), tanto de forma indirecta como a través de la eliminación de hábitat.

La expansión de la agricultura agroindustrial, en particular del regadío intensivo en los sistemas mediterráneos, está generando profundos cambios que se traducen en la degradación de los paisajes naturales y seminaturales, en pérdidas de biodiversidad, en la reducción de la calidad y estabilidad global de los ecosistemas y en la eliminación y fragmentación del hábitat de diversas especies de interés (11,17,20,21). También hay que tener en cuenta la baja reversibilidad de las transformaciones a regadío, ya señalada en párrafos anteriores.

Las zonas esteparias son uno de los sistemas más afectados por las transformaciones recientes a regadío. En España la agricultura intensiva ha eliminado extensas áreas de zonas esteparias y continúa amenazando la conservación de las restantes (21,22,23,24,25), las cuales albergan algunas de las comunidades y especies más singulares en el contexto europeo. Por ejemplo estudios realizados en Almería muestran que el desarrollo del regadío intensivo en la región del Campo de Dalías amenaza gravemente la conservación de algunos Hábitat de Interés Prioritario según la directiva europea, como son los artales de Almería (comunidades de Maytenus senegalensis y Ziziphus lotus), hasta situarlos al borde de la extinción en dicho territorio (18).



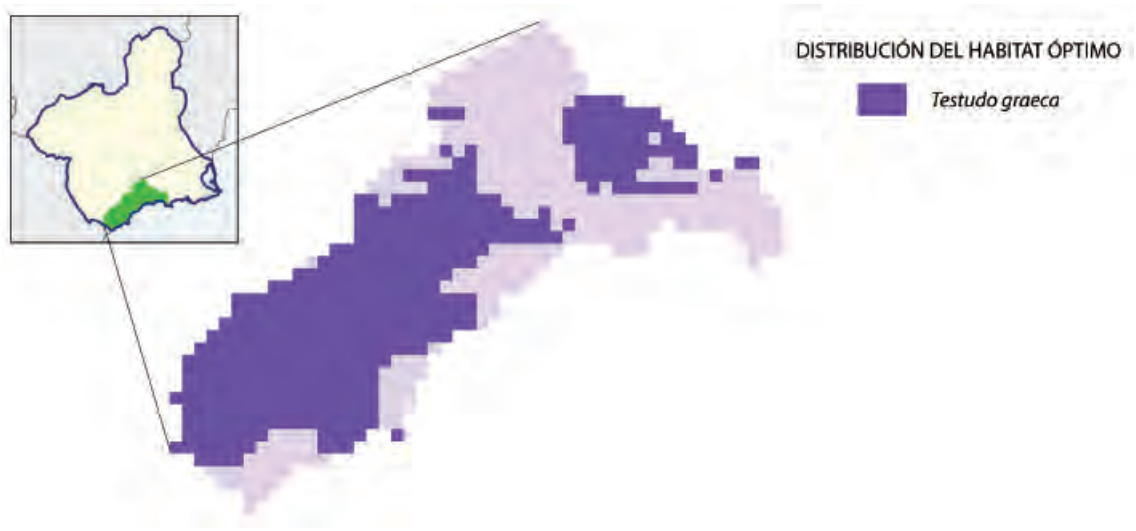
En la cuenca del Segura, específicamente en la Región de Murcia, la pérdida de zonas esteparias, derivada fundamentalmente de cambios de uso y transformaciones a regadío, amenaza especies tan raras como la quenopodiácea Halocnemum strobilaceum y el cicindélido Taenidia deserticoloides. Las transformaciones de áreas de vegetación natural, secanos y agroforestales a regadío muestran que los cambios de uso afectan a la biodiversidad no solo de forma directa (ocupación del hábitat) sino también de forma indirecta, a través de procesos diferidos en el tiempo y en el espacio, cuya relación con los cambios y pérdidas de biodiversidad no siempre es evidente. A continuación se describen dos ejemplos acerca de cómo los cambios de uso en la cuenca del Segura y específicamente el aumento del regadío, afectan a la biodiversidad. El primer ejemplo, relativo a la zona de Mazarrón y Águilas, se refiere a los efectos directos derivados de la ocupación del hábitat, mientras que el segundo, localizado en el Campo de Cartagena y entorno del Mar Menor se refiere a diversos efectos indirectos del incremento del regadío sobre la biodiversidad de ecosistemas más o menos distantes, como los humedales.

Efectos directos de la transformación a regadío sobre la biodiversidad: ocupación del hábitat

En el arco litoral de Mazarrón y Águilas, en el área costera de la Región de Murcia, se han analizado los posibles conflictos entre los cambios de uso, específicamente el aumento de la superficie de regadío, y el hábitat potencial de diversas especies de interés, en particular la Tortuga mora (Testudo graeca) y el cornical (Periploca laevigata ssp angustifolia). La Tortuga mora, declarada "En Peligro" en el Atlas de Anfibios y Reptiles de la península Ibérica y "Estrictamente Protegida" en la Directiva Hábitat", es uno de los elementos faunísticos más característicos y singulares de los sistemas semiáridos del Mediterráneo Occidental y su principal población se encuentra en el Sureste ibérico, entre las provincias de Murcia y Almería.

Los estudios disponibles sobre las preferencias ambientales y los modelos de distribución de la Tortuga mora (26,27), señalan que muestra claras preferencias por matorrales y por cierto tipo de agropaisajes, en particular áreas de matorral con pequeños enclaves de cultivos de secano en dicha matriz natural. Casi todo el arco litoral de Mazarrón y Águilas queda incluido dentro del areal de distribución de la Tortuga mora. Esta zona es un área importante para la conservación general de la especie porque alberga buena parte del hábitat de mayor calidad para la misma: alrededor de 41.500 hectáreas, aproximadamente el 57% de la superficie total del arco litoral de Mazarrón y Águilas, constituye hábitat óptimo para la Tortuga mora (Mapa 3.2.6).

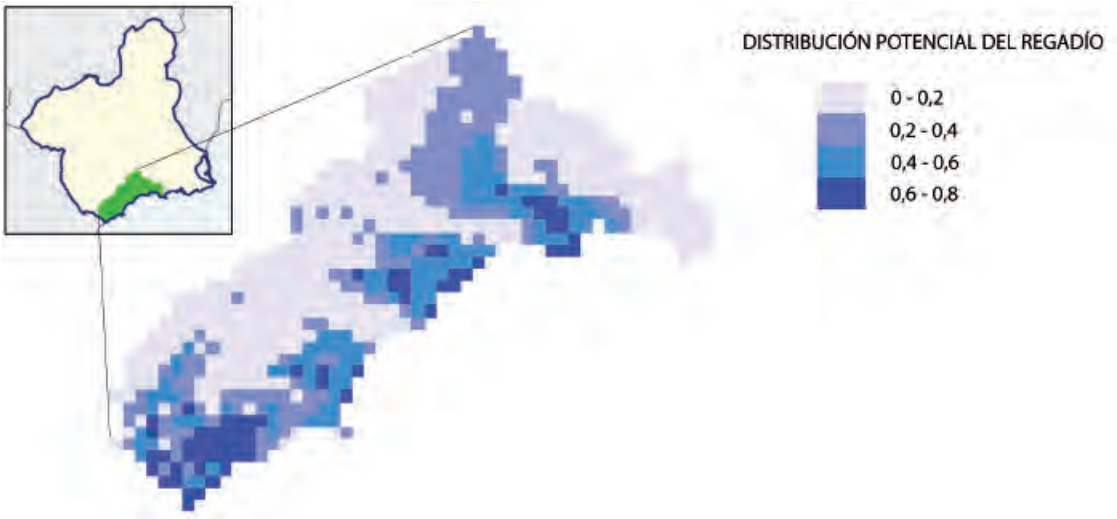
□ **Mapa 3.2.6.** Distribución del hábitat óptimo de la Tortuga mora *(Testudo graeca)* en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Se ha comprobado que en el sureste Ibérico la principal amenaza para la especie es la pérdida y fragmentación de su hábitat. A diferencia de los agropaisajes tradicionales, el regadío constituye un factor negativo para la distribución de esta especie. Se dispone de diversos estudios sobre la distribución del regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas, así como sobre el modelo espacial y ambiental del mismo (Mapa 3.2.7) y la dinámica que se ha establecido en las últimas décadas en relación con los recursos hídricos, los cambios de uso del suelo y diversos efectos ambientales (28,29).

□ **Mapa 3.2.7.** Modelo de distribución potencial del regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas en función de sus preferencias ambientales.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

En 1981 el regadío intensivo ocupaba el 9% del hábitat potencial óptimo de la Tortuga mora. En 1999, esta ocupación aumentó y suponía ya la pérdida de un 22% del mismo en la zona (Tabla 3.2.6). Esta pérdida se produjo no sólo por la mayor extensión del regadío sino también por la mayor calidad del hábitat de las nuevas zonas transformadas. En términos globales son los invernaderos los que más contribuyeron a la pérdida de hábitat óptimo, siendo responsables de casi un 40% de dicha pérdida.

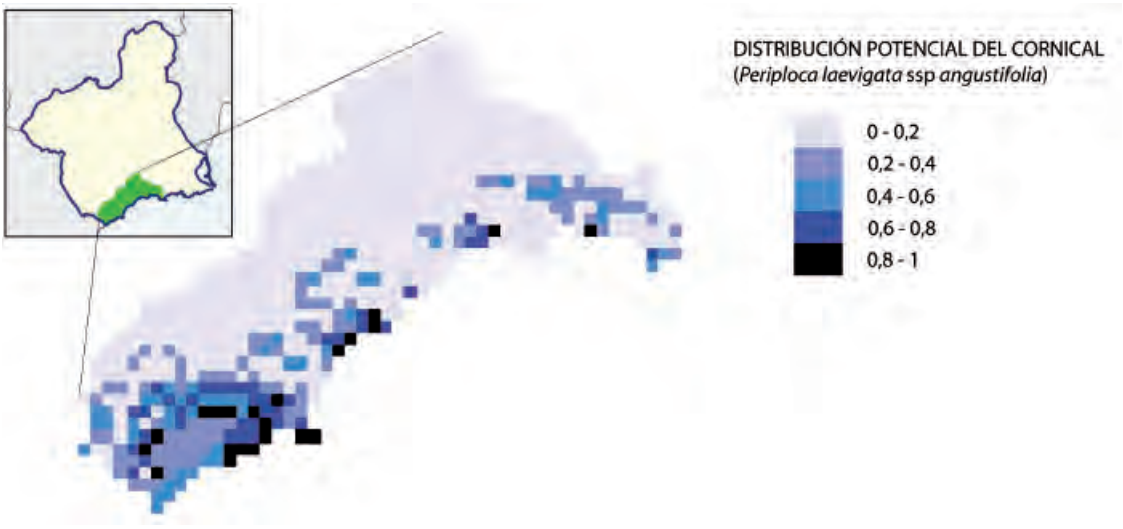
□ **Tabla 3.2.6.** Pérdida de hábitat óptimo de *Testudo graeca* debido a la transformación a regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.

Año	Regadío (ha)	Hábitat óptimo afectado (ha)	Hábitat óptimo total perdido
1981	10.000	3.890	9,4%
1999	17.000	8.840	22%

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

En el arco litoral de Mazarrón y Águilas aparecen formaciones de cornical *(Periploca angustifolia)*, un interesante iberoafricanismo que en la Europa continental sólo está presente en el Sureste Ibérico, en el extremo más árido de su gradiente ambiental. Constituye uno de los matorrales termomediterráneos más singulares, estando estrictamente protegido y considerado como Prioritario en la Directiva Hábitat. El hábitat total de esta especie abarca en la Región de Murcia una superficie cercana a 19.000 ha. Esto representa algo más de la mitad de todo el hábitat presente en la península Ibérica. Unas 12.000 hectáreas, el 64% del hábitat regional, se hallan dentro del arco litoral de Mazarrón y Águilas, que resulta así clave para su conservación (Mapa 3.2.8).

□ **Mapa 3.2.8.** Distribución potencial del cornical *(Periploca laevigata ssp angustifolia)* en el arco litoral de Mazarrón y Águilas .



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Los cambios de uso del suelo y, en particular, el regadío suponen la eliminación física del hábitat del cornical, por lo que constituye uno de los principales factores que amenazan su conservación. Los estudios disponibles sobre la dinámica espacial y temporal del regadío en Mazarrón y Águilas (28,29), mostraron que el regadío existente en 1981 había supuesto la pérdida de casi un 13% del hábitat potencial total existente en la zona. En 1999 los nuevos regadíos creados dieron lugar a una considerable pérdida adicional de hábitat, no sólo por el incremento en su extensión sino también por la mayor calidad del hábitat ocupado, de forma que el regadío había implicado ya la transformación y perdida del 29% del hábitat de cornical existente en el arco litoral de Mazarrón y Águilas (Tabla 3.2.7), lo que a su vez supone la pérdida de algo más del 18% de todo el hábitat de la especie existente en la Región de Murcia.

□ **Tabla 3.2.7.** Pérdida de hábitat óptimo de *Periploca angustifolia* debido a la transformación a regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.

Año	Regadío y embalses de riego (ha)	Hábitat afectado (ha)	Hábitat total perdido
1981	10.000	1.562	12,8%
1999	18.000	3.500	28,8%

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

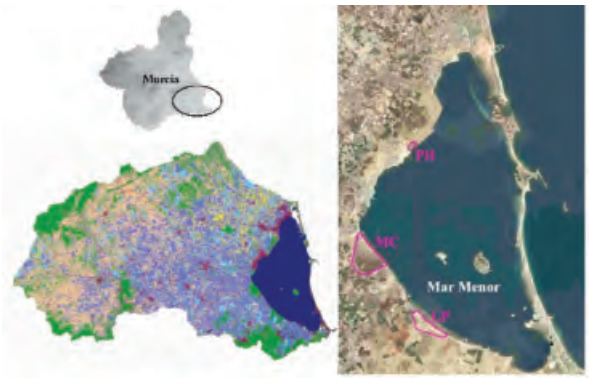
Estas cifras resultan bastante preocupantes teniendo en cuenta el carácter restringido de la distribución del cornical. Además, los regadíos creados entre 1981 y 1999 reorientaron su expansión hacia zonas con mayor calidad de hábitat de esta especie protegida. Entre estos nuevos regadíos destacan los invernaderos como los que más contribuyen a la pérdida del hábitat de cornical, tanto en términos absolutos (cantidad del hábitat) como relativos (calidad del hábitat ocupado).

Efectos indirectos de la transformación a regadío sobre la biodiversidad: afección a humedales

Los cambios de uso del suelo generan múltiples efectos indirectos sobre la biodiversidad, a veces poco evidentes por operar a través de procesos diferidos en el tiempo o en el espacio. Con frecuencia este tipo de procesos tienen lugar a escala de cuenca o subcuenca. A continuación se ejemplifican algunos de estos efectos en relación con la cuenca del Mar Menor (o Campo de Cartagena) y la biodiversidad de los humedales litorales de la laguna del Mar Menor.

Durante las últimas décadas la expansión del regadío en el Campo de Cartagena ha ocasionado un aumento de los drenajes agrícolas que alcanzan la laguna del Mar Menor y sus humedales periféricos (Mapa 3.2.9). El incremento de los flujos de agua y nutrientes que llegan a tales humedales ha generado cambios importantes en sus comunidades (30,31).

☐ **Mapa 3.2.9.** Cuenca del Mar Menor (Campo de Cartagena) y humedales periféricos a la laguna del Mar Menor. MC: Marina del Carmolí; PH: Playa de La Hita; LP: Lo Poyo.

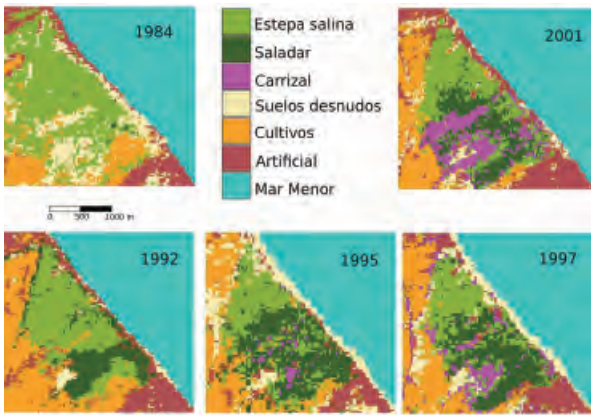


Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

El humedal de Marina del Carmolí ilustra muy bien estos cambios. Este humedal presenta áreas de estepa salina, saladar y carrizal, así como una franja de arenales situada en la línea de costa. Siguiendo la tipología de la Directiva Hábitat, la unidad de estepa salina está compuesta en un 95% por el hábitat 1510 "Estepas salinas mediterráneas (Limonietalia)", de interés prioritario, con especies como *Lygeum spartum, Suaeda vera, Frankenia corymbosa* y *Limonium cesium*. La unidad de saladar, de interés comunitario, se compone en su mayoría por el hábitat 1420 (Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos), formado por *Sarcocornia fruticosa, Arthrocnemum macrostachyum, Halimione portulacoides* y *Limonium cossonianum*, Por último, la unidad de carrizal, no incluida en la Directiva Hábitat, está dominada por *Phragmites australis*.

Se han estudiado los cambios en la vegetación de la Marina del Carmolí entre 1984 y 2001 mediante técnicas de teledetección y clasificación supervisada para los años 1984, 1992, 1995, 1997 y 2001 (30). En 1984 la Marina del Carmolí era básicamente una estepa salina, la cual cubría una extensión de 237 hectáreas, mientras que en 2001 este hábitat ha perdido la mitad de su área inicial. Por el contrario el saladar y el carrizal, prácticamente ausentes en 1984, ocupan una importante extensión en 2001, destacando la progresiva expansión del carrizal desde el año 1995 (Mapa 3.2.10).

☐ **Mapa 3.2.10.** Mapas de unidades de vegetación y coberturas del suelo de la Marina del Carmolí en 1984, 1992, 1995, 1997 y 2001, obtenidos mediante clasificación supervisada de imágenes Landsat TM y EMT+.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

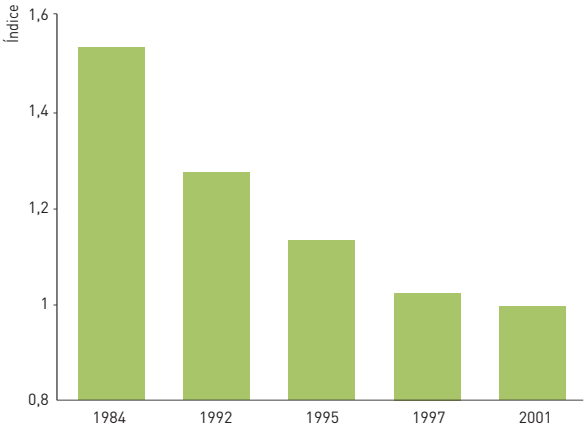
Los cambios de uso del suelo en la cuenca y en especial el incremento del regadío y el consiguiente aumento de los drenajes agrícolas son el principal factor que explica los cambios observados en la vegetación de Marina del Carmolí y en otros humedales asociados a la laguna del Mar Menor.

La pérdida neta de estepa salina es muy importante, ya que es el hábitat con el mayor interés desde el punto de vista de la Directiva Habitat. Además, la estepa salina es un hábitat con una superficie total en España de sólo 12.976 hectáreas, de las cuales no más del 37% presenta un buen estado de conservación (1). Por tanto, cualquier reducción en el ámbito de este hábitat constituye una pérdida significativa, sobre todo teniendo en cuenta que, en la Región de Murcia, el estado de conservación

de este hábitat prioritario es muy superior con respecto al valor medio en España, con el 83% de estepas salinas a nivel regional en buen estado de conservación (1).

Para cuantificar el cambio relativo en la vegetación de los humedales desde el punto de vista de la Directiva Hábitat se ha calculado un índice, como la media ponderada de la superficie ocupada, a cada tipo de vegetación y asignando los valores 0 (sin interés), 1 (interés comunitario) y 2 (interés prioritario) al carrizal, saladar y estepa salina respectivamente. Como se muestra en la Figura 3.2.24, los cambios han supuesto una reducción global del 38% en el interés de la vegetación desde la perspectiva de la Directiva Hábitat. Ello evidencia el efecto negativo del incremento de agua y nutrientes inducido por el aumento del regadío en el Campo de Cartagena sobre los elementos más singulares y valiosos de la vegetación de dichos humedales.

☐ **Figura 3.2.24.** Evolución entre 1984 y 2001 del índice que expresa el interés de la vegetación de los humedales del Mar Menor desde el punto de vista de la Directiva Hábitat.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

La comunidad de aves paseriformes esteparias en la Marina del Carmolí ha sufrido cambios importantes asociados a los cambios descritos en la vegetación. La comunidad de aves esteparias es importante porque forma parte de los valores naturalísticos que sustentan la inclusión de la Marina del Carmolí en la ZEPA del Mar Menor. Los estudios disponibles y que recogen los cambios ocurridos entre 1984 y 2008 (32), muestran que a lo largo del periodo de 24 años estudiado la familia Alaudidae, particularmente ligada a las zonas esteparias, es la única que muestra una disminución significativa, a la vez que se observa un mayor peso relativo en la abundancia de otras familias de paseriformes.

Esta reducción de la familia Alaudidae es especialmente notable en el caso de la Alondra común *(Melanocorypha calandra)*, pero es también evidente en especies como la Cogujada común *(Galerida cristata)* y la Terrera común *(Calandrella brachydactyla)*. La reducción en la abundancia de Alaúdidos está asociada a la disminución de la estepa salina ya descrita. Estos cambios han dado lugar a una comunidad más heterogénea con un incremento de la riqueza de especies y del índice de diversidad. Aunque el mantenimiento de altos valores de diversidad y riqueza de especies forma parte de los objetivos generales en gestión de espacios protegidos, el uso de índices de conservación más específicos permite evaluar mejor el grado de consecución de objetivos más concretos, como los valores naturalísticos que sustentan la declaración de un espacio protegido en particular. En este sentido, si bien los índices de conservación basados en la categorías SPEC (33) y en el Libro Rojo de las Aves en España (34) muestran fluctuaciones e incluso leves mejoras al final del periodo, el índice basado en la Directiva Aves muestra un marcado declive. Considerando el estatus de conservación de los humedales del Mar Menor, el índice basado en la Directiva Aves es el que presenta una mayor relevancia, dado que el humedal del Carmolí forma parte de la ZEPA del Mar Menor, declarada en 2001, entre otros, por cumplir criterios según la Directiva Aves para un ave esteparia: la Terrera marismeña *(Calandrella rufescens)*.

En definitiva, el incremento de drenajes agrícolas hacia la Marina del Carmolí producto de los cambios de uso en la cuenca han generado modificaciones importantes en la vegetación y en otras comunidades como las aves esteparias. Estas modificaciones han supuesto, por una parte, una mayor heterogeneidad, con incrementos de la diversidad y riqueza de especies y, por otra, una reducción de su valor naturalístico desde el punto de vista de normativas internacionales como la Directiva Hábitat y la Directiva Aves.

De forma más general, el incremento del regadío y creciente ubicación en áreas alejadas de las vegas fluviales está contribuyendo a la modificación de los equilibrios hídrico-salinos de la cuenca del Segura. Esta modificación incluye, entre otros efectos, el incremento de flujos de agua más dulce en ecosistemas hipersalinos de alto valor científico y ecológico (2), lo que genera una banalización biológica de estos sistemas, muy valiosos por sus comunidades vegetales halófilas, tapetes microbianos y comunidades de invertebrados muy exclusivas. Un ejemplo de ello son los regadíos de la zona regable del trasvase de Fortuna-Abanilla, cuyos drenajes están modificando las características salinas de ecosistemas singulares incluidos en el Paisaje Protegido de Ajauque-Rambla Salada.

d) El incremento de los usos artificiales

Uno de los criterios más importantes de uso ecoeficiente del territorio implica reducir al mínimo posible el ritmo de cambios irreversibles en el uso del suelo, como la transformación a usos urbanos y otros usos artificiales. La justificación de este criterio es doble y

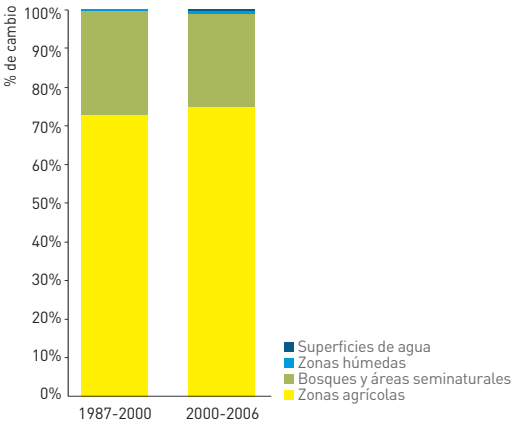
está ligada a la distinta funcionalidad ambiental de los diversos usos del suelo y a sus diferencias respecto al grado de reversibilidad del cambio de uso, ya señalados en párrafos anteriores. Otros criterios de ecoeficiencia en el uso del territorio añaden a lo anterior una planificación y gestión diferencial del mismo en relación con su funcionalidad ambiental, de forma que la calidad ambiental de cada espacio sea uno de los elementos básicos en la priorización, ordenación y asignación de usos. De esta forma la pérdida de funcionalidad ambiental ocasionada con los cambios de uso sería la mínima posible.

El suelo urbano y otros usos artificiales constituyen un uso terminal del suelo, carente de funcionalidad ambiental y que da lugar a importantes presiones en el resto del territorio. La influencia de los suelos artificiales en el conjunto del territorio es muy superior a la que cabría pensar si solo tuviéramos en cuenta la proporción que representan sobre la superficie total. Ésta normalmente supone un valor bajo en comparación con otros usos, como el natural o el agrario. Sin embargo, los suelos artificiales tienen una influencia sobre el resto del territorio que se expresa a través de múltiples procesos y efectos indirectos que afectan a ámbitos espaciales mucho más amplios y que incluyen, evidentemente, a la biodiversidad.

Se han analizado los cambios hacia usos artificiales en la cuenca del Segura a partir de los datos aportados por CLC (1987-2000-2006). Los resultados de cambios netos de coberturas de suelo indican una fuerte expansión de zonas artificiales, siendo éste el cambio de ocupación de suelo más significativo ocurrido, tanto entre 1987 y 2000, con un 4,97% de incremento anual, como entre 2000 y 2006, con un 3,43%. Entre 1987 y 2006 las zonas artificiales aumentaron un 98,6%. En 1987 ocupaban el 1,3% del territorio, en 2000 el 2,2% y en 2006 el 2,6%, proporción superior a la media española (2,0% en 2006). Cabe destacar que el crecimiento relativo de superficies artificiales en la cuenca del Segura ha sido uno de los más elevados de España.

La formación de nuevas zonas artificiales se produjo principalmente a partir de zonas agrícolas en los dos periodos considerados (Figura 3.2.25 y Mapa 3.2.11). De las 16.227 ha transformadas a usos artificiales entre 1987 y 2000 el 72,4% procedían de superficies agrarias y el resto de áreas con vegetación natural, mientras que de las 10.905 transformadas entre 2000 y 2006, el 74,6% eran previamente cultivos. Además, la transformación de zonas agrarias a artificiales se ha acelerado, pasando de 906 ha/año en el primer periodo a 1.371 ha/año en el segundo, un 51% más. La transformación de zonas naturales a artificiales se alimenta sobre todo de matorrales esclerófilos y, aunque tiene una dimensión menor que la que afecta a zonas agrícolas, también aumenta, pasando de 342 ha/año entre 1987 y 2000 a 446 ha/año entre 2000 y 2006, un 30% más.

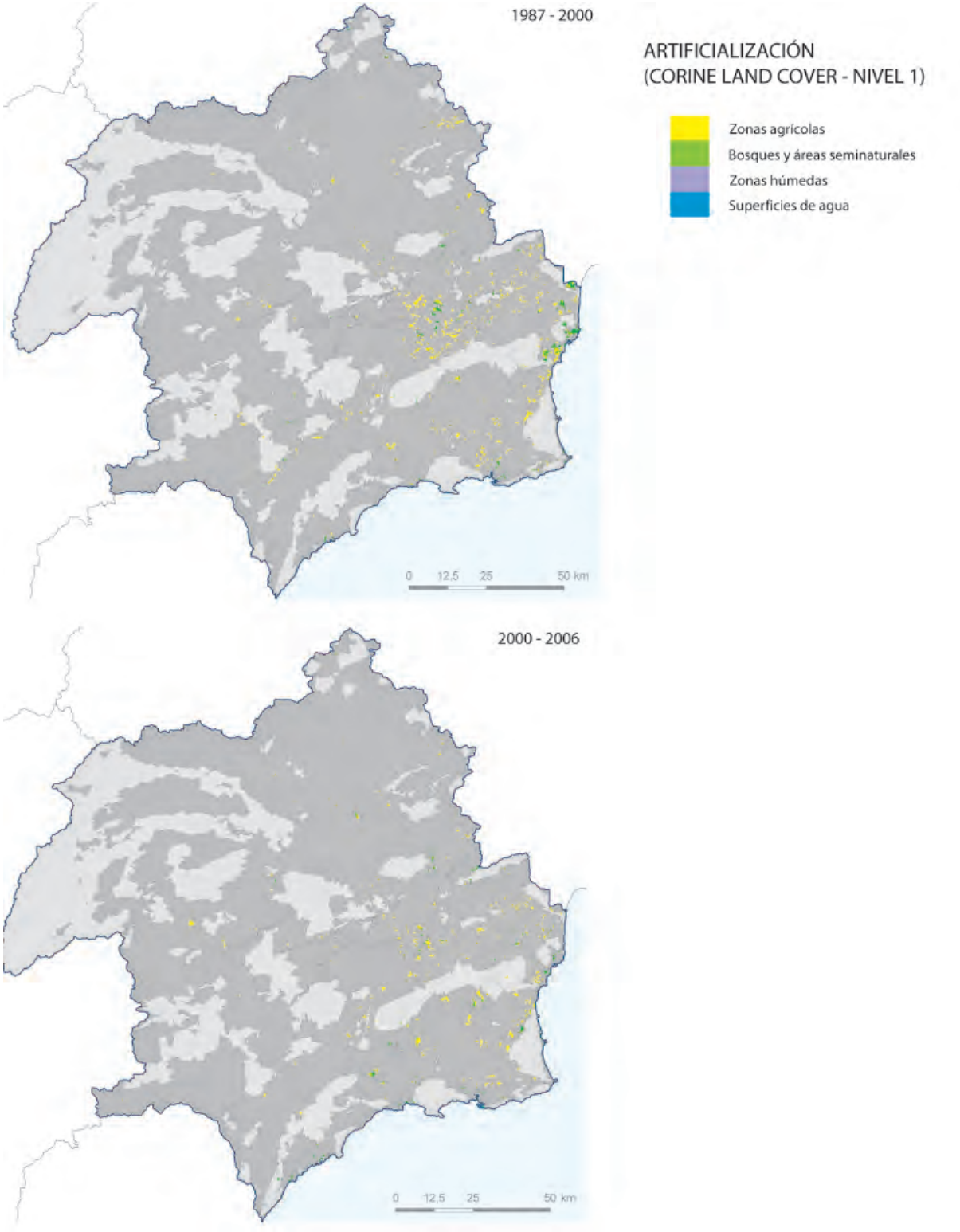
☐ **Figura 3.2.25.** Creación de nuevas zonas artificiales en la cuenca del Segura a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.



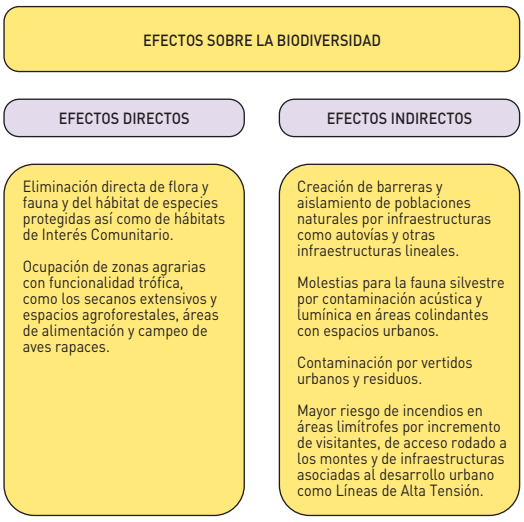
□ **Mapa 3.2.11.** Transformación de otros usos a zonas artificiales. Clasificación CLC Nivel 1. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.
Nota: En color gris claro se representan las áreas protegidas (ENP+RN2000).

El aumento de los espacios urbanos y otros usos artificiales conlleva diversos efectos sobre la biodiversidad (Figura 3.2.26). La ocupación del suelo genera efectos directos al eliminar la flora y fauna silvestre y el hábitat, así como los espacios tróficos utilizados por la fauna silvestre como áreas de alimentación y campeo. Los efectos indirectos incluyen, entre otros, la creación de barreras entre poblaciones silvestres por la construcción de infraestructuras lineales, como las autovías, molestias a la fauna silvestre, por contaminación acústica y lumínica en áreas colindantes y, en el caso de urbanizaciones localizadas dentro o en las proximidades de entornos forestales, incremento del riesgo de incendios con el aumento de visitantes, accesos rodados e infraestructuras asociadas al desarrollo urbano como las líneas de alta tensión.

☐ **Figura 3.2.26.** Síntesis de algunos de los principales efectos sobre la biodiversidad generados por la transformación a espacios urbanos y otros usos artificiales.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Los secanos y espacios agroforestales situados al sur de la ZEPA del Valle, Altaona y Escalona ejemplifican bien uno de los efectos directos de la transformación a usos artificiales: la ocupación de secanos tradicionales y espacios agroforestales fuera de los espacios protegidos por parte de urbanizaciones o campos de golf. Este proceso de conversión, ya iniciado, puede amenazar la conservación a medio y largo plazo de los valores faunísticos que sustentan la declaración de la ZEPA del Valle, Altaona y Escalona, dada su importancia estratégica como área de alimentación, campeo y dispersión de un gran número de aves rapaces.

Por otra parte la construcción de nuevas autovías y otras infraestructuras lineales constituye un importante factor de fragmentación y aislamiento de las poblaciones silvestres. La viabilidad a largo plazo de tales poblaciones requiere que el conjunto del paisaje mantenga una elevada conectividad. Dicha conectividad precisa no solo mantener las áreas naturales de forma no fragmentada, sino que los usos fuera de las áreas protegidas, que en general constituyen la mayoría del territorio, permitan el movimiento de las especies y la conexión entre sus poblaciones.

Las infraestructuras, especialmente las vías de alta capacidad como las autovías, desdoblamientos y nuevas autopistas, crean grandes barreras al movimiento de poblaciones naturales. Este efecto de aislamiento poblacional constituye una de las principales amenazas de la fauna protegida o amenazada, especialmente en el caso de mamíferos, reptiles y anfibios, siendo de hecho una de las principales causas que desembocan en la extinción local de muchas especies. Por ejemplo la autopista Cartagena-Vera, a lo largo del arco litoral sur de la Región de Murcia y la provincia de Almería, constituye una importante barrera para las poblaciones de Tortuga mora (35).

Por otro lado, las carreteras convencionales, de orden inferior a las autovías, generan también cierto efecto de fragmentación. Se dispone de algunos trabajos acerca del efecto del sistema viario sobre la fragmentación de las manchas de vegetación natural y espacios agroforestales en el ámbito de la Región de Murcia (36). Dichos trabajos fueron realizados utilizando los datos de usos del suelo aportados por CLC 2000 y la cartografía digital de la red de carreteras de la Región de Murcia de 2003, y recogen fundamentalmente el efecto del sistema viario de orden inferior a las autovías. La Tabla 3.2.8 sintetiza los resultados obtenidos relativos al tamaño medio y máximo de las manchas sin considerar el efecto de la red viaria y el obtenido teniendo en cuenta la fragmentación generada por dicha red viaria.

☐ **Tabla 3.2.8.** Número, tamaño medio, tamaño máximo y desviación estándar de la superficie de las manchas de sistemas naturales y agroforestales sin considerar la red viaria y teniendo en cuenta el efecto de fragmentación generado por la red viaria.

Manchas de vegetación natural y agroforestal	Sin considerar las carreteras	Considerando las carreteras
Número de manchas	604	652
Tamaño medio por mancha (ha)	824,00	763,31
Tamaño máximo (ha)	195.562	88.244
Desviación estándar (ha)	8,475	5,284

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Las carreteras dan lugar a una fragmentación de las manchas de uso natural y agroforestal, con una reducción de un 7,4% del tamaño medio de tales manchas y sobre todo una reducción del 55% en el tamaño máximo de las mismas. Esto evidencia que el efecto de frag-

mentación que, como cabe esperar, deriva fundamentalmente de la significativa reducción en superficie de las grandes unidades paisajísticas que presentan usos naturales o seminaturales continuos, las cuales tienen un especial interés en relación con la funcionalidad ambiental del territorio en su conjunto, los procesos ecológicos esenciales y el mantenimiento de la biodiversidad. Por ejemplo, se considera que para mantener una población viable de una especie, de al menos 1.000 individuos, se necesita una superficie de entre 100 y 1.000 hectáreas en el caso de pequeños herbívoros, de más de 10.000 ha para grandes herbívoros y próxima al millón de hectáreas para garantizar la supervivencia de grandes carnívoros (37,38). Mantener las grandes manchas de vegetación natural y espacios agroforestales, como las existentes en la cabecera de la cuenca del Segura, resulta por tanto esencial para conservar la biodiversidad, especialmente las poblaciones de grandes vertebrados.

A continuación se muestra un análisis de fragmentación sobre las manchas de vegetación natural y espacios agroforestales desarrollado en el ámbito de la cuenca del Segura.

3.2.3.3 Fragmentación en la cuenca del Segura

Tal y como se ha venido comentando en secciones anteriores, los cambios de usos del suelo tienen efectos importantes sobre los procesos ecológicos y, tanto los procesos naturales de los ecosistemas, como los procesos sociales pueden cambiar el modelo del paisaje. La cuantificación del grado de fragmentación en hábitat de plantas y animales, debido a la urbanización u otras intervenciones humanas, es un método útil para entender los impactos ecológicos potenciales de los cambios de uso del suelo. En la presente sección se han estudiado los cambios en el modelo de fragmentación del paisaje a varias escalas.

Existe una gran variedad de tipos de hábitat y unidades territoriales que podrían analizarse dentro de la cuenca del Segura. En este estudio se han considerado los tipos de suelo que, según el proyecto CLC, corresponden a la categoría natural o seminatural (bosques y áreas seminaturales), así como algunas categorías de suelo correspondientes a las zonas agrícolas, las cuales no implican prácticas intensivas, como es el caso de la irrigación permanente. Las unidades territoriales analizadas se han clasificado en tres categorías:

- Áreas que tienen alguna figura de protección,
- Áreas protegidas más una zona tampón de 2 km, y
- El área restante sin proteger.

Aunque en este análisis no se han estudiado los impactos sobre las poblaciones de plantas y animales, los resultados proporcionan una perspectiva general de la fragmentación del paisaje natural en la cuenca del Segura desde 1987 hasta 2006.

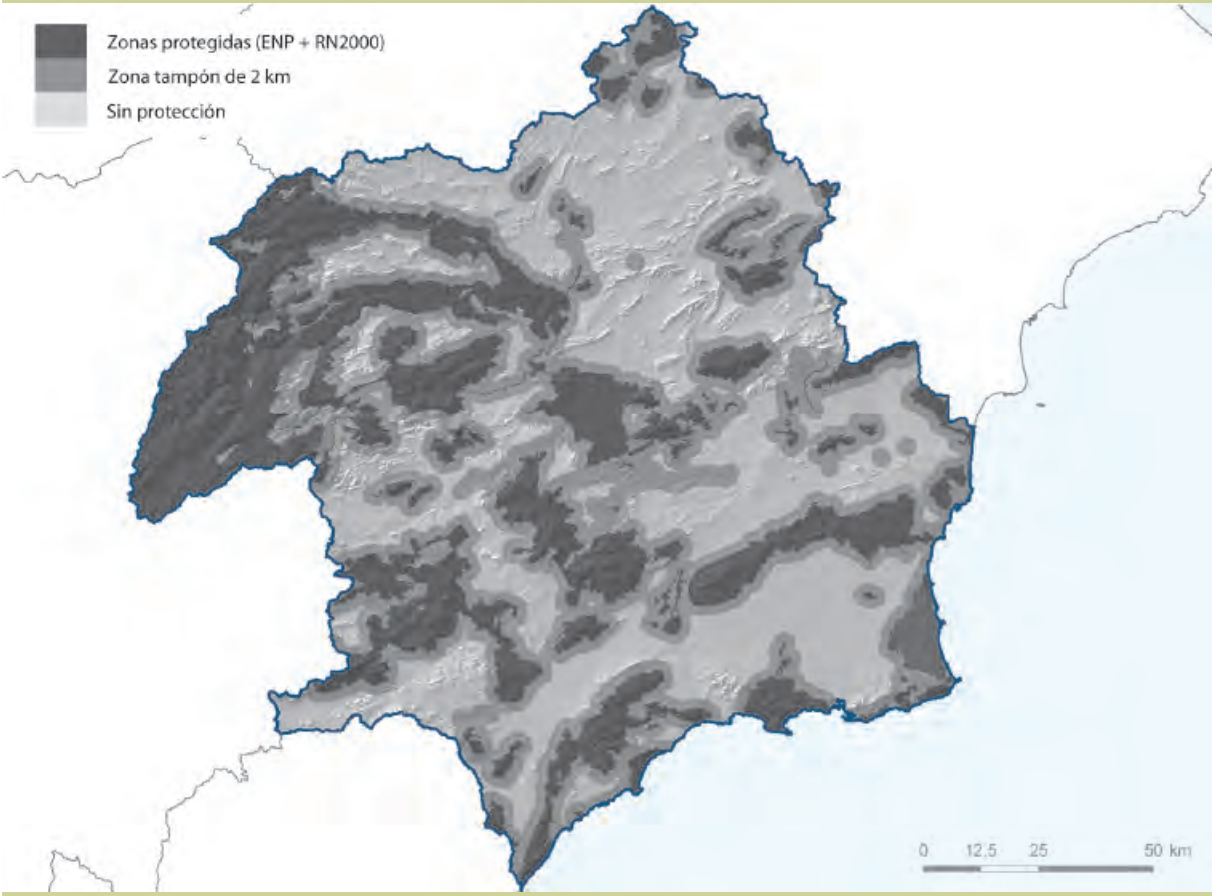


METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LA CUENCA DEL SEGURA

Se ha utilizado una fragmentación geométrica simple (FG) obtenida a partir de los datos del proyecto CLC con una resolución de celdas ráster de 100 m. Se han realizado dos agregaciones a partir de las clases de cobertura del suelo del proyecto CLC, obteniéndose dos clases de FG: FG1) Bosques y áreas seminaturales y FG2) Bosques y áreas seminaturales más algunas categorías de cultivos tradicionales (tierras de labor en secano y terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural y seminatural). Cada FG se ha creado como agregación entre las categorías correspondientes a las clases de suelo natural, seminatural y agricultura tradicional pertenecientes al nivel 3 de CLC, transformándose en una nueva clase de tipo de paisaje para el análisis del modelo de mancha. Debido a la falta de datos, los vectores de carreteras, ríos y canales no se han utilizado en la geometría del paisaje, aunque es importante señalar que, indirectamente, se han utilizado las categorías correspondientes a esos usos que se recogen en el proyecto CLC.

El paisaje de la cuenca del Segura se ha dividido en cuatro unidades según la planificación del territorio: el área protegida (espacios naturales protegidos y Red Natura 2000, ENP+RN), el área protegida más una zona tampón de 2 km (ENP+RN+tampón) y los otras dos unidades de planificación que corresponden al área restante (sin protección): área no protegida (no ENP+RN) y área no protegida menos área tampón (no ENP+RN+tampón) (Mapa 3.2.12).

□ **Mapa 3.2.12.** Distribución geográfica de las áreas protegidas, la zona tampón de 2 km y las zonas sin protección consideradas para la clasificación de las cuatro unidades de planificación en la cuenca del Segura.



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE.

Para los años 1987, 2000 y 2006 se han calculado más de diez medidas estándar para evaluar la estructura del paisaje de las clases de FG dentro del área de cada unidad de planificación. Para simplificar el trabajo, solamente se ha recogido el tamaño medio de la mancha y la magnitud de su fragmentación. La fragmentación se ha cuantificado mediante el "Effective mesh size (Meff)" (39), metodología que ha sido aplicada en muchos estudios de planeamiento tanto en Europa como en Norte América (40,41).

Mientras que los cambios en el paisaje a través de medidas como el tamaño medio de las manchas puede ser útil para una descripción general de la estructura del paisaje, el Meff es una medida más representativa para los modelos de paisaje, que son relevantes para el estudio de la dispersión de plantas y animales y otros procesos de los ecosistemas. Este índice expresa la probabilidad de que dos zonas en un paisaje estén conectadas, y el Meff (ha, u otra unidad de área), representa de forma intuitiva el tamaño medio de un área a la cual, un organismo colocado al azar, sería capaz de tener acceso sin cruzar los diferentes tipos de manchas, que actúan como barreras. El Meff es una medida fiable para cuantificar la fragmentación asociada a los procesos ecológicos, independientemente de los tamaños de las áreas de interés (39,42).

Las zonas no protegidas están más fragmentadas que las zonas incluidas en ENP o Red Natura 2000

Los tamaños medios de las manchas de las dos clases de FG (bosques y áreas seminaturales; bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales) son muy diferentes según el tipo de unidad de planificación. Las manchas en las zonas protegidas (y en las zonas protegidas más la zona tampón de 2 km) son entre 2 y 4 veces más grandes que las de las zonas no protegidas (Tabla 3.2.9).

Entre 1987 y 2006 se produjo una disminución general del tamaño de las manchas en las zonas no protegidas y en las zonas tampón. Los bosques y las áreas seminaturales (FG1) se redujeron un 6%, mientras que los bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales (FG2) disminuyeron mucho más, un 15-18%.

□ **Tabla 3.2.9.** Tamaño medio de las manchas y el Meff para FG1 (Bosques y áreas seminaturales) y FG2 (Bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales) en las cuatro unidades de planificación ("No ENP+RN" corresponde al área fuera de la unidad "ENP+RN", "No ENP+RN+tampón" corresponde al área fuera de la unidad "ENP+RN+tampón"), para los periodos de tiempo considerados en función del proyecto CLC (1987-2000-2006).

FG		Unidades de planificación	CLC 1987	CLC 2000	CLC 2006	% Cambio 1987-2000	% Cambio 2000-2006	% Cambio 1987-2006
Tamaño medio de la mancha (ha)	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional.	ENP+RN	1.098	1.091	1.111	-1	2	1
	2-Bosques y áreas seminaturales+ Agricultura tradicional	ENP+RN+tampón	2.024	1.785	1.978	-12	11	-2
	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional	No ENP+RN	413	368	353	-11	-4	-15
	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional	No ENP+RN+tampón	721	655	593	-9	-9	-18
	1-Bosques y áreas seminaturales	ENP+RN	798	791	857	-1	8	7
	1-Bosques y áreas seminaturales	ENP+RN+tampón	964	924	1.004	-4	9	4
	1-Bosques y áreas seminaturales	No ENP+RN	180	172	169	-4	-2	-6
	1-Bosques y áreas seminaturales	No ENP+RN+tampón	293	283	276	-3	-3	-6
Tamaño medio de la mancha (ha)	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional	ENP+RN	95.163	95.515	95.696	0	0	1
	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional	ENP+RN+tampón	188.073	192.498	193.311	2	0	3
	2-Bosques y áreas seminaturales + Agricultura tradicional	No ENP+RN	89.894	87.408	63.649	-3	-27	-29
	2-Bosques y áreas seminaturales+ Agricultura tradicional	No ENP+RN+tampón	59.643	57.704	32.830	-3	-43	-45
	1-Bosques y áreas seminaturales	ENP+RN	81.369	81.687	81.683	0	0	0
	1-Bosques y áreas seminaturales	ENP+RN+tampón	150.083	151.580	151.894	1	0	1
	1-Bosques y áreas seminaturales	No ENP+RN	9.273	7.539	7.585	-19	1	-18
	1-Bosques y áreas seminaturales	No ENP+RN+tampón	7.766	5.305	5.195	-32	-2	-33

Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

Las manchas contiguas de bosques y áreas seminaturales (FG1) dentro de las áreas protegidas y en su zona tampón tienen un orden de magnitud mucho mayor que en las zonas no protegidas. En las zonas protegidas, tanto para FG1 como para FG2, el Meff es aproximadamente el doble cuando se incluye la zona tampón de 2 km, es decir, hay una mayor fragmentación cuando se incluye la zona tampón. El Meff mostró pequeñas diferencias dentro de las áreas protegidas y en las áreas protegidas más la zona tampón de 2 km. en los dos periodos de tiempo estudiados (1987-2000 y 2000-2006, Tabla 3.2.9). Por el contrario, en las zonas no protegidas la fragmentación del paisaje aumentó (disminuyó el Meff) entre un 18 y un 45% en el periodo 1987-2006, dependiendo de la clase de suelo de FG y unidad de planificación.

Conclusiones

Es evidente que, a lo largo de casi veinte años, la cuenca del Segura ha experimentado cambios sustanciales en los usos del suelo, con la aparición de un mosaico cada vez más fragmentado. Cuando consideramos solamente bosques y áreas seminaturales (FG1), el mayor aumento de la fragmentación se produjo fuera de las unidades de planificación protegidas (y en sus zonas tampón) desde 1987 a 2000.

En las zonas no protegidas y las zonas tampón de 2 km, el Meff fue mucho mayor en la FG2 (bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales) que en la FG1 (bosques y áreas seminaturales). Para estas manchas grandes (bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales) fuera de las zonas protegidas y sus zonas tampón de 2 km, el mayor aumento de la fragmentación ocurrió en el segundo periodo 2000-2006. Por tanto, mientras los bosques y áreas seminaturales (FG1) se fragmentaron sobre todo durante el primer periodo, los bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales lo hicieron en el segundo (2000-2006).

Asumiendo que las prácticas agrícolas de cultivos tradicionales son más deseables para los procesos del ecosistema que las prácticas intensivas, como la irrigación intensiva u otros tipos de suelo, puede ser importante considerar las relaciones espaciales entre las cubiertas naturales y las de la agricultura tradicional, manteniendo su continuidad.

Además, parece útil considerar los cambios de ocupación del suelo en la zona tampón. Mientras la mayor parte de los cambios de ocupación del suelo y fragmentación ocurrieron fuera de las áreas protegidas, en la zona tampón de 2 km del área protegida se dio un incremento relativamente pequeño en los tamaños de las manchas con la más alta calidad del paisaje.

En suma, el mantenimiento del modelo espacial de bosques y áreas seminaturales y agricultura tradicional en el área protegida y su zona tampón puede tener ventajas importantes a largo plazo para el ecosistema de la cuenca del Segura.

LA FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT Y SUS EFECTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD

La fragmentación de los ecosistemas se produce cuando éstos quedan aislados unos de otros por factores humanos o naturales, aunque generalmente se debe a la acción del hombre. Como resultado, áreas naturales o seminaturales contiguas se dividen en áreas más pequeñas y aisladas unas de otras por una matriz con un tipo diferente de vegetación y/o de uso del suelo. La fragmentación no solo produce cambios biogeográficos debidos al aislamiento de las especies, sino también una alteración de las condiciones ambientales, como por ejemplo el microclima, dentro y alrededor de los fragmentos remanentes. Los efectos que producen el aislamiento y los cambios del ambiente físico varían en función del tamaño del fragmento, su forma y su posición geográfica. En definitiva, todo ello redunda en una discontinuidad en los procesos ecológicos (por ejemplo flujos de nutrientes, transferencia de energía e intercambios genéticos), que impiden o alteran las funciones de los ecosistemas. Dichas funciones son fundamentales para mantener poblaciones sanas y resilientes de organismos y para que los ecosistemas sean capaces de proveer al ser humano de bienes y servicios necesarios para su supervivencia.

La fragmentación reduce el área de los hábitat, que está directamente relacionada con el número de especies, pero también reduce la capacidad de las especies para sobrevivir en dicho hábitat, dado que las poblaciones pequeñas son más vulnerables a la extinción. Ligeras fluctuaciones en el clima, los recursos y otros factores, que serían de poca importancia en poblaciones grandes, pueden ser catastróficas en poblaciones pequeñas aisladas, dando lugar a extinciones locales. El tiempo transcurrido desde el aislamiento, la distancia entre fragmentos de hábitat y el grado de conectividad entre ellos son factores determinantes de la respuesta de las especies a la fragmentación, la cual depende a su vez de las características propias de la especie. Es más probable que se extingan más rápidamente aquellas especies que dependen completamente de la vegetación nativa, que requieren territorios extensos y presentan bajas densidades. La forma de dispersión y la demografía son también factores que influyen en gran medida en las probabilidades de extinción de las especies. Por ejemplo, poblaciones demasiado pequeñas para ser viables dentro de un determinado fragmento pueden persistir por largos periodos simplemente por la longevidad de sus individuos.

La fragmentación también puede producir una concentración o saturación del hábitat remanente por parte de aquellas especies que tienen capacidad para moverse desde las zonas que han sido modificadas. Este efecto de "hacinamiento" puede alterar las interacciones intra e interespecíficas, aumentando por ejemplo la competencia, la predación y el parasitismo. La disponibilidad de recursos también se ve afectada por sobreexplotación. La sobresaturación de los fragmentos remanentes resulta del movimiento de especies nativas, pero puede haber asimismo invasión por parte de nuevas especies que hayan aumentado en abundancia o se hayan establecido en las zonas circundantes. Entre dichas especies se incluyen aquellas que han sido introducidas con el desarrollo de la agricultura, como especies cultivadas y de pastos, o el ganado, otras introducciones accidentales o deliberadas y especies, nativas o no, para las que las nuevas condiciones ambientales generadas tras la fragmentación son ventajosas. La invasión puede estar restringida a los bordes de los hábitat remanentes si los factores de perturbación disminuyen con la distancia al borde, pero las especies con semillas dispersadas por el viento o los animales pueden establecerse en zonas favorables para ellas dentro del fragmento, lejos de los bordes. Las especies invasoras pueden tener impactos significativos sobre las poblaciones que viven dentro de los fragmentos. Por ejemplo, las plantas invasoras pueden inhibir la regeneración de las especies nativas o alterar el régimen de fuegos.

Cuanto más pequeño es un fragmento, mayor es la influencia que tienen los factores externos. En remanentes pequeños, la dinámica del ecosistema está probablemente más condicionada por fuerzas externas que por internas, es decir, el llamado "efecto borde" es mucho mayor cuando los fragmentos son pequeños que cuando son grandes, ya que el área "núcleo" es mayor y está afectada por los cambios ambientales y bióticos asociados con la presencia de bordes. La forma del fragmento también es importante, aunque fundamentalmente en el caso de áreas relativamente pequeñas, en las que la forma determina la razón área núcleo/perímetro (o borde/interior), de tal manera que los fragmentos largos y estrechos tienen proporcionalmente mucho más borde que los que tienen forma de cuadrado o de círculo.

La fragmentación está muy relacionada con la destrucción del hábitat y, tal y como se ha señalado al principio, la causa más frecuente de fragmentación es la actividad humana, a través de acciones como son la deforestación, la transformación de zonas naturales en cultivos, el desarrollo urbano o la creación de infraestructuras lineales, como son las de distribución de la energía eléctrica o las de transporte.

En relación con el transporte, el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Publicas (43) ha llevado a cabo un estudio sobre la fragmentación de la Red Natura 2000 por infraestructuras de transporte de titularidad estatal en España, con el fin de contribuir al establecimiento de objetivos cuantitativos y horizontes específicos para el control, seguimiento y pre-

visión de los impactos de estas infraestructuras sobre el medio ambiente, en el marco del Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT).

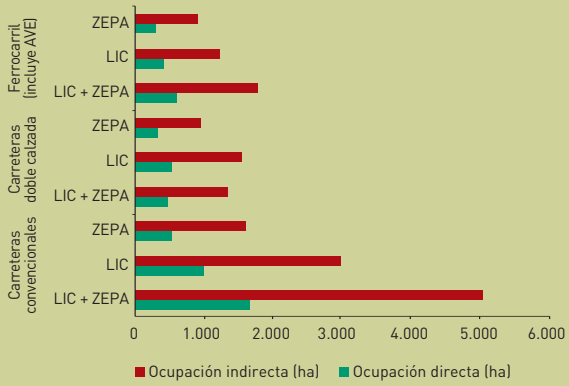
Según el citado estudio, la superficie media del territorio de Red Natura 2000 no fragmentado disminuye significativamente cuando se tienen en cuenta las infraestructuras de transporte, desde 85,36 km² hasta 36,74 km².

☐ **Mapa 3.2.13.** Ocupación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.



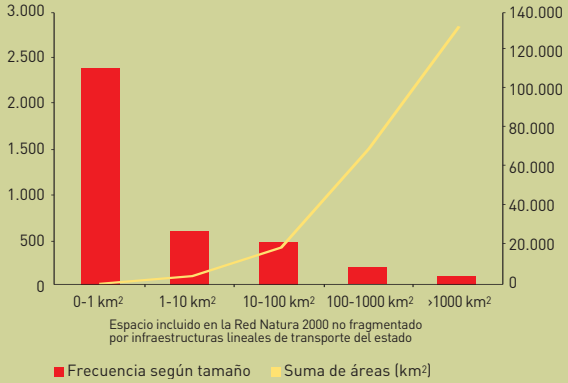
Fuente: CEDEX (2009) (43)

☐ **Figura 3.2.27.** Ocupación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.



Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

☐ **Figura 3.2.28.** Frecuencia de áreas fragmentadas de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.

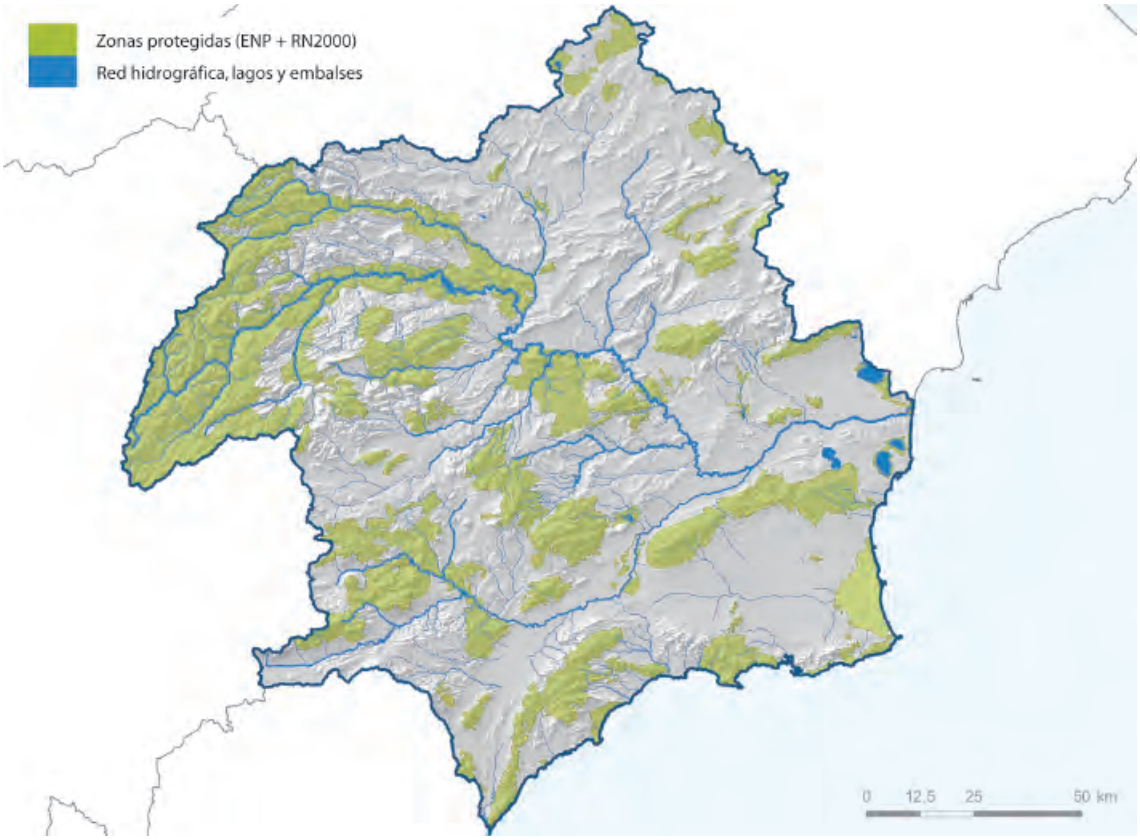


Fuente: Elaboración OSE a partir del proyecto CLC.

3.2.3.4 Cambios de uso en los espacios protegidos y su entorno inmediato

Los espacios naturales protegidos constituyen un ámbito en el que es necesario analizar los cambios de uso del suelo, dada su contribución específica a la conservación de la biodiversidad. Para ello se han utilizado los espacios de la Red Natura 2000, establecida en torno al año 2000, si bien muchos de tales espacios presentaban ya algún estatus de protección anterior. Como muestra el Mapa 3.2.14, existe un gradiente de integridad ecológica en la cuenca del Segura en dirección NW-SE, desde la cabecera, con espacios protegidos más compactos y conectados con los sistemas de drenaje, hacia las áreas costeras, donde los espacios se hallan más fragmentados y desconectados de dichos sistemas de drenaje.

□ **Mapa 3.2.14.** Áreas protegidas (ENP y Red Natura 2000) y localización de los ríos y masas de agua en la cuenca del Segura.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

El análisis de los cambios de uso del suelo en la Red Natura 2000 y su entorno inmediato permite valorar, entre otros aspectos, en que medida el estatus de protección de los espacios de la Red Natura, que representa el 31% de la superficie total de la cuenca del Segura, constituye una herramienta efectiva frente a los cambios de uso del suelo que puedan afectar negativamente a los valores ambientales de tales espacios. Igualmente, permite determinar el tipo de fronteras ecológicas existentes en el entorno inmediato de los espacios protegidos y su evolución a lo largo del tiempo. Los secanos extensivos y espacios agroforestales en contacto con áreas de vegetación natural constituyen una frontera ecológicamente activa, dadas las relaciones funcionales que se establecen entre ambos tipos de ecosistemas, como las de carácter trófico ya señaladas en apartados anteriores. Por ello, suele considerarse muy recomendable que los espacios protegidos dispongan de áreas periféricas de protección, en las que estos secanos y áreas agroforestales son importantes por este papel trófico y otras funciones ecológicas, tales como las de servir de área de campeo y dispersión de diversas especies, además de constituir zonas de amortiguación que minimizan la difusión de impactos ambientales negativos hacia el interior del espacio protegido.

Se han analizado los usos generales del suelo en la Red Natura 2000 en la cuenca del Segura y en su entorno inmediato (bandas periféricas alrededor del perímetro de los espacios naturales de 500 m y 2 km de anchura), utilizando los datos suministrados por CLC (1987, 2000 y 2006). La Tabla 3.2.10 presenta la distribución de estos usos generales para el año 2006.

☐ **Tabla 3.2.10.** Distribución porcentual de las áreas ocupadas en 2006 por vegetación natural, los secanos y agroforestales y los usos intensivos (regadíos, frutales y usos artificiales) en el conjunto de la cuenca del Segura, la Red Natura 2000 y en bandas periféricas a los espacios protegidos de 500 m y 2 km.

Uso del suelo en 2006	Distribución en el conjunto de la cuenca del Segura (%)	Distribución en los espacios de la Red Natura 2000 (%)	Distribución en la banda periférica 500 m (%)	Distribución en la banda periférica 2 km (%)
Natural	44,2	74,5	36,4	33,8
Secanos y agroforestales	15,5	11,1	19,4	19,1
Regadíos, frutales y usos artificiales	21,6	6,80	25,9	27,4

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

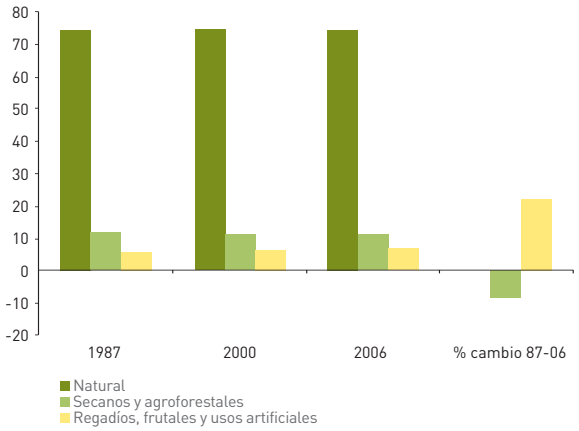
Como cabe esperar, la vegetación natural ocupa la mayor parte de la superficie incluida en la Red Natura 2000, un 75%, valor muy superior al promedio del conjunto de la cuenca, que es de aproximadamente el 44%. Los secanos y espacios agroforestales se encuentran especialmente representados en las bandas periféricas a los espacios protegidos, donde ocupan en torno al 19% de su superficie, porcentaje algo superior al promedio del conjunto de la cuenca, situado en torno al 15%. Finalmente los usos más intensivos (regadíos, frutales y usos artificiales) ocupan poca superficie dentro de los espacios de la Red Natura 2000, como cabe esperar, pero su presencia en las bandas periféricas a los espacios protegidos (en torno al 26-27%) se sitúa por encima de su valor medio en el conjunto de la cuenca (en torno al 22%).

Estos datos están relacionados con la elevada proporción, superior a la de la Red Natura 2000 y a la del conjunto de la cuenca, de la superficie agraria alrededor de los espacios naturales, tanto de los agropaisajes extensivos (secanos y agroforestales) como de los cultivos más intensivos (regadío). Los cambios internos agrarios entre estos dos tipos de espacios agrícolas en las bandas periféricas de las áreas de la Red Natura 2000 tienen, como ya se ha señalado, una gran relevancia para la conservación de la biodiversidad y de los propios espacios naturales. Es interesente por tanto analizar estos cambios entre 1987 y 2006.

Como muestra la Figura 3.2.29, en los espacios de la Red Natura 2000 la vegetación natural se mantiene prácticamente sin cambios y los secanos y espacios agroforestales pierden superficie, pero a una tasa (pérdida acumulada del 8% entre 1987 y 2006), bastante inferior a la mostrada en el conjunto de la cuenca del Segura (pérdida acumulada del 19% en todo el periodo). Sin embargo los usos más intensivos (regadío y usos artificiales), aumentan entre 1987 y 2006, con una tasa muy similar a la exhibida por el conjunto de la cuenca, en torno al 23% en ambos casos.

Estos datos podrían indicar que los espacios de la Red Natura 2000 se muestran efectivos a la hora de minimizar la pérdida de vegetación natural y de reducir la tasa de pérdida de los usos agrarios más extensivos, mientras que los usos intensivos, si bien están escasamente representados en los espacios protegidos, muestran tasas de incremento similares a las del resto del territorio que, igualmente, también se aceleran en el segundo periodo (2000-2006).

☐ **Figura 3.2.29.** Proporción de la superficie de Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales, y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J, Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

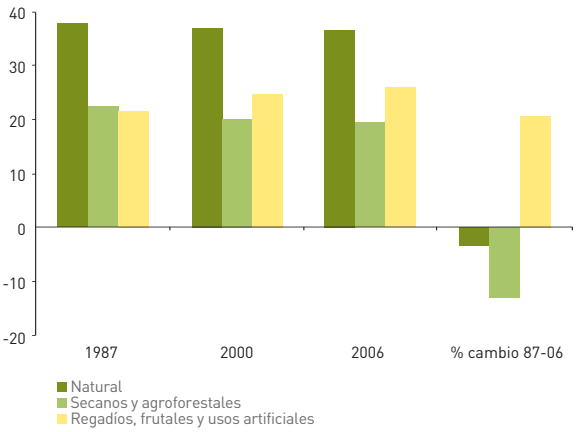
La banda periférica de 500 m en torno a los espacios de la Red Natura 2000 tiene un interés especial porque constituye la frontera más inmediata del espacio protegido y, por tanto, resulta determinante para el establecimiento o no de fronteras ecológicamente activas, así como para su conexión con el resto del territorio, entre otros procesos de interés ambiental. En esta banda de 500 m de anchura, la superficie ocupada por vegetación natural se reduce entre 1987 y 2006 a una tasa que duplica la mostrada por el conjunto de la cuenca (3,35% frente a 1,72% respectivamente).

Por otra parte, en 1987 la superficie ocupada por secanos y espacios agroforestales en la banda periférica de 500 m es algo superior a la ocupada por los usos intensivos, pero en 2000 y, sobre todo en 2006, estos usos intensivos (básí-

camente regadío), superan ampliamente a los secanos y espacios agroforestales (Figura 3.2.30), siguiendo un patrón de cambios similar al exhibido por el conjunto del territorio, aunque la pérdida de secanos y agroforestales es más moderada (12% frente a un 19% en el conjunto del territorio para el periodo 1987-2006). En definitiva, en el entorno inmediato de los espacios de la Red Natura 2000 se asiste a una rápida sustitución de los agropaisajes tradicionales, importantes en la generación de fronteras ecológicamente activas, por cultivos intensivos de regadío, si bien a una tasa algo más moderada que en el conjunto de la cuenca y que se suaviza un poco en el segundo periodo.

Estos cambios afectan de diversas formas a la biodiversidad. Junto a lo señalado en relación con la ocupación de áreas de campeo y alimentación de aves rapaces y otros predadores, se han detectado desplazamientos de la biodiversidad acuática, como anfibios. La pérdida de hábitat acuáticos en las zonas altas, por sobreexplotación de recursos y reducción de escorrentías por el avance del bosque, está desplazando los anfibios y otros componentes de la biodiversidad acuática hacia las zonas bajas, a menudo marginales, donde las infraestructuras artificiales como las balsas de riego constituyen los únicos hábitat de sustitución para la biodiversidad acuática e higrófila (44).

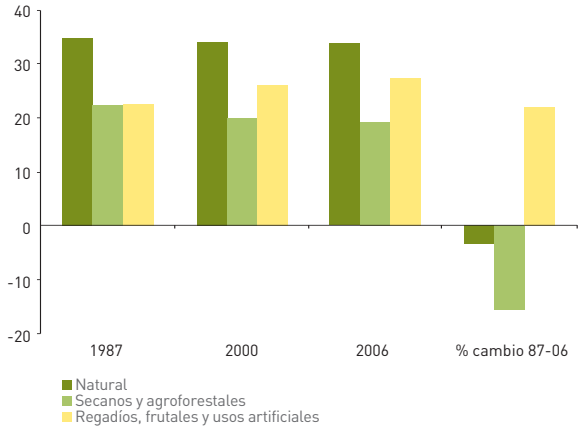
☐ **Figura 3.2.30.** Proporción de la superficie de la banda periférica de 500 m en torno a los espacios naturales de la Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales, y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J, Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

Finalmente, los cambios en la banda periférica de 2 km en torno a los espacios de la Red Natura 2000 muestran un patrón parecido al de la banda de 500 m, aunque la pérdida de secanos y espacios agroforestales tiene una tasa acumulada en el periodo 1987-2000 del 15%, intermedia entre la observada en la banda de 500 m y la exhibida por el conjunto de la cuenca (Figura 3.2.31).

☐ **Figura 3.2.31.** Proporción de la superficie de la banda periférica de 2 km en torno a los espacios naturales de la Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.

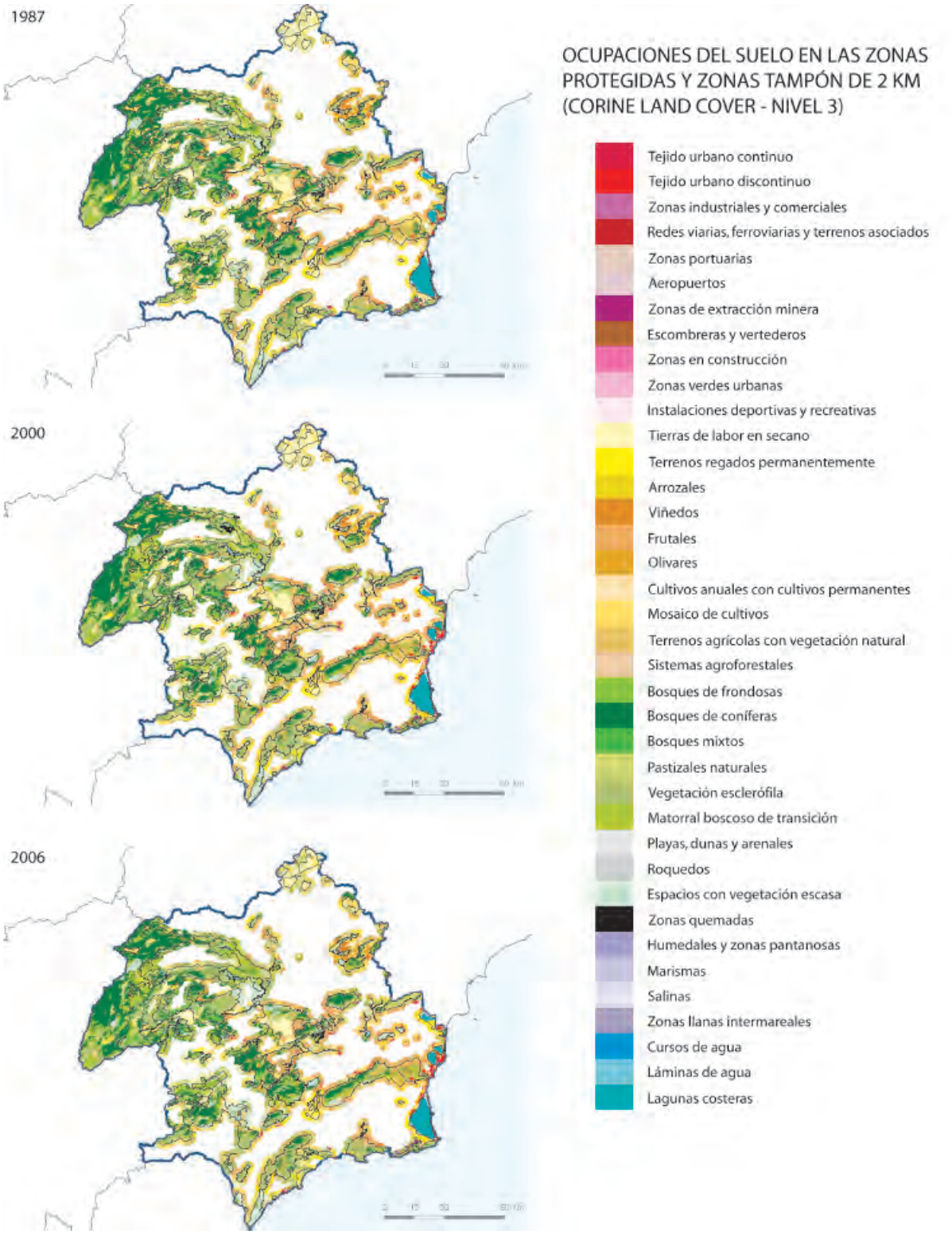


Fuente: Elaboración Martínez Fernández J, Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

Finalmente hay que señalar que, aunque el regadío es el uso intensivo mayoritario en términos de superficie, los espacios urbanos y otros usos artificiales cobran especial relevancia en la banda periférica de 2 km en algunos espacios de la Red Natura 2000, que sufren una especial presión urbano-turística, como ocurre con el LIC de Carrascoy-El Valle y con el LIC del Mar Menor, en cuya banda periférica de 2 km el suelo urbano aumentó de forma considerable entre 1987 y 2006 (Mapa 3.2.15).



□ **Mapa 3.2.15.** Usos del suelo en los espacios de la Red Natura 2000 de la cuenca del Segura y su entorno inmediato (banda periférica alrededor del perímetro de los espacios naturales de 2 km de anchura).



Fuente: Elaboración Fitz HC y OSE a partir del proyecto CLC.

3.2.3.5 Escenarios de cambio de uso del suelo y sus implicaciones para la biodiversidad

¿Qué escenarios son previsibles en relación con los cambios de uso del suelo? ¿Qué consecuencias pueden tener tales escenarios para la conservación de la biodiversidad? Para contestar a tales preguntas, conviene recordar que, como se viene reconociendo de forma creciente, las tendencias pasadas no pueden ser extrapoladas directamente al futuro, excepto para periodos de tiempo muy cortos. La razón de ello estriba en que los sistemas complejos, como los socioambientales, distan de exhibir comportamientos lineales. Es necesario un conocimiento profundo de las causas que determinan los cambios de uso del suelo y utilizar herramientas de simulación capaces de tener en cuenta las interacciones entre los factores clave de los subsistemas socioeconómico y ambiental, con el fin de simular distintos escenarios potenciales y explorar las consecuencias que cabe esperar a largo plazo.

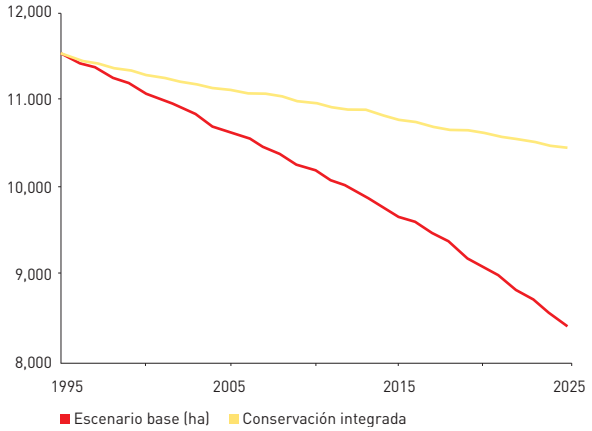
Aunque no se dispone de una simulación cuantitativa de escenarios de este tipo para el conjunto de la cuenca del Segura, sí existe para territorios específicos de la misma, como la zona de la Huerta de Murcia y la de Mazarrón y Águilas. El primer caso ejemplifica el incremento del espacio urbano a partir de un agropaisaje tradicional, mientras que el segundo muestra el aumento del regadío y sus implicaciones para la biodiversidad. A continuación se presentan algunos resultados de estos dos casos que pueden ilustrar dinámicas de interés para el conjunto de la cuenca del Segura.

a) Escenarios de cambios de uso en la Huerta de Murcia

La Huerta de Murcia, situada en la Vega Media de la cuenca del Segura, contaba en 1932 con unas 13.500 hectáreas, superficie que desde entonces ha ido disminuyendo progresivamente por la pérdida de rentabilidad, ligada entre otros factores a una permanente reducción de la extensión media de las explotaciones, así como por la creciente demanda de suelo urbano. Como resultado, el regadío tradicional había perdido en 1995 al menos un 14% con respecto a su superficie inicial.

Se ha estimado la evolución de la Huerta de Murcia y de los factores socioeconómicos y ambientales implicados en su pérdida progresiva mediante un modelo de simulación dinámica, que también ha permitido explorar distintos escenarios a largo plazo (15,45). De continuar las tendencias observadas hasta el año 1995, cabe esperar que para el año 2025 la huerta tradicional ronde las 8.000 ha, tras la conversión de algo más de 3.000 ha a suelo urbano e infraestructuras. Esta hipótesis tendencial se corresponde con una política no intervencionista en relación con la rentabilidad de los regadíos tradicionales y con la ausencia efectiva de control en la urbanización y en otros cambios de uso del suelo. Diversas medidas tendentes a conservar la huerta tradicional podrían reducir sustancialmente, aunque no eliminar del todo, dicha pérdida (Figura 3.2.32).

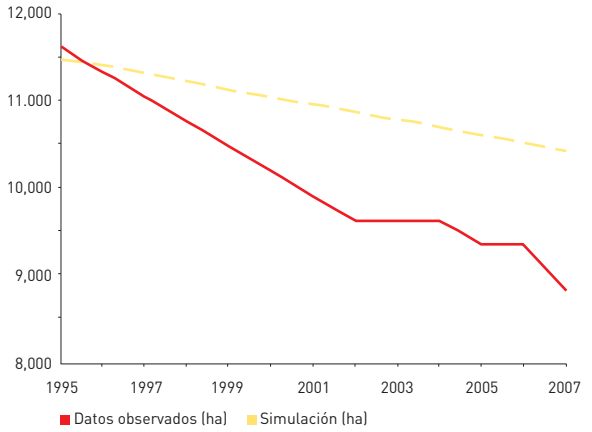
☐ **Figura 3.2.32.** Evolución previsible a largo plazo de la superficie de regadío tradicional de la Huerta de Murcia bajo un escenario tendencial (Escenario base) y un escenario de medidas tendentes a conservar el regadío tradicional (Conservación integrada).



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

¿Cuál ha sido la evolución real de la Huerta de Murcia entre 1995 y 2007? Se ha estimado la superficie de huerta tradicional existente entre 1995 y 2007 a través de fotografías aéreas e imágenes de satélite. Los resultados muestran que la huerta se ha perdido a una tasa incluso mayor de la prevista con el modelo de simulación bajo el escenario tendencial. En 2007, la Huerta de Murcia ocupaba unas 8.800 ha, un valor próximo al esperado para el año 2025 bajo el escenario tendencial, es decir, bajo el escenario que recoge las tendencias y procesos que habían operado en el periodo 1932-1995. En definitiva, la tasa de pérdida se ha acelerado enormemente, alcanzando 18 años antes la superficie esperada para el año 2025 (Figura 3.2.33).

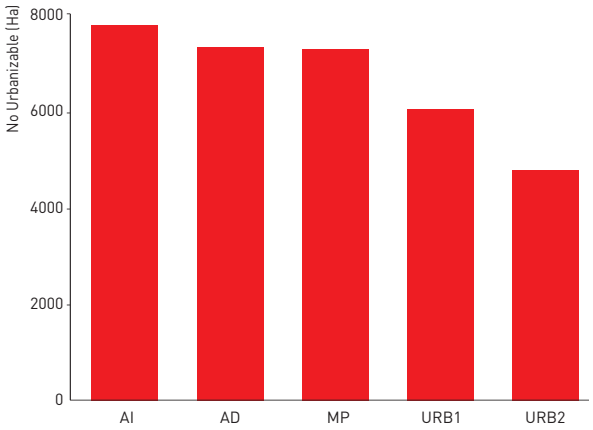
☐ **Figura 3.2.33.** Evolución de la superficie de regadío tradicional en la Huerta de Murcia entre 1995 y 2007. Valores esperados según el escenario tendencial y valores observados.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Los planes generales municipales de ordenación, en particular el del municipio de Murcia, no solo han resultado ineficaces para conservar el regadío tradicional, sino que han pasado en los últimos años del "dejar hacer" (que se correspondería con la tendencia histórica de pérdida de suelo hasta 1995), a promover de forma activa la transformación de la huerta para usos urbanos e infraestructuras. Este impulso activo para la transformación a suelo urbano se corresponde con un conjunto de actos administrativos en torno al Plan General Municipal de Ordenación de Murcia (Figura 3.2.34), que reduce en casi un 40% la superficie de huerta considerada como No Urbanizable (46).

☐ **Figura 3.2.34.** Evolución de la superficie de Suelo No Urbanizable de la Huerta de Murcia a lo largo de distintos actos administrativos relativos al Plan General de Ordenación Urbana de Murcia. AI: Aprobación Inicial del PGOU; AD: Aprobación Definitiva; MP: Modificaciones Puntuales; URB1: Adaptación del PGOU a la Ley del Suelo de la Región de Murcia. Reclasificación como Suelo Urbano (Agrupación Lineal); URB2: Adaptación del PGOU a la Ley del Suelo de la Región de Murcia. Reclasificación como Suelo Urbanizable.



Fuente: Elaboración Moreno Micol (2008) (46) y Martínez Fernández J.

Aunque la Huerta de Murcia está sometida a intensas transformaciones, hay que recordar que, junto a otras muchas funciones ambientales, las huertas tradicionales mantienen algunas especies de flora y fauna de interés, vinculadas a sistemas riparios y palustres, y además constituyen reservorios de diversidad genética ligada a cultivariedades, en algunos casos en peligro de extinción, razones por las que es necesario proteger estos valiosos agropaisajes de la intensa conversión a suelo urbano que actualmente sufren.

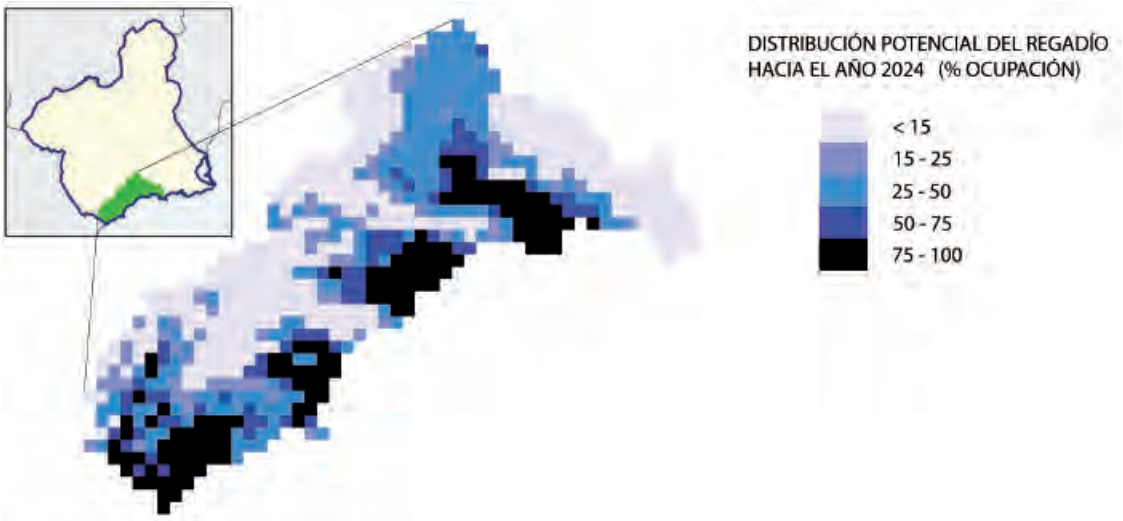
Finalmente hay que señalar que en la actualidad existen perspectivas de transformación a suelo urbano, a medio o largo plazo, en una parte considerable del territorio, transformación cuyas consecuencias directas e indirectas sobre la biodiversidad y sobre otros procesos ambientales dista mucho de estar cuantitativamente evaluada con herramientas apropiadas. Cabe señalar en este sentido, los desarrollos urbanos previstos en la zona costera y en el entorno de espacios protegidos como el Parque Regional de El Valle-Carrascoy. Algo parecido cabe decir de las transformaciones a infraestructuras como las autovías, carreteras desdobladas y espacios asociados, cuya longitud podría aumentar considerablemente según las previsiones de la administración central y autonómica, lo que indudablemente tendrá efectos adversos sobre la biodiversidad. Por ejemplo la autovía Lorca-Caravaca, en la Región de Murcia, atravesará la Comarca del Noroeste, la única que todavía mantiene la conectividad del paisaje y grandes manchas de vegetación natural y agroforestal las cuales, como se ha señalado en apartados anteriores, son esenciales para el mantenimiento de las poblaciones de grandes vertebrados.

b) Escenarios de incremento del regadío en Mazarrón y Águilas

Los estudios disponibles (28,29), han permitido simular el incremento previsible del regadío en Mazarrón y Águilas según un escenario tendencial y explorar su impacto potencial sobre dos especies de particular interés: la tortuga mora *(Testudo graeca)* y el Cornical *(Periploca angustifolia)*. Según el escenario tendencial, el regadío aumentaría en unas 6.500 ha en el arco litoral de Mazarrón y Águilas entre los años 2000 y 2024, hasta ocupar en torno al 82% de la superficie total ambientalmente disponible para regadío en dicho arco litoral (Mapa 3.2.16).



□ **Mapa 3.2.16.** Distribución potencial del regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas hacia el año 2024 bajo el escenario Tendencial. Se indica el porcentaje de la cuadrícula de 1 km² potencialmente ocupado por regadío.

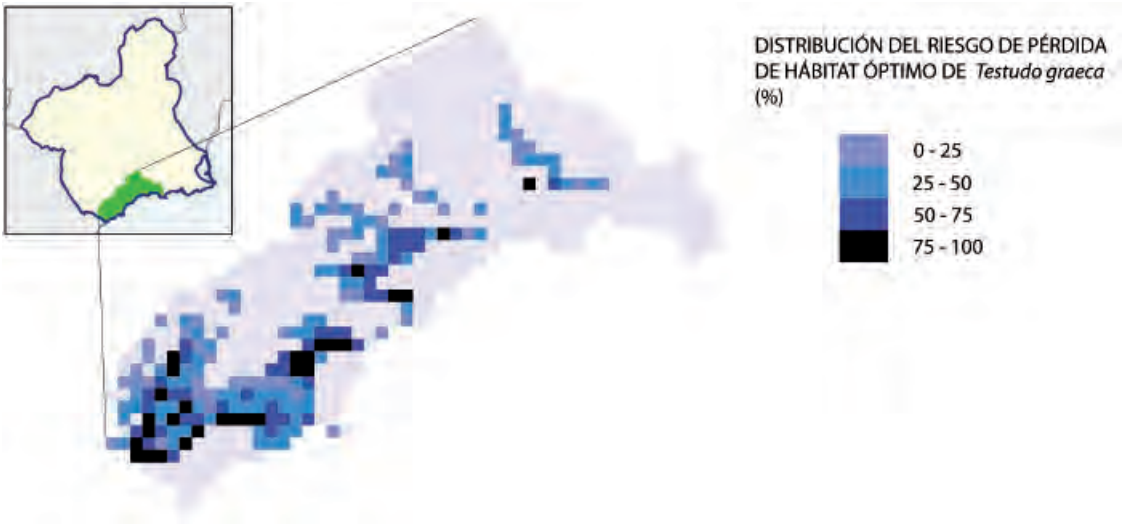


Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Según los modelos disponibles, alrededor del 40% de las zonas con alta susceptibilidad de ser transformadas a regadío constituyen hábitat óptimo de la Tortuga mora, por lo que cualquier escenario que implique un incremento del regadío afectará negativamente a la conservación de esta especie amenazada.

Se ha estimado la pérdida de hábitat potencial de Tortuga mora que se derivaría del incremento de regadío esperado bajo el escenario tendencial en el arco litoral de Mazarrón y Águilas. Para ello, se ha combinado la información relativa a la distribución espacial de la cantidad y calidad del hábitat de Tortuga mora con la aportada por lo modelos de simulación y el modelo espacial del regadío. Los resultados indican que, bajo el escenario tendencial, para el año 2024 la pérdida de hábitat optimo de *Testudo graeca* aumentaría en unas 2.400 ha, alcanzando un total del 26% de todo el hábitat optimo existente en la zona (Tabla 3.2.11). El Mapa 3.2.17 muestra la distribución espacial del riesgo de pérdida de hábitat óptimo de esta especie.

□ **Mapa 3.2.17.** Distribución espacial del riesgo de pérdida de hábitat óptimo de *Testudo graeca* bajo el escenario Tendencial.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

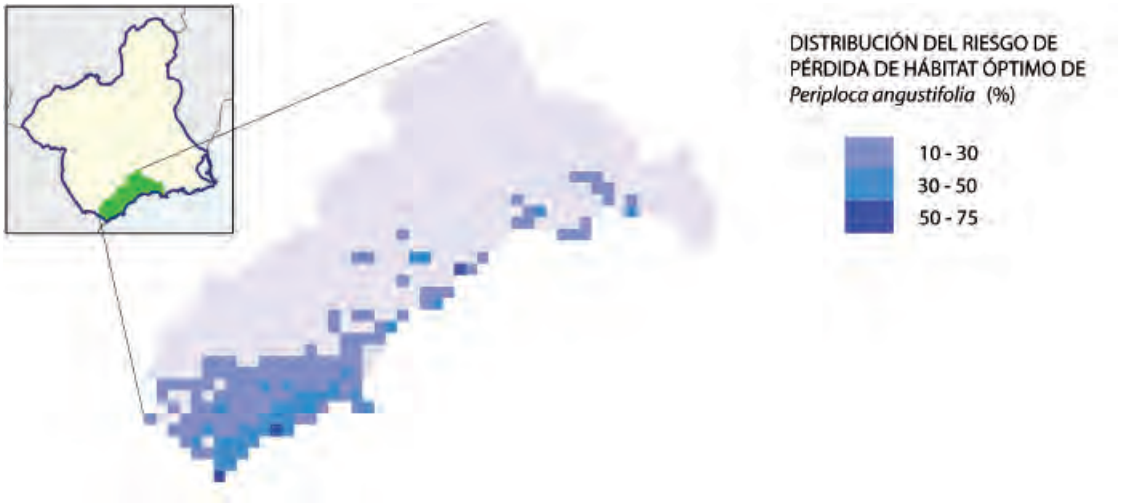
□ **Tabla 3.2.11.** Pérdida estimada de hábitat óptimo de *Testudo graeca* por incremento del regadío en el periodo 1999-2024 bajo el Escenario Tendencial.

Año	Regadío (ha)	Hábitat óptimo de *Testudo graeca* eliminado (ha)	Hábitat óptimo total perdido
1981	10.000	3.890	9,4%
1999	17.000	8.840	22%

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

Bajo el escenario tendencial cabría esperar también una importante eliminación adicional del hábitat de cornical, pérdida que pasaría de 3.250 a unas 4.800 ha (Mapa 3.2.18). Ello resulta preocupante dada la rareza de este valioso hábitat, cuya pérdida, si continúan las tendencias observadas, representaría casi el 40% del hábitat que existe en la zona, lo que represente mas del 12% del existente en toda la península Ibérica.

□ **Mapa 3.2.18.** Distribución espacial del riesgo de pérdida de hábitat de cornical *(Periploca angustifolia)* bajo el escenario Tendencial.



Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

3.2.3.6 Conclusiones

En definitiva, es fundamental gestionar el territorio desde su carácter finito, no reemplazable ni ampliable y desde su carácter de soporte de sistemas y procesos fundamentales, como la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de ecosistemas y espacios rurales con funcionalidad ambiental. Ello obliga a adoptar el principio de precaución en relación con los cambios de uso del suelo, a reducir todo lo posible la pérdida de superficies de vegetación natural pero también de secanos, espacios agroforestales y huertas tradicionales y a minimizar la transformación irreversible a usos terminales que implican el sellado del suelo, como los usos urbanos y las infraestructuras.

Igualmente, el principio de precaución debe llevar a un uso creciente de las herramientas que permiten la simulación de escenarios de cambios de uso y sus impactos directos e indirectos sobre la biodiversidad y otras funciones ambientales, como uno de los elementos a considerar con carácter previo a la toma de decisiones, las cuales deben ser conscientes de los costes ambientales y territoriales que tales decisiones trasladan a las generaciones futuras.

■ 3.2.4. CAMBIOS DE OCUPACIÓN DEL SUELO Y BIODIVERSIDAD: EL CASO DE LOS PARQUES EÓLICOS

En España, las energías renovables, particularmente la eólica, ha tenido un gran desarrollo, con las correspondientes implicaciones económicas (oportunidades de negocio), sociales (empleo) y ambientales (mitigación del cambio climático). España es el segundo país en Europa en cuanto a capacidad eólica. Actualmente, la potencia instalada es superior a los 19.000 MW, con un ritmo de crecimiento de 2.150 MW/año en el período 2005-2009 y es previsible que en 2020 alcance los 40 GW. Por CCAA, Castilla y León, Castilla-La Mancha, Galicia y Andalucía agrupan el 70% de la potencia nacional.

Las energías renovables son sin duda fundamentales para mitigar los efectos negativos que tiene el cambio climático pero, en muchos casos, los parques eólicos ocupan territorios valiosos por el interés de sus hábitat o la rareza de las especies que albergan (47,48). Comienzan así a generarse fricciones crecientes entre dos actividades que, como es el caso de la conservación de la biodiversidad y la producción de energías limpias, debieran trabajar coordinadamente en función de un objetivo común. No se trata por tanto de oponerse al desarrollo de la energía eólica sino de minimizar los costos ambientales mediante una implantación ordenada y sensata de la misma.

En España se ha llevado a cabo un estudio sobre el solapamiento geográfico de los parques eólicos y las distribuciones de los vertebrados voladores (aves y murciélagos) (48). Para ello, se evaluó el interés para la conservación de 5.443 cuadrículas UTM de 10 x 10 Km. de acuerdo con tres criterios: (a) Riqueza de especies, determinada a través del número de especies de aves y murciélagos presentes en cada cuadrícula; (b) los hotspots o puntos calientes, que son cuadrículas con un número de especies por encima de la mediana (18 especies para las aves y 9 para los murciélagos) del total de especies encontradas en las cuadrículas estudiadas; y (c) cuadrículas importantes por la presencia de aquellas especies incluidas en la Lista Roja de Especies amenazadas en España.

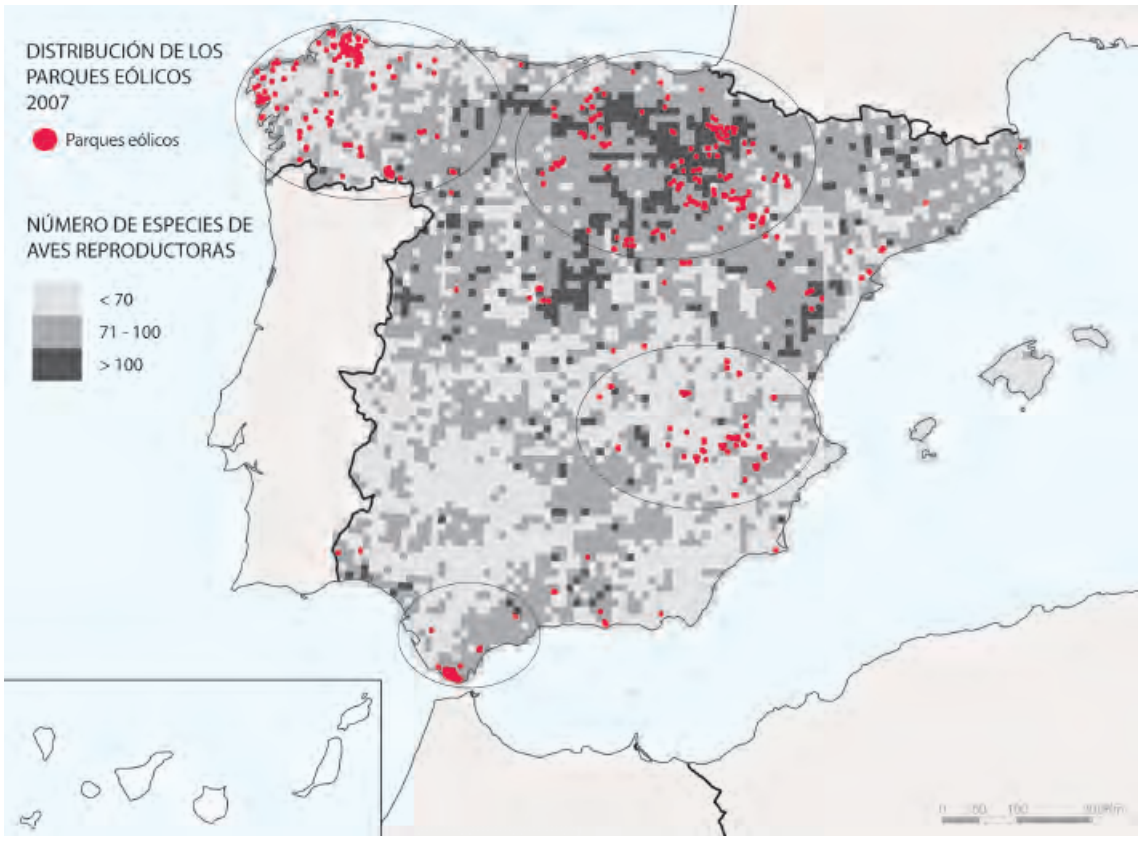
Se utilizaron dos aproximaciones complementarias para analizar el solapamiento de los parques eólicos con los lugares con presencia de aves y murciélagos: (a) Coincidencia espacial: La riqueza de especies en las cuadrículas ocupadas por los parques eólicos se comparó con la riqueza de las cuadrículas libres de estas infraestructuras. Esta aproximación se utilizó para comprobar si los parques estaban localizados en áreas de interés para la conservación de aves y murciélagos. Adicionalmente se hizo la comparación entre el número de parques eólicos situados en hotspots u ocupados por especies amenazadas y el número predicho por un muestreo aleatorio. En caso de no existir diferencias significativas, se deducía la existencia de una estrategia que evitaba el solapamiento, mientras que una selección positiva o negativa revelaría la invasión o la evitación por los parques eólicos de los lugares de interés para esas especies; (b) Proximidad geográfica: La proximidad de los parques eólicos a los lugares de reproducción de los vertebrados voladores puede ser dañina por la colisión con las turbinas. Además, la proximidad a los parques puede ser utilizada para evaluar el riesgo de expansión de estas infraestructuras a lugares importantes para las aves y los murciélagos situados en sus proximidades. Esta evaluación se realizó mediante el recuento del número de hotspots y de cuadrículas ocupadas por las especies amenazadas situadas dentro de áreas tampón (buffer) concéntricas delimitadas a diferentes distancias (5, 10, 20 y 30 km) de los parques eólicos.

La riqueza de especies de aves y murciélagos mostró una distribución similar, con los lugares más diversos en la mitad norte de España (Mapa 3.2.19). Se definieron cuatro zonas con mayor densidad de parques eólicos, las dos más grandes situadas en el norte de España. La zona centro y suroeste y las costas del Mediterráneo (incluyendo las Islas Baleares), están menos ocupadas por estas infraestructuras.

En cuanto a los resultados referentes al análisis de la coincidencia espacial, el número medio de especies de aves en cuadrículas ocupadas por parques eólicos resultó ser significativamente mayor que la detectada en las cuadrículas libres de estas infraestructuras. Esta diferencia también se observó en el caso de los murciélagos. Sin embargo, los hotspots de aves y murciélagos no estaban más ocupados por parques eólicos que las cuadrículas más pobres. En el caso de especies individuales, se encontraron más parques eólicos de los esperados por el muestreo aleatorio en el área de distribución de dos aves amenazadas *(Neophron percnopterus* y *Cyrcus pygargus)* y menos de los esperados en tres especies *(Ciconia nigra, Aquila adalberti* e *Hieraetus faciatus)*. Cuatro especies amenazadas de aves y nueve de murciélagos tuvieron un nivel de ocupación por parques eólicos similar al observado en el resto del territorio. El área de distribución de tres murciélagos amenazados *(Myotis capaccinii, Rhinolophus mehelyi* y *Myotis myotis)* estuvo menos ocupado por estas infraestructuras de lo esperado.



□ **Mapa 3.2.19.** Distribución de las grandes concentraciones de parques eólicos en España peninsular (los puntos rojos representan las parques eólicos en el año 2007) y del número de especies de aves reproductoras, un indicador de la riqueza del territorio por coincidir con los patrones de otros organismos. Llama la atención la concentración de eólicas en las áreas más diversas del sistema Ibérico septentrional y el riesgo de su expansión hacia la cordillera Cantábrica, el sistema Central y el sistema Ibérico meridional.



Fuente: Modificado de Tellería (2010) (49).

En relación con la proximidad geográfica, se encontró un número creciente de hotspots de aves y murciélagos en las áreas tampón concéntricas definidas alrededor de los parques eólicos. De hecho, el 44% de los hotspots de aves y el 54% de los hotspots de murciélagos estaban dentro del área tampón más amplia (30 km) alrededor de los parques eólicos.

El estudio concluye que los parques eólicos están agrupados en las áreas más ventosas de la península Ibérica y que, en varios casos, no se solapan con las áreas de mayor riqueza de aves y murciélagos. Sin embargo, hay una importante excepción en la cabecera del Ebro y el sistema Ibérico septentrional, donde una de las áreas más importantes de la industria eólica se solapa con uno de los sectores más ricos en vertebrados voladores (Mapa 3.2.19).

Una gran parte de las áreas ocupadas por murciélagos y aves está dentro de las áreas tampón alrededor de los parques eólicos. Es obvio que el área tampón más grande (30 km alrededor de los parques), es excesiva y no necesaria para prevenir los efectos dañinos de las turbinas en muchos vertebrados voladores pequeños, ya que las áreas residenciales de murciélagos y aves pequeñas cubren áreas poco extensas. Sin embargo, muchas aves grandes (como por ejemplo águilas, buitres, cigüeñas etc.), viajan cada días más de 30 km desde sus lugares de anidamiento en busca de alimento. Estos animales se encuentran con los parques eólicos y están sometidos a situaciones de riesgo en las que la colisión depende de su habilidad o su experiencia para esquivar las turbinas.

En cuanto al impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos, es comúnmente aceptado que los vertebrados voladores colisionan con las turbinas eólicas, pero no hay consenso acerca del número de individuos que mueren por turbina y año. Dicho número varía de acuerdo con la abundancia de vertebrados voladores, la localización de los parques y algunos aspectos relacionados con la disposición y la tipología de las turbinas. Algunas evaluaciones han calculado pérdidas medias de 2,3 aves (rango 0,6-7,7) y 3,4 murciélagos (0,1- 47,5) por turbina y año en USA (50), y pérdidas medias de 20,6 aves (n = 11 parques, rango 1,34-64) en Europa (51). En la agrupación de par-

ques del norte de España, estos números se encuentran en alrededor de 23,8 aves (rango 4-64, n=6 parques) por turbina y año (51). Consecuentemente, a pesar de la variabilidad de estas estimaciones, particularmente en el caso de los murciélagos, es posible suponer pérdidas de varios miles de aves y murciélagos por colisión con las turbinas en España cada año.

Sin embargo, restringir la preocupación por los efectos de los parques eólicos a lo que pudiera ocurrir con los animales que vuelan en sus inmediaciones no deja de ser, pese a su importancia, una simplificación de un problema mucho más amplio. Las plantas de producción de energía eólica son instalaciones industriales que pueden alterar considerablemente los lugares donde se ubican. El gran tamaño de los aerogeneradores (pueden sobrepasar los 100 m de altura), el trabajo de la maquinaria de mantenimiento y las pistas por las que discurre, las rozas por donde pasa el cableado subterráneo, los transformadores y tendidos aéreos, la contaminación por vertidos o limpieza de los aerogeneradores, los edificios de control y el trasiego de personas producen, por acumulación, la perturbación de los territorios afectados. El efecto negativo de todos estos aspectos sobre la conservación de la biodiversidad cuenta con una razonable base documental (Tabla 3.2.12).

□ **Tabla 3.2.12.** Algunos efectos ambientales potenciales de los parques eólicos.

Componente	Afección ambiental negativa	Referencias
Aerogeneradores y antenas	Mortalidad de animales voladores, impacto visual y sonoro sobre la fauna, efecto barrera, campos magnéticos...	Bevanger (1998) (52), Forman y Alexander (1998) (53), Ferrer y Janss (1999) (54), Rabin et al. (2003) (55), Everaert (2004) (51), Rosell et al. (2003) (56), Fernie y Reynolds (2005) (57), Drewiitt y Langstom (2006) (58), Janss y Ferrer (2007) (59)
Pistas, carreteras, rozas e instalaciones de apoyo	Alteración y reducción hábitat originarios, actividad humana y sus efectos, penetración de especies exóticas, contaminación por vertidos, sales y alquitranes, contaminación visual y sonora, erosión de taludes, alteración de cauces, atropellos, efecto barrera...	
Tendidos eléctricos	Alteración y reducción del hábitat, colisiones-electrocución de animales voladores, campos electromagnéticos, efecto de borde...	

Fuente: Elaboración Martínez Fernández J.

La ausencia de una evaluación ambiental estratégica a gran escala para prevenir el impacto de esta industria en expansión sobre la biodiversidad de España es un motivo de preocupación. Esta falta de estudios puede explicarse por la inercia resultante de la temprana aparición de esta industria en España (década de los ochenta), cuando el impacto ecológico de los parques eólicos no se conocía bien. También puede estar relacionada esta ausencia de evaluaciones con la gestión descentralizada de las licencias para la construcción de parques y el enfoque casi exclusivamente local de los impactos de estas infraestructuras. Afortunadamente, esto no ocurre en el caso de los parques eólicos marinos proyectados, cuyo impacto potencial en la biodiversidad de las costas y las aguas territoriales de España, responsabilidad del gobierno central, ha sido ya evaluada a escala estatal (60).

Esta laguna histórica en la evaluación del efecto potencial de los parques eólicos sobre la biodiversidad terrestre puede ser enmendada si España es capaz de gestionar apropiadamente la expansión de esta industria. Es importante establecer algunas directrices explícitas para prevenir o reducir la expansión de los parques eólicos en el rango de las especies más amenazadas. En este contexto, parece crucial restringir la ocupación de las áreas protegidas donde muchas de estas especies han encontrado refugio. En este sentido, debe destacarse el hecho de que la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental (Real Decreto Legislativo 1/2008, 11 de enero), no prohíbe la construcción de parques eólicos dentro de las áreas protegidas, un decisión que debe ser evaluada a través de evaluaciones "ad hoc" locales o regionales. Por tanto, y ante la prevista expansión y densificación de nuevas instalaciones, nuestro país debiera arbitrar mecanismos adicionales para mejorar los criterios de ubicación de la actividad eólica. Estos debieran inspirarse en el principio de precaución y desarrollarse de acuerdo con las recomendaciones de la UE en materia de evaluación ambiental.

■ 3.2.5. LOS MOSAICOS DEL PAISAJE, UN ENFOQUE PARA ANALIZAR LOS CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN RELACIÓN CON LA BIODIVERSIDAD

El paisaje de un territorio es resultado de la integración de su funcionamiento ecológico, económico y social a diferentes escalas espaciales y temporales. La consecuencia de ello es la organización espacial del territorio en manchas de diferentes usos y en las fronteras entre ellas. Ambos elementos del paisaje, manchas y fronteras, cambian con el tiempo como respuesta a los cambios en aquella integración. Los conjuntos de manchas y fronteras en los que se organiza el paisaje de un territorio son los mosaicos del paisaje (61). Los tipos, variedad y configuración espacial a diferentes escalas de los mosaicos, responden a los distintos modos de explotación de los recursos naturales (ganaderos, forestales, turísticos, etc.,

relacionados con mercados locales, internacionales, etc.) que se dan en un territorio, a la variabilidad ecológica de éste y a su historia socioeconómica.

El reconocimiento de la importancia socioeconómica del funcionamiento ecológico de los sistemas naturales ha cristalizado, entre otros, en los conceptos de capital natural y de bienes y servicios ecosistémicos, que ya se han incorporado en los planteamientos habituales de los gestores ambientales. La monitorización de los cambios del paisaje aporta datos sobre esos aspectos y su objetivo es combinar información desde los tres puntos de vista mencionados arriba. En la Unión Europea la monitorización se ha centrado en los cambios de los "stocks" de diferentes "ecosistemas" proveedores de esos bienes y servicios, asociados a los usos del suelo identificados en el programa CORINE Land Cover (62).

La información sobre el funcionamiento ecológico del territorio y su integración con el social y el económico, no queda, sin embargo, bien recogida si se examinan únicamente las superficies de los diferentes usos. En efecto, la configuración espacial de las manchas en que se realizan esos usos y la tipología y distribución espacial de las fronteras entre ellas, desempeña un papel crucial en dicho funcionamiento y en los bienes y servicios que provee un territorio. El "stock" ecológico de un territorio no se compone solamente de la tipología y número de diferentes manchas de distintos usos, los denominados "ecosistemas" en la monitorización citada que proporcionan diferentes bienes y servicios. Muchos de ellos y, sobre todo, sus posibilidades de mantenimiento o variación a lo largo del tiempo, de los cambios en el "stock", dependen de la configuración espacial de las manchas.

Esta organización espacial condiciona las características de los flujos y transferencias de materia, energía e información que constituyen el funcionamiento ecológico del territorio, es decir, los procesos (producción de biomasa, edafogénesis, regulación hídrica, etc.), que son, en definitiva, los que proporcionan los bienes y servicios ambientales. Paisajes con iguales "stocks" de "ecosistemas", pero con distinta disposición espacial de éstos, pueden responder a funcionalidades muy diferentes y, como consecuencia, presentar posibilidades de sostenibilidad muy distintas. La monitorización del paisaje debe incluir datos de ambos tipos: sobre los usos, que aportan información sobre los recursos que provee el territorio, y sobre su configuración espacial, que la aporta sobre su funcionalidad ecológica a corto, medio y largo plazo.

El concepto de mosaico resulta útil para integrar ambos tipos de información. Un mosaico es un conjunto de manchas de diferentes usos y de las fronteras entre ellas. Los mosaicos pueden diferir por su composición de usos o por su configuración espacial, recogida en su patrón de fronteras. Es decir, un mismo conjunto de usos puede conformar mosaicos diferentes si las manchas de aquéllos se organizan en diferentes patrones de fronteras. Los usos de los mosaicos pueden considerarse como el "stock" de diferentes "ecosistemas" proveedores de los distintos bienes y servicios del paisaje. Sus fronteras pueden considerarse como la "infraestructura" ecológica del territorio, el patrón de conexiones laterales responsable del funcionamiento ecológico subyacente a la producción de dichos bienes y servicios.

El estudio de los cambios de los mosaicos del paisaje aporta información que aúna la proporcionada por la monitorización de los cambios de usos y la relativa a la funcionalidad asociada al patrón de fronteras, integrando los aspectos ecológicos, económicos y sociales que configuran el paisaje y su dinámica.

3.2.5.1. Identificación de los mosaicos del paisaje

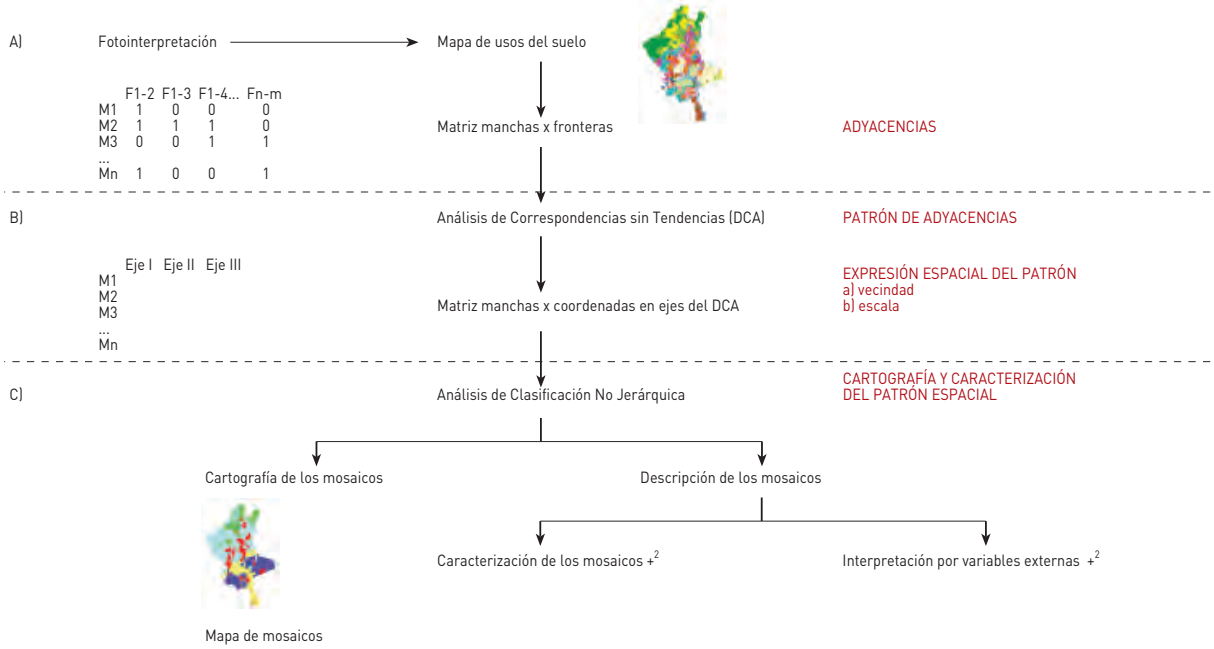
La idea de que el paisaje se organiza en mosaicos y de que estos deben ser la base de su estudio, no es nueva. Sin embargo, hasta muy recientemente no se han desarrollado técnicas que permitan el estudio de los mosaicos del paisaje y su aplicación práctica, como es el caso de la monitorización de los cambios en el paisaje.

Un mosaico es, como ya se ha dicho, un conjunto de manchas de diferentes usos, con una configuración espacial característica, de manera que esa configuración, y no solo su composición, permite distinguir diferentes mosaicos. Una manera de identificar mosaicos es identificar conjuntos de manchas que se diferencien por su patrón de fronteras. En efecto, si dos conjuntos de manchas tienen diferentes patrones de fronteras es que sus configuraciones espaciales son diferentes, independientemente de la composición de las manchas. Cada uno de esos conjuntos es un mosaico. La identificación de estos conjuntos es lo que se ha hecho para identificar los mosaicos de una zona de Somosierra cercana a Madrid.

Se trata de un área montañosa que, desde la década de los 50, ha registrado un importante despoblamiento, la construcción de embalses para abastecimiento y la realización de plantaciones forestales ("repoblaciones"). En comparación con otras zonas serranas, más próximas a Madrid, su desarrollo residencial y turístico ha sido menor (61).

Para identificar conjuntos de manchas con un patrón similar de fronteras se ha seguido el esquema de la Figura 3.2.35. La presencia o ausencia de las fronteras de cada mancha se ha obtenido a partir de mapas de usos del suelo (Tabla 3.2.13), previamente elaborados por el equipo de trabajo (61). Estos mapas corresponden a los años 1946, 1956, 1972, 1980, 1991 y 1999. En cada año se identificaron todas las manchas y se registró la frecuencia de sus fronteras con las manchas colindantes. Se confeccionó una matriz de manchas x fronteras x año estudiado.

Figura 3.2.35. Esquema metodológico seguido para la identificación de los mosaicos.



Fuente: Elaboración De Pablo CL; Martín de Agar P y Roldán MJ.

Tabla 3.2.13. Usos Identificados en los mapas. Se han agrupado de acuerdo con el tipo de recursos que explotan.

Recurso empleado	Código	Código	Descripción del uso del suelo
FORESTAL	BOSQUE (BOSQ)	FFC	Formaciones arbóreas de especies frondosas caducifolias, principalmente robledales de *Quercus pyrenaica*
		ENC	Formaciones arbóreas de especies esclerófilas, principalmente encinares de *Quercus ilex*
	PLANTACIÓN DE PINO (PINR)	PPS	Plantaciones de *Pinus sylvestris*
		PPP	Plantaciones de *Pinus pinaster*
	MATORRAL (MATRR)	MAT	Matorral en cotas comprendidas entre los 800 y los 1.400m con jara estepa *(Cistus ladanifer)* cantueso *(Lavandula stoechas)*, tomillos *(Thymus sp.)* y retama *(Retama sphaerocarpa)*
		PIO	Matorral en cotas superiores a 1.400msnm, principalmente con piorno *(Cytisus oromediterraneus)*
AGRÍCOLA	CULTIVOS (CULTV)	CTV	Cultivos de secano (cereales y viñedo; incluso olivos)
		CST	Cultivos de secano y meadows con setos
GANADERO	PASTOS (PAST)	PAS	Pastos, generalmente próximos a los núcleos de población
	DEHESAS (DEHE)	DHE	Encinares adehesados
		DHF	Robledales adehesados inlcuso formaciones de Fraxinus excelsior adehesadas
ABANDONO	USOS ABANDONADOS (ABDO)	PAB	Pastos abandonados
		PMA	Pastos abandonados con desarrollo de matorral
ASENTAMIENTOS	URBANO (URBN)	URB	Urbanizaciones de segunda residencia
		NRU	Núcleos rurales
	EMBALSES (RSVR)	EMB	Embalses

Fuente: De Pablo CL; Martín de Agar P y Roldán MJ.

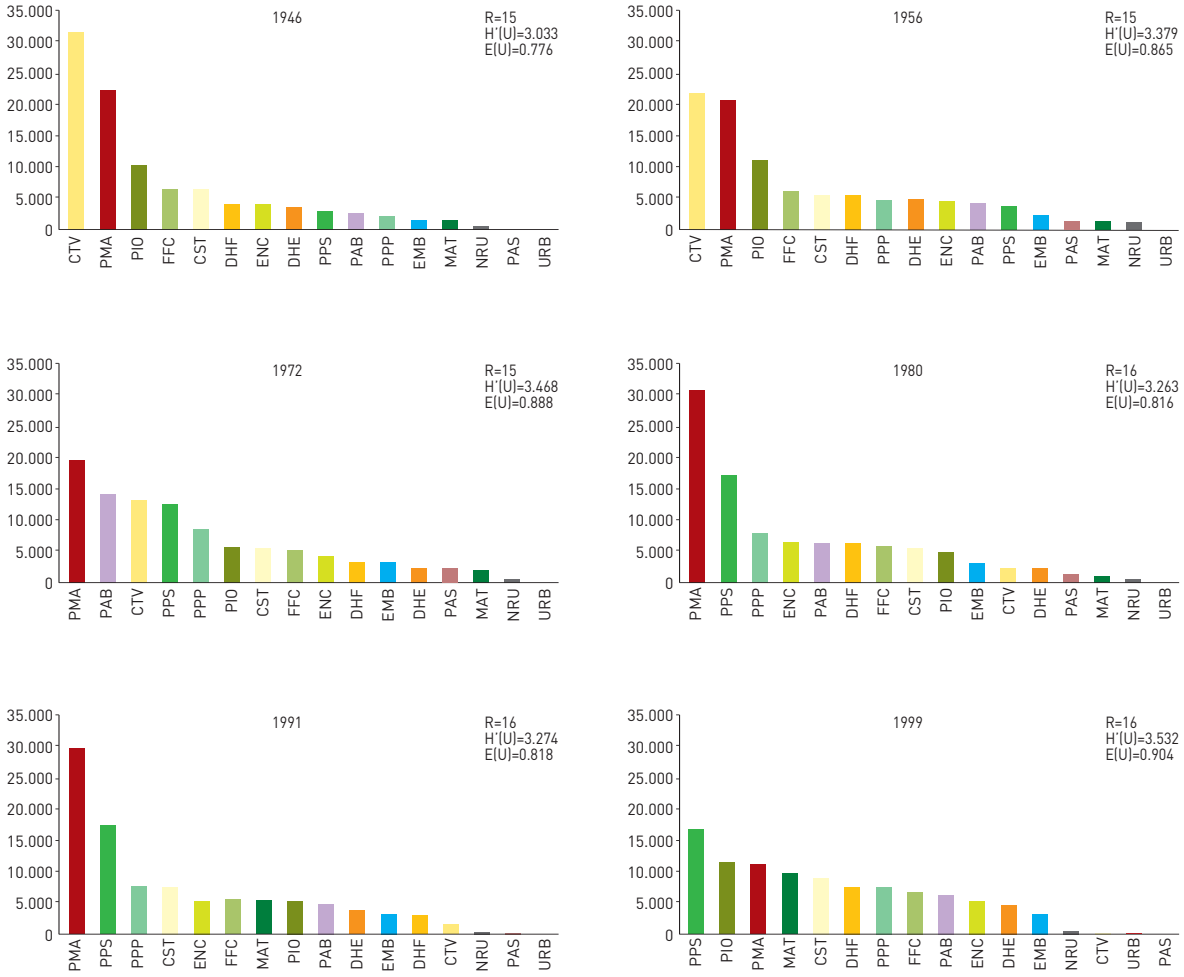
Estas matrices fueron sometidas a una técnica numérica de ordenación multivariante (DECORANA) que permite identificar manchas con perfiles similares de fronteras. Manchas con coordenadas parecidas en los ejes de la ordenación forman parte del mismo mosaico. Para identificar sin ambigüedad estos conjuntos las manchas fueron agrupadas, mediante técnicas de "clustering", según sus coordenadas en dichos ejes. Estos grupos se diferencian por sus perfiles de fronteras, de manera que cada mosaico queda definido como un grupo de manchas con un perfil de fronteras característico, diferente del de los demás grupos identificados. Cada uno de estos grupos de manchas es un mosaico y puede ser fácilmente cartografiado (61,63).

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos estudiando los cambios de usos, fronteras y mosaicos y la información que puede obtenerse a partir del estudio de esos tres elementos, que pueden ser utilizados como indicadores para la monitorización de los cambios en el paisaje.

3.2.5.2. Cambios en los usos

La Figura 3.2.36 muestra el número y perfil de frecuencias de los usos en cada año. Este número apenas varía: se observa la aparición de uno (urbanizaciones) y la desaparición de otro (cultivos). A juzgar por estos perfiles, el paisaje del territorio ha mantenido, con variaciones, su carácter agrario. Antes de 1972 los usos más abundantes eran cultivos, pastos con matorral y matorral de altura-piornales. A partir de esa fecha los son los pastos con matorral y los pinares, coincidiendo con la disminución de los cultivos. 1972 es un año de transición, la desaparición de unos usos y el aumento de otros hace que las superficies relacionadas con la disminución de la intensidad de las actividades agropecuarias (abandono) sean las mayores observadas.

☐ **Figura 3.2.36.** Frecuencias relativas de los usos de cada año. Los códigos y colores son los mismos que los de la Tabla 3.2.13.



Fuente: Elaboración De Pablo CL; Martín de Agar P y Roldán MJ.

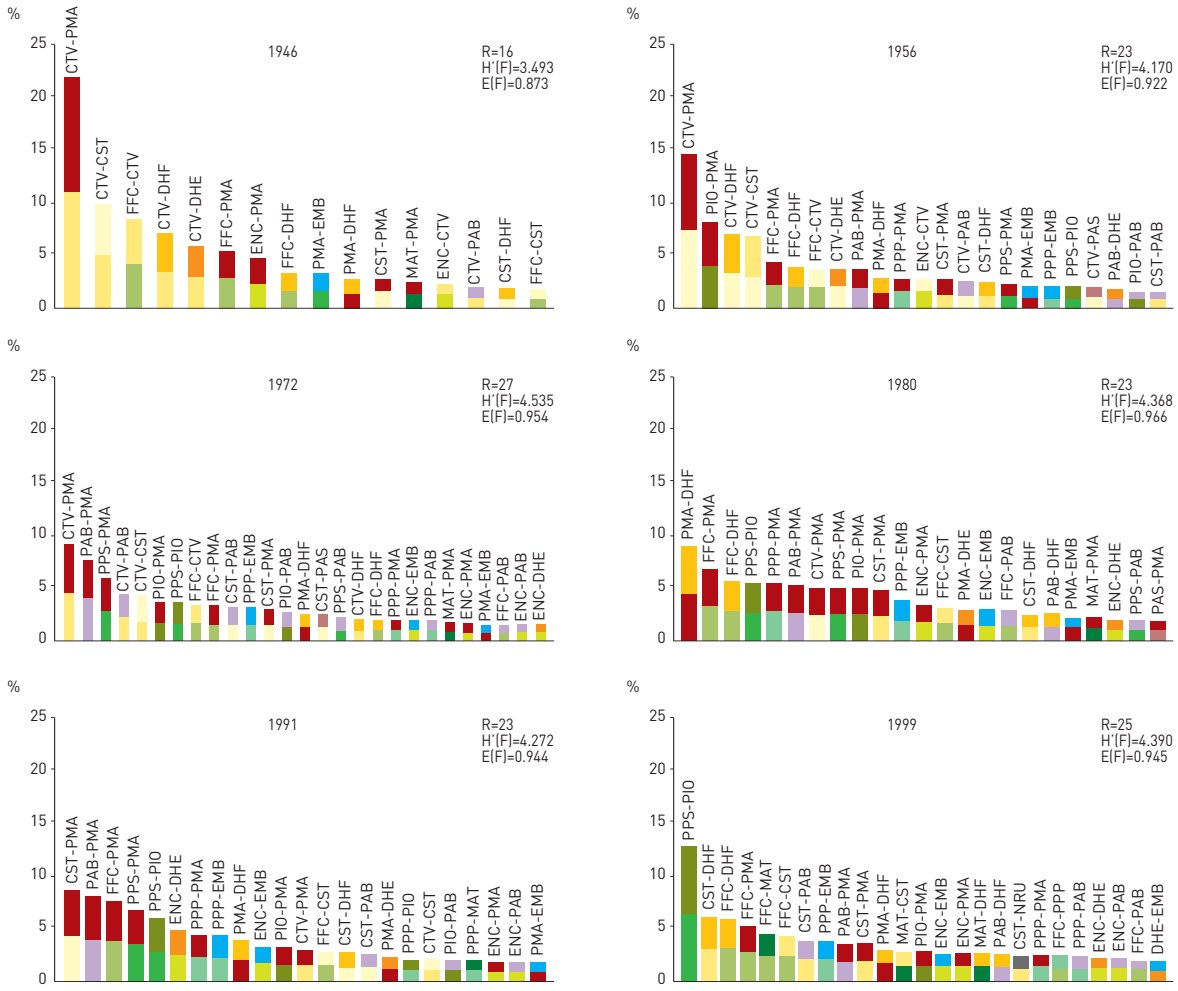
Los resultados muestran que el paisaje agrario antiguo, basado en cultivos y pastos, es decir más agrícola y ganadero, ha cambiado, desde 1972, a otro de carácter más forestal y también ganadero, pero con menor intensidad de aprovechamiento, como indican que el uso que ocupa más superficie, hasta 1999, sean los pastos con matorral. Los usos ganaderos extensivos tradicionales, identificados en las dehesas varían poco sus superficies. En 1999 parece acentuarse esta tendencia a la disminución de intensidad de las actividades ganaderas, como indica la disminución de las superficies dedicadas a pastos con matorral y el aumento de las ocupadas por matorral de altura y piornales y matorrales acidófilos.

Los años 1972 y 1999 muestran la mayor equitatividad en el aprovechamiento de los recursos proporcionados por el territorio; como indica la mayor "horizontalidad" de sus perfiles de frecuencias. Esta mayor variedad en el aprovechamiento de la oferta ambiental se basa en un reparto más equitativo de las superficies dedicadas al aprovechamiento de un mismo conjunto de recursos, dado que el número de usos apenas registra variación.

3.2.5.3. Cambios en las fronteras

La Figura 3.2.37 muestra el número y la frecuencia de las fronteras en los años estudiados. En 1946 se registra el menor número de fronteras. Esto, junto la existencia de una frontera claramente más abundante que todas las demás, condiciona el paisaje con menor diversidad de fronteras del periodo estudiado. Esa frontera predominante, y las cuatro siguientes más abundantes, son con manchas de usos agrícolas. Estas fronteras condicionan unos flujos de materia y energía rápidos, resultado de las necesidades de extracción anual de biomasa propia de una explotación agrícola intensa.

☐ **Figura 3.2.37.** Perfiles de frecuencias relativas de las fronteras en cada año estudiado. Los códigos y colores son los mismos que los de la Tabla 3.2.13.



Fuente: Elaboración De Pablo CL; Martín de Agar P y Roldán MJ.

En 1956 aumenta el número de fronteras diferentes, asociado al incremento de manchas de usos relacionados con el abandono-disminución de intensidad de las actividades agrícolas de los cincuenta y la disminución de fronteras con cultivos. Desde 1972 el abandono o disminución de estas actividades agrícolas y ganaderas, propias de los años cincuenta, se hace más patente y se incrementan las fronteras con plantaciones de pinos. En 1980 y 1991 este proceso de abandono se hace más frecuente, como indica la transformación de pastos a matorral. La forma más "aplanada" del perfil de frecuencias en esos años indica una distribución más equitativa de las frecuencias de las fronteras. Desde el punto de vista del paisaje estos cambios pueden ser interpretados como una reorganización espacial de las manchas que conduce a esa mayor equitatividad. El aumento de fronteras con usos forestales puede interpretarse como una ralentización de los flujos de materia y energía en el paisaje.

En 1999 las fronteras generadas por la predominancia de los usos forestales (pinares, matorral de altura-piornales, matorrales) y, en menor medida, las que se registran con dehesas (ganadería extensiva) presentan las frecuencias más altas. Los flujos de materia y energía en el paisaje han pasado de estar condicionados por interacciones en las que participan usos agrícolas, de muy alta tasa de renovación y escasas posibilidades de ralentización, puesto que su biomasa debe ser extraída rápidamente, a estarlo por interacciones entre usos forestales y ganaderos extensivos, de menor tasa de renovación y mayores posibilidades de ralentización de esos flujos (64). Estas posibilidades no dependen sólo de las superficies ocupadas por los diferentes usos, sino de la tipología de interacciones entre ellos, recogida en las frecuencias de sus fronteras.

Paisajes con esos diferentes conjuntos de interacciones predominantes tienen características de sostenibilidad diferentes. Aquellos en que predominan interacciones que aceleran los flujos requieren de un mayor esfuerzo de control por la sociedad. En los que, por el contrario, predominan interacciones que los ralentizan, ese esfuerzo de control es menor, ya que una parte de él recae sobre la "infraestructura ecológica" del paisaje, observable en su conjunto de fronteras. Este tipo de información es el que añade la monitorización de las fronteras a la proporcionada por los usos.

3.2.5.4. Cambios en los mosaicos

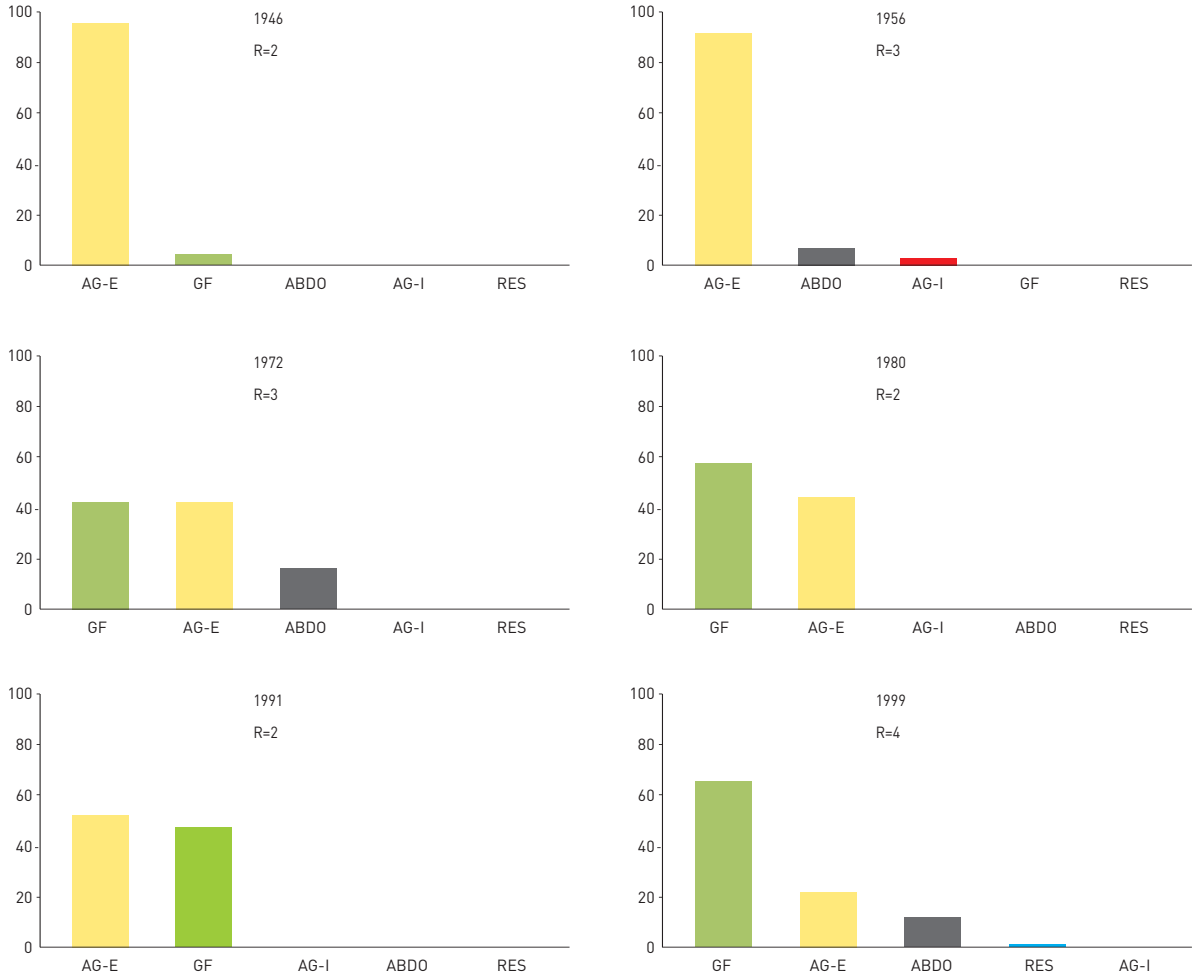
Se identificaron cinco tipos de mosaicos, a pesar de que su caracterización se basa en sus patrones de fronteras, su denominación se ha hecho aludiendo al tipo de explotación de recursos que representan. Estos tipos, que sintetizan las maneras de explotación de los recursos naturales del territorio, combinando los usos y las fronteras, son:

1. Agropecuario intensivo (AG-I) , asociado a la presencia de fronteras con pastos de siega y otros usos agrícolas y ganaderos.
2. Agropecuario extensivo (AG-E), en el que predominan fronteras entre dehesas y los otros uso agrícolas y ganaderos.
3. Ganadero y forestal (GF), con fronteras entre bosques, matorrales y plantaciones de pino en contacto también con dehesas y embalses.
4. Abandono de los usos agrícolas y ganaderos (ABDO), en el que predominan fronteras entre manchas en los que se han abandonado esos usos y aquéllas en las que se mantienen los demás usos agrarios.
5. Residencial (RES), caracterizado por las fronteras con manchas de usos residenciales.

En la Figura 3.2.38 se muestran el número y los perfiles de frecuencias de esos mosaicos en los años estudiados. En 1946 y 1956 el paisaje está dominado por el mosaico Agropecuario extensivo (AG-E), que ocupa más del 90% del territorio. En 1956 aparecen dos mosaicos nuevos: uno correspondiente al abandono de usos ganaderos y agrícolas (ABDO) y otro que se corresponde con actividades agropecuarias más intensivas (AG-I). Este último solo se observa en 1956, probablemente relacionado con la necesidad de producción para autoconsumo relacionada con las décadas de posguerra (40 y 50) en esta zona. A finales de los 50 otros tipos de explotación resultaron ya más rentables y en muchas de estas superficies disminuyó la intensidad de su aprovechamiento dando lugar a pastos y pastos con matorral. Como consecuencia, la frecuencia de fronteras con prados de siega y otros cultivos disminuye y el mosaico desaparece.



☐ **Figura 3.2.38.** Perfiles de frecuencias relativa de los mosaicos identificados en cada año estudiado. Los códigos se pueden ver en el texto principal.



Fuente: Elaboración De Pablo CL; Martín de Agar P y Roldán MJ.

Hasta 1956 los usos forestales eran poco frecuentes. Desde ese año el continuo descenso de cultivos y el aumento de superficies dedicadas a pinar ha conducido a un cambio notable en la explotación del territorio. El mosaico AG-E, predominante hasta 1956, disminuyó en más del 50% y los mosaicos GF y ABDO aumentaron, principalmente debido al aumento de plantaciones de P. sylvestris y a la continua disminución de intensidad de las actividades agropecuarias de décadas anteriores. Como resultado de estos cambios, en 1972 el paisaje se hace el más diverso desde el punto de vista de los mosaicos, sobre todo por su equitatividad.

En 1980 y 1991 los mosaicos predominantes, GF y AG-E, se conservan pero el denominado ABDO desaparece. La razón de ello es que la superficie ocupada por usos relacionados con la disminución de intensidad de las actividades agropecuarias continúa aumentando y, en consecuencia, presentan fronteras indiscriminadamente con casi todos los demás usos, lo que hace que ya no se identifique este patrón de explotación.

En 1999 la práctica desaparición de los cultivos conduce a una drástica disminución del mosaico AG-E. Por el contrario, se registra un aumento del mosaico GF debi-

do al aumento de matorrales y piornales-matorral de altura. El mosaico ABDO también aumenta. La disminución de la fragmentación de las manchas de pastos con matorral conduce a un aumento en la frecuencia de fronteras de estos usos, o que condiciona el aumento de superficie de este mosaico. Por último, aparece una nueva modalidad de aprovechamiento del territorio, correspondiente al mosaico Residencial (RES).

Observando los perfiles de frecuencias de los mosaicos se puede concluir que el patrón de aprovechamiento agrario, propio de los años 40-50, ha cedido parte de su superficie a otro ganadero-forestal, coexistiendo ambos desde finales de los 50. A pesar de la disminución de la intensidad de la explotación agropecuaria, el mosaico de Abandono, no aparece nunca como dominante en el período estudiado y muchos años ni siquiera es posible identificarlo. En el último año estudiado parece detectarse un cambio importante desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos del territorio: el patrón forestal adquiere dominancia, disminuye apreciablemente la superficie ocupada por el patrón agrario y aparece un patrón nuevo, correspondiente al aprovechamiento residencial.

3.2.5.5. Conclusiones

La monitorización de los cambios del paisaje puede ser realizada con diferentes indicadores que proporcionan distinta información complementaria sobre las características de sostenibilidad del territorio. Un mismo uso del suelo puede tener diferente importancia en el paisaje dependiendo de las fronteras y mosaicos en los que participa. Lo mismo puede afirmarse de las fronteras, cuya funcionalidad ecológica es modulada por el tipo de mosaico en el que está incluida. En el caso estudiado, los usos relacionados con la disminución de intensidad de las actividades agropecuarias son un ejemplo de lo primero. A pesar de su continuo aumento y siendo los usos que más superficie ocupan en muchos de los años estudiados, sólo en alguno de ellos se puede identificar un patrón de Abandono, que nunca es el que ocupa más superficie. El papel ecológico de estos usos, y de las fronteras en que participan sus manchas, queda modulado por los distintos mosaicos de los que forman parte. Un ejemplo de lo segundo es el de las urbanizaciones, a pesar de la relativamente pequeña superficie que ocupan sus manchas, en 1999 permiten definir un mosaico que constituye una nueva manera de aprovechar la oferta ambiental de ese territorio.

Desde el punto de vista del diagnóstico de los efectos ecológicos de los cambios del paisaje, la información proporcionada por los usos se ve enriquecida por la suministrada por las fronteras y los mosaicos en los que se organizan. Esto hace que la evaluación ecológica de dichos cambios se pueda realizar en términos de procesos ecológicos (producción, acumulación de biomasa, circulación de agua y nutrientes, edafogénesis, etc.) responsables del mantenimiento del paisaje y del uso sostenible de sus recursos a medio y largo plazo.

Estudiando las relaciones entre cambios de uso y de fronteras se puede evaluar cómo y en qué medida los cambios en el aprovechamiento de determinados recursos, por medio de un conjunto de usos, influyen en el funcionamiento ecológico del territorio, observable en el cambio de fronteras. Los mosaicos, que integran ambos tipos de información, son el elemento que mejor caracteriza el paisaje de cada año. La consideración de los tres tipos de datos permite optimizar la información buscada por la monitorización de los cambios de paisaje: la explotación de los recursos se basa en los usos, y su efecto sobre el funcionamiento ecológico y la sostenibilidad del territorio puede ser detectado por sus fronteras y mosaicos.



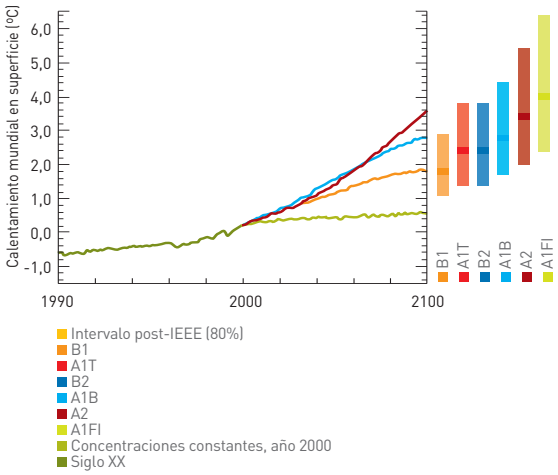
3.3. Efecto del cambio climático

■ 3.3.1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno que está teniendo lugar en la actualidad y representa una de las amenazas ambientales, sociales y económicas más importantes a las que se enfrenta el planeta. La temperatura media de la Tierra ha aumentado 0,76ºC desde 1850 y la mayor parte del calentamiento que ha tenido lugar en los últimos 50 años ha sido muy probablemente debido a actividades humanas, entre las que destacan la utilización de combustibles fósiles, la agricultura, los cambios de ocupación del suelo y la deforestación. De los doce últimos años (1995-2006), once figuran entre los doce más cálidos en los registros instrumentales de la temperatura de la superficie mundial (desde 1850).

En su Cuarto Informe de Evaluación, publicado en 2007, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) proyectaba que, sin acciones adicionales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la temperatura media del aire en superficie a nivel global aumentaría entre 1,8 y 4ºC en este siglo y 6,4ºC en el peor de los escenarios posibles (Figura 3.3.1).

□ **Figura 3.3.1.** Proyección de las temperaturas en superficie para distintos escenarios climáticos y de emisiones de GEI.



Fuente: IPCC (2007) (1).

El calentamiento global tendrá, probablemente, serias consecuencias para la humanidad y para las demás formas de vida del planeta, incluyendo un aumento del nivel del mar de entre 18 y 59 cm, lo que pondrá en peligro las zonas costeras y las islas pequeñas y una mayor frecuencia y severidad de fenómenos climáticos extremos. Estudios recientes, como el Informe Stern (2), confirman los costes enormes de la falta de intervención. Estos costes son económicos, pero también sociales y medioambientales. Si la temperatura media global aumenta más de 2ºC, se acentuará la escasez de alimentos y agua, así como los fenómenos meteorológicos graves, incrementándose considerablemente a su vez las amenazas para gran parte de los ecosistemas del planeta. De mantenerse las tendencias actuales de emisiones, es posible que el umbral de los 2°C se traspase ya en el año 2050. Incluso manteniendo este aumento por debajo de los 2°C, serán necesarios considerables esfuerzos de mitigación y adaptación.

El IPCC publicó su Cuarto Informe de Evaluación (AR4) en 2007. Dado que el IPCC considera únicamente información publicada en revistas científicas para sus evaluaciones, el AR4 no contiene investigaciones posteriores a julio de 2006. En los años que han pasado desde entonces, se ha publicado un número significativo de trabajos científicos, muchos de los cuales son relevantes para las decisiones políticas que se tomen antes del siguiente Informe de Evaluación del IPCC, que se publicará en 2014. Entre los descubrimientos más importantes que han tenido lugar desde 2006 hasta la actualidad cabe destacar los siguientes:

1. La relación entre las emisiones de combustibles fósiles y muchos aspectos del cambio climático es cada vez más clara. El AR4 concluyó que las emisiones de gases de efecto invernadero debidas a la actividad humana son responsables de la mayor parte del aumento de la temperatura media global con una certeza superior al 90%. Numerosas investigaciones recientes relacionan explícitamente otros aspectos del cambio climático con las actividades humanas:

- El cambio climático inducido por el hombre está actualmente afectando a múltiples sistemas, tanto físicos como biológicos (3).

- Los cambios en las temperaturas polares, tanto en el Ártico como en el Antártico, han sido atribuidos de forma concluyente a la actividad humana, con impactos sobre los ecosistemas, las comunidades indígenas, la capa de hielo y el nivel del mar (4).

- Las tendencias en la precipitación global han sido relacionadas con el calentamiento global. Observaciones específicas, incluyendo una mayor precipitación en las latitudes medias del Hemisferio Norte, una menor precipitación en el trópico y el subtrópico del Hemisferio Norte, y una mayor humedad en el trópico del Hemisferio Sur, presentan valores superiores a las predicciones de los modelos y puede que ya estén, en la actualidad, impactando los ecosistemas, la agricultura, y la salud humana en ciertas regiones (5).

- Los satélites muestran un aumento del contenido total de humedad atmosférica sobre los océanos desde 1998, y este aumento ha sido atribuido a las emisiones antropogénicas de los gases de efecto invernadero (6).

- En las regiones donde se forman los huracanes en los océanos Atlántico y Pacífico, se ha demostrado que hay una probabilidad significativa, del 84%, de que las actividades humanas sean responsables de la mayor parte del aumento observado en la temperatura de la superficie del mar, que contribuye a que los huracanes sean más intensos (7).

2. La acidificación de los océanos amenaza severamente los ecosistemas marinos y la pesca. Los océanos absorben gran parte del CO_2 que emiten los humanos, y a medida que el gas se disuelve en los océanos, forma ácido carbónico, aumentando la acidez del agua del mar. En octubre de 2008, un panel de 155 científicos declaró que la acidificación del océano amenaza a los arrecifes de coral, los moluscos y los ecosistemas marinos en general. Dado que muchas pesquerías dependen de los corales y los moluscos, la acidificación de los océanos es una amenaza directa a la seguridad alimentaria, además de amenazar a la biodiversidad, el turismo y la protección de las costas (8).

3. Un mejor conocimiento del comportamiento de las grandes placas de hielo, combinado con observaciones de un derretimiento rápido, han aumentado las proyecciones de elevación del nivel del mar a nivel global para el siglo XXI. Las nuevas estimaciones del aumento global del nivel del mar para 2100 son significativamente mayores que las del AR4.

4. El derretimiento de la superficie de la capa de hielo de Groenlandia se está acelerando. Observaciones de satélite indican que 2007 fue un año record en el derretimiento de la superficie de Groenlandia -60% más que en el record anterior, 1998 - (9,10). El derretimiento a lo largo de los bordes de la capa de hielo ha excedido la precipitación anual en forma de nieve en las regiones del interior (11), lo que significa que la capa de hielo de Groenlandia está perdiendo masa y contribuyendo al aumento del nivel del mar. La tasa de derretimiento de hielo en Groenlandia desde 1990 y el aumento significativo de la temperatura de verano han sido relacionadas directamente con el calentamiento global (12).

5. Las capas antárticas de hielo están colapsando más rápidamente de lo esperado. Cuando las capas de hielo colapsan, los glaciares que se encuentran detrás comienzan a fluir en el océano más rápido, acelerando el aumento del nivel del mar.

6. Análisis mejorados sugieren que la Antártida se está calentando. Un estudio reciente indica que La Antártida Oeste se ha calentado a la misma tasa que el resto del globo durante los últimos 50 años y que la Antártida Este (y el continente en su conjunto), también se ha calentado ligeramente (13).

7. La capa de hielo del Ártico se está derritiendo más rápido de lo proyectado. Estudios recientes indican que el Ártico estará probablemente libre de hielo durante el verano entre 2030 y 2080, mucho antes de lo previsto anteriormente (14,15). La extensión de la capa de hielo del Ártico en verano ha disminuido un 34% desde 1979, alcanzando un nuevo record de mínimos en 2007. La extensión de dicha capa en el verano de 2008 fue la segunda más baja.

Los modelos difieren en sus proyecciones pero, como media, subestiman tres veces la tasa de pérdida de hielo marino que ha sido observada en las tres décadas pasadas (16). Un Ártico libre de hielo aceleraría el calentamiento global, dado que el hielo es altamente reflectante, mientras que el agua absorbe la mayor parte de la luz solar.

8. El permafrost se está derritiendo más rápido de lo que se pensaba previamente. La mayor parte de los terrenos Árticos se asientan sobre suelos permanentemente congelados (permafrost), que contienen grandes cantidades de carbono (significativamente más de lo que contienen actualmente la atmósfera de la Tierra). Si estos suelos se derriten, liberarán grandes cantidades de carbono en la atmósfera en forma de CO_2 y CH_4, los dos gases de efecto invernadero más importantes. El AR4 puso de manifiesto que las temperaturas del permafrost habían aumentado en muchas zonas, pero las nuevas investigaciones sugieren que el permafrost puede estar derritiéndose a una tasa mayor.

9. Los impactos del cambio climático pueden persistir por más de 1000 años, incluso si las emisiones de CO_2 inducidas por el ser humano desaparecieran por completo. Nuevos estudios han concluido que las mayores temperaturas y los cambios en las precipitaciones causados por las emisiones de CO_2 provenientes de la actividad humana son irreversibles. No se espera que las temperaturas atmosféricas disminuyan por muchos siglos o milenios (17,18,19). Además de aumentos a largo plazo de la temperatura, los modelos climáticos

sugieren que un pico de los niveles de CO_2 de entre 450 y 600 ppm producirá reducciones irreversibles de la precipitación en muchas partes del mundo.

10. La ausencia de mitigación de las emisiones de CO_2 probablemente generará un calentamiento mayor que el estimado previamente. Observaciones recientes revelan que las emisiones de CO_2 procedentes de las actividades humanas han aumentado más rápidamente durante la pasada década respecto a lo esperado por el IPCC.

■ 3.3.2. EL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS ECOSISTEMAS Y LAS ESPECIES

Las observaciones de todos los continentes y océanos muestran que muchos ecosistemas naturales están respondiendo a los cambios climáticos regionales, especialmente a los aumentos de temperatura (1). El cambio climático afecta directamente a las funciones de los organismos individuales (por ejemplo, el crecimiento y el comportamiento), modifica poblaciones (en, por ejemplo, el tamaño y la 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 a la distribución de los ecosistemas dentro de los paisajes. Las respuestas incluyen cambios en la distribución de las especies hacia el norte y hacia altitudes más elevadas, cambios fenológicos (como el adelanto del brote de las yemas, la floración y la fructificación o en la migración) y una elongación de la estación de crecimiento, cambios en la abundancia de las especies y en la composición de las comunidades, así como cambios en la fisiología, la reproducción y la productividad. Todas estas evidencias ponen de manifiesto que algunas especies están ya adaptándose al cambio climático actual, pero muchas otras pueden volverse vulnerables si se excede su capacidad adaptativa, ya sea como consecuencia del cambio climático o a través de una combinación de este y otras perturbaciones asociadas u otros factores de cambio global. En este caso, la intervención del hombre, a través de estrategias de adaptación, será necesaria para reducir la pérdida de especies.

Existen varios informes recientes sobre los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad a nivel europeo, que contienen recomendaciones para el desarrollo de estrategias de adaptación (20,21,22,23,24). En ellos se exponen muchas cuestiones relacionadas con las respuestas de las especies ante el cambio climático, la migración, las estrategias de adaptación, el papel de las áreas protegidas, la modelización climática y sus limitaciones y las necesidades de conservación. Por otra parte, en el marco del proyecto *Minimisation of and Adaptation to Climate Change impacts on Biodiversity* (MACIS), se ha llevado a cabo una extensa investigación sobre biodiversidad y cambio global en Europa.

Se han identificado cuatro regiones de Europa con ecosistemas muy vulnerables: el ártico, incluyendo partes de Escandinavia y Groenlandia, las regiones de montaña, diversas zonas costeras incluyendo el Báltico y partes de la región mediterránea (25). Las principales vulnerabilidades al cambio climático para las regiones biogeográficas europeas se muestran en la siguiente tabla:

□**Tabla 3.3.1.** Vulnerabilidades bióticas de las regiones biogeográficas de Europa al cambio climático.

Región biogeográfica	Vulnerabilidades
Tundra/ ártico	Aumentos más pronunciados de la temperatura. Derretimiento del permafrost, reducción del área de tundra y de hielo marino, aumento de la erosión y las inundaciones en la costa y en el interior.
Boreal	Anegamiento y eutrofización de lagos y humedales, aumento de la erosión y las inundaciones en la costa, aumento del riesgo de tormentas.
Atlántica	Aumento de la erosión y las inundaciones en la costa, aumento del estrés sobre los biosistemas marinos y pérdida de hábitat, aumento del riesgo de tormentas en invierno.
Central (incluyendo la región Panónica)	Aumento de la magnitud y la frecuencia de inundaciones en invierno, incendios severos en las turberas drenadas.
Montañas	Reducción de la cubierta de los glaciares y de la nieve, traslado ladera arriba del límite del bosque, alta pérdida de especies.
Mediterránea (incluyendo la región del Mar Negro)	Altas temperaturas, aumento de la sequía y de los incendios forestales, alta pérdida de especies, pérdida de terreno en estuarios y deltas, aumento de la salinidad y eutrofización de las aguas costeras.
Estepa	Aumento de la erosión del suelo, aumento de la sequía y de los incendios forestales, pérdida de terreno en estuarios y deltas, aumento de la salinidad y eutrofización de las aguas costeras.
Zonas costeras	Subida del nivel del mar combinada con aumento del riesgo de tormentas.

Fuente: Berry (2008) (23)

Los ecosistemas mediterráneos se encuentran entre los más vulnerables al cambio climático en Europa. Las regiones más afectadas podrían ser el sur de la península Ibérica, los Alpes, el Adriático y el sur de Grecia (26). Escenarios de calentamiento y sequía relativamente bajos podrían dar lugar a la expansión de sistemas áridos y semi-áridos adyacentes. Además, el aumento de la frecuencia de los fuegos y la degradación del terreno debida a la salinidad podría exacerbar esta situación. También es sabido que muchos ecosistemas de estas zonas tienen una baja capacidad de adaptación y que ésta se verá aún más limitada por las presiones sobre el territorio y la fragmentación del hábitat.

Las proyecciones de los cambios en la distribución de las especies y la composición de las comunidades muestran que entre el 60 y el 80% de las especies actuales podrían no persistir en el sur de la zona mediterránea de Europa bajo un aumento de la temperatura media global de 1,8ºC (27). Un trabajo posterior ha puesto de manifiesto que las regiones más afectadas incluyen países como Rumania, Bulgaria, España, Portugal, la antigua Yugoslavia, Albania, Grecia e Italia, que muestran una disminución de su zona sin cambios en el clima de alrededor del 20-30% en 2050, y un 40-50% en 2100 (28). Las plantas y vertebrados endémicos de la zona mediterránea son particularmente vulnerables al cambio climático (29), mientras que si no se produce migración, la mayor parte de los anfibios y reptiles del suroeste de Europa, especialmente de la península Ibérica, podrían experimentar grandes pérdidas de espacios adecuados desde el punto de vista climático (30). La distribución de un conjunto de especies de árboles típicamente mediterráneas también es probable que disminuya (31).

Los cambios en la estructura, la función y la composición de los ecosistemas tienen importantes implicaciones en las interacciones entre la biosfera y el sistema climático. Los ecosistemas terrestres y marinos absorben alrededor de la mitad de las emisiones antropogénicas de CO_2. Por tanto, la capacidad de captura y almacenamiento de carbono de los océanos, los bosques, las praderas, los humedales y las turberas es esencial para mitigar el cambio climático. Por otra parte, la degradación y destrucción de estos ecosistemas puede dar lugar a la liberación de cantidades significativas de gases de efecto invernadero. Globalmente, las turberas degradadas contribuyen en un 10% a las emisiones de origen humano y la deforestación y la degradación a un 23% de las mismas. Hay cada vez más evidencias sobre el hecho de que la capacidad de los sumideros de carbono de la tierra se está debilitando como consecuencia del calentamiento global, pero a esto se añaden otros factores de degradación de los ecosistemas como son la deforestación, la erosión de los suelos, los cambios de uso del suelo y una gestión no adecuada de los recursos acuáticos continentales y marinos. Estas presiones múltiples, que interaccionan de diferentes maneras, reducen la resiliencia de los ecosistemas para responder a condiciones de estrés en el futuro.

En España existen evidencias suficientes que demuestran inequívocamente la existencia de modificaciones en los sistemas biológicos y los procesos geoambientales como consecuencia de la acción conjunta del cambio climático y el grado de transformación antrópica que posee nuestro territorio (Tabla 3.3.2). Necesitamos describir los cambios que están ocurriendo mediante un sistema de información temporal y espacial sobre el cambio climático, la evolución de las actividades humanas que generan dicho cambio, la respuesta cultural, sociológica y económica de nuestra sociedad, y las repercusiones sobre el medio ambiente, las especies y los procesos de funcionamiento de los ecosistemas.

Tabla 3.3.2. Estudios sobre modificaciones de los sistemas biológicos como consecuencia del cambio climático en España.

Existen posibles efectos indirectos del cambio climático sobre las aves acuáticas en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel. El número de parejas de patos nidificantes está relacionado con el área inundada. Por tanto, si el cambio climático da como resultado una menor precipitación -por disminución de la pluviosidad- o una mayor evapotranspiración -por aumento de la temperatura-, el área inundada disminuirá y, con ella, el número de patos nidificantes y, a consecuencia de ello, el número de crías.	Álvarez Cobelas (2010) (32)
Con un gran nivel de certeza, el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos continentales de España pasen de ser permanentes a estacionales y algunos desaparezcan.	Álvarez Cobelas et al. (2005) (33)
Debido a la reducción de los afloramientos y a la producción primaria en un momento decisivo del crecimiento, se ha detectado un menor crecimiento de mejillones de batea.	Álvarez-Salgado et al. (2009) (34)
Cambio en el patrón de crecimiento de algunos bosques de *Pinus nigra*, *Pinus silvestris* y *Pinus uncinata* en el este y norte de la península Ibérica vinculado al aumento del estrés hídrico desde mediados del siglo XX.	Andreu et al. (2007) (35)

El efecto del clima sobre la distribución de las especies ibéricas de ectotermos es mayor que en el caso de especies endotérmicas, por lo que posiblemente sufrirán en mayor medida el efecto del cambio climático.	Aragón et al. (2010) (36)
Utilizando modelos correlacionales se muestra la pérdida de espacio climático para los anfibios y reptiles ibéricos con posibles contracciones en su actuales rangos de distribución.	Araújo et al. (2006) (37)
Desaparición de algunas poblaciones y especies de moluscos hidróbidos por desecación de sus hábitat.	Arconada y Ramos (2003) (38)
En la mayor parte del intervalo altitudinal actual del pinsapo *(Abies pinsapo)* las condiciones se tornarán demasiado cálidas y secas para sus exigencias.	Arista et al. (1997) (39)
Utilizando diversos escenarios de cambio climático y económicos, los usos del suelo y las practicas agrícolas y ganaderas estarán condicionadas por el incremento de la aridez.	Audsley et al. (2006) (40)
Las actividades antrópicas y el cambio climático se han señalado como los factores más importantes de regresión de las poblaciones de la mariposa *Parnassius apollo* en las montañas más meridionales de España.	Baixeras (2002) (41)
Cambios en las pesquerías asociados a la presencia de especies subtropicales, o el desplazamiento hacia el norte de otras especies explotadas; también se aprecian cambios en aguas de Canarias.	Bañón (2009) (42), Sabatés et al. (2009) (43), Brito et al. (1996) (44)
El rango altitudinal y la densificación en el limite de distribución de *Pinus uncinata* en los Pirineos se ha modificado durante los últimos 30 años como consecuencia del cambio climático y los cambios en el uso del suelo.	Batllori y Gutiérrez (2008) (45)
Cambio en la distribución de la Lagartija colilarga hacia zonas de mayor altitud entre 1950 y 1980.	Bauwens et al. (1986) (46)
Cambios en las comunidades de copépodos de las aguas costeras del norte de la península Ibérica.	Beaugrand et al. (2000) (47)
Modelos correlacionales predicen una notable reducción en el área de distribución de buena parte de las especies de árboles que habitan la península Ibérica de acuerdo a los modelos climáticos al uso.	Benito Garzón et al. (2008) (48)
Existen evidencias de que cambios en la intensidad del afloramiento estival tienen que ver con la calidad del mejillón de cultivo en Galicia.	Blanton et al. (1987) (49)
Incrementos en las floraciones de algas tóxicas, lo que influye en el crecimiento de los bivalvos explotados o cultivados y desde luego en la comercialización.	Bode (2009) (50)
El incremento de las temperaturas durante las últimas décadas estaría relacionado con las explosiones y efectos perjudiciales de *Batrachochytrium* en las poblaciones de anfibios.	Bosch et al (2007) (51)
Se ha detectado un desplome de poblaciones de Sapo partero común por infecciones por hongos con posible implicación de cambios ambientales debidos al clima.	Bosch et al. (2001) (52)
El cambio climático favorecerá la expansión de especies parásitas hacia nuevos territorios, como ciertos hongos patógenos en la "seca" de encinas y alcornoques.	Brasier et al. (1993) (53), Montoya y Mesón (1994) (54)
Los peces de ambientes mediterráneos, como los de la mayoría de la península Ibérica, se espera que aumenten su distribución en Francia, dado que la proporción de especies de aguas cálidas en aguas francesas ha aumentado en los últimos 15-25 años.	Buisson et al. (2008) (55), Daufresne y Boët (2007) (56)
Los análisis de las relaciones entre el crecimiento de los árboles y la composición isotópica de los anillos con el clima, indican que el aumento observado en la variabilidad de esta relación está asociado con la tendencia hacia un aumento de las oscilaciones meteorológicas a escala intra e interanual, e interdecadal.	Camarero y Gutiérrez (2004) (57)
En el lago Redó de los Pirineos se ha observado un reforzamiento de la estratificación térmica, que se alarga durante el otoño.	Catalán et al. (2002) (58)
Existen evidencias de que la precipitación durante la primavera afecta a la condición y crecimiento de los pollos de aves nidícolas.	Carbonell et al. (2003) (59)
A nivel de toda la avifauna española, el clima explica un 7% de la diversidad de especies, aumentando la misma con las precipitaciones y disminuyendo con el grado de insolación.	Carrascal y Lobo (2003) (60)
La larva acuática del insecto efemeróptero *Ephoron virgo* ha adelantado su desarrollo larvario un mes y aumentado su producción secundaria como resultado del incremento de la temperatura del agua en el bajo Ebro.	Cid et al. (2008) (61)

La estratificación y consecuente disminución en recursos tróficos de la fauna marina mediterránea podría reducirse en un 35%, siendo las anomalías de temperatura la causa primordial de las mortalidades masivas observadas.	Coma et al. (2009) (62)
La conjunción de modelos bioclimáticos continentales y regionales, incluyendo procesos locales de dispersión y conectividad sugieren que el cambio climático supondrá la fragmentación de las distribuciones de los organismos que habitan nuestro país.	del Barrio et al. (2006) (63)
En poblaciones españolas de Camaleón *Chamaeleo chamaeleon*, los años secos conllevan una mayor mortalidad de hembras y una menor fecundidad.	Díaz-Paniagua et al. (2002) (64)
En poblaciones de Cabra montés (*Capra pyrenaica*) del Sur de España existe una fuerte correlación positiva entre la producción de crías y la precipitación en primavera. Largas series de primaveras secas podrían afectar negativamente a la productividad de estas poblaciones	Escós y Alados (1991) (65)
En la marisma de Doñana, al desaparecer o disminuir de manera notable los macrófitos sumergidos, los ciclos biogeoquímicos tomarán otras rutas, ya que los distintos elementos circularán fundamentalmente por los helófitos y los pastizales.	Espinar et al. (2002) (66)
A lo largo de la cornisa cantábrica es notoria la desaparición de especies como *Himanthalia elongata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca*, *Saccharina latissima*, *Saccorhiza polyschides* (observación personal de J.M. Rico y C. Fernández), y una drástica reducción de la abundancia de otras, especialmente *Fucus serratus* y *Fucus vesiculosus*. Por el contrario, especies templado-cálidas amplían su área de distribución y aumentan su abundancia, como es el caso de otra alga parda *Bifurcaria bifurcata*.	Fernández y Anadón (2008) (67), Anadón et al. (2009) (68), Sánchez et al. (2005) (69)
El Insecto *Tricóptero Sericostoma vittatum*, recogido en la cuenca del río Lousã (en las montañas de Coimbra), y presente en el centro de la península Ibérica, ve reducida su tasa de crecimiento por el aumento de la temperatura del agua.	Ferreira et al. (2010) (70)
Los datos disponibles no permiten apoyar o refutar la existencia de impactos debidos al cambio climático, aunque con una fiabilidad media-alta se prevé un aumento de mortalidad en almejas y berberecho debido a las riadas causadas por lluvias intensas.	Freire et al. (2009) (71), Molares et al. (2009) (72)
El helecho *Azolla filiculoides*, considerada especie exótica invasora, se está instalando en Doñana.	García Murillo (2003) (73)
La temporada de floración de *Quercus* ha tendido a comenzar antes en la península Ibérica en los últimos años, probablemente debido al aumento de las temperaturas en el periodo previo a la floración.	García-Mozo et al. (2006) (74)
Adelanto en la floración en la estación polínica de *Quercus* en las localidades del interior peninsular.	García-Mozo et al. (2002) (75)
Tendencia de adelanto en la foliación, la floración y la maduración de los frutos en el sur de España en algunas especies (*Olea europaea*, *Vitis vinifera* y varias especies de *Quercus* y *Poaceas*).	García-Mozo et al. (2010) (76), Galán et al. (2005) (77)
Reducción de algunas especies de vegetación nival en la Sierra de Guadarrama como consecuencia del aumento de temperatura en los meses de invierno.	García-Romero et al. (2009) (78)
En la Sierra de Guadarrama, plantas herbáceas que precisan periodos largos de nieve y el agua de deshielo, han sido sustituidas por leguminosas arbustivas que crecen lejos de la influencia de la nieve.	García-Romero et al. (2009) (78)
En el salmón atlántico, *Salmo salar*, se ha referido un aumento del flujo genético entre las poblaciones del Cantábrico, relacionado con la oscilación climática del Atlántico Norte que, probablemente, se acentuará con el cambio climático.	Catalán et al. (2002) (58)
El calentamiento global en la región mediterránea facilitaría la expansión de plantas invasoras, especialmente aquellas dispersadas por el viento. En el valle del Ebro los romerales de la depresión podrían expandirse a costa de los tipos periféricos.	Gasso et al. (2009) (80) Gavilán (2003) (81)
El cambio climático en las regiones de invernada africanas de especies de aves afectaría la fecha de llegada a la península Ibérica.	Gordo et al. (2005) (82)
Durante las últimas décadas la fenología de algunas especies de insectos fitófagos y de las plantas que consumen podrían haberse desacoplado por efecto del cambio climático.	Gordo y Sanz (2005) (83)
Las aves transsaharianas llegan antes a la península Ibérica durante la primavera desde la década de los setenta.	Gordo y Sanz (2006) (85)
Algunas especies vegetales han adelantado notablemente su foliación, floración y fructificación y han alargado su fase de crecimiento desde mediados de los años setenta en el Mediterráneo occidental.	Gordo y Sanz (2009) (86)

La fenología y fructificación de las plantas ibéricas es progresivamente más temprana durante las últimas décadas.	Gordo y Sanz (2010) (87)
Los efectos del cambio climático y, principalmente, de la aridez afectan severamente la incorporación de carbono en las plantas mediterráneas.	Gorissen et al. (2004) (88)
El sur de la península Ibérica es una de las pocas regiones europeas en las que se estima una disminución de la productividad agrícola.	Harrison et al. (2003) (89)
El comportamiento de la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*) muestra nuevas interacciones favorecidas por el cambio climático en las montañas mediterráneas.	Hódar y Zamora (2004) (90)
La temperatura media de marzo en la península Ibérica está relacionada con la fecha de llegada de la Golondrina común a Inglaterra.	Huin y Sparks (1998) (91)
En el norte de España se estima que se producirán uno de los mayores incrementos en la productividad agrícola Europea.	Hulme et al. (1999) (92)
Una mariposa africana se ha asentado en la Península sin modificar su nicho ecológico, probablemente como consecuencia del cambio climático.	Jordano et al. (1991) (93)
El crecimiento de las hayas en las montañas catalanas ha experimentado una disminución de casi el 50% en los últimos 30 años.	Jump et al. (2006) (94)
El estudio de poblaciones de *Fumana* sometidas a manipulación climática evidencia que existe un rápido cambio en la divergencia génica.	Jump et al. (2008) (95)
Usando modelos bioclimáticos correlacionales, la península Ibérica podría perder prácticamente el 100% de su riqueza de mamíferos actual.	Levinski et al. (2007) (96)
El pinsapo (*Abies pinsapo*) podría no ser capaz de mitigar los efectos negativos de un descenso en la disponibilidad de agua.	Linares et al. (2009) (97)
Modificación de la disponibilidad de nutrientes o incremento de la estratificación en aguas del talud u oceánicas, que se ha traducido en un descenso de la producción primaria.	Llope et al. (2007) (98), Castro et al. (2009) (99)
La intensificación del estrés hídrico durante los últimos años del siglo XX podría afectar al crecimiento futuro de las poblaciones de *Abies alba* situadas en límite más suroccidental.	Macías et al. (2006) (100)
El alga de agua dulce *Tetrasporidium javanicum* (Clorofita tetrasporal), descubierta en los trópicos (Java, Asia), y especie indicadora de agua turbias y de altas temperaturas, se ha observado en el canal de Montijo, cerca de Mérida (Badajoz) en 2005-2006, pero también en el río Algar (Alicante), en los tramos bajos del río Ebro, en ríos del macizo central gallego y en el norte de Portugal.	Marín Murcia y Aboal (2007) (101), López-Rodríguez y Penalta-Rodríguez (2007) (102), Aboal et al. (2006) (103), Aboal y Sánchez-Godínez (1994) (104), Calado y Rino (1992) (105)
Aparición de especies mediterráneas en la zona atlántica de la Península (*Hirundo daurica* y *Sylvia melanocephala* en Asturias)	Martí y del Moral (2003) (106)
Para algunos tipos de arbustedas esclerófilas exigentes en precipitaciones, como los madroñales, cabe esperar mermas territoriales, sobre todo en el sur y sudoeste peninsular.	Martínez-Vilalta et al. (2002) (107), Ogaya et al. (2003) (108)
Ante un aumento de la temperatura durante la primavera en la Sierra de Ayllón (Madrid), el número de nidos de Papamoscas cerrojillo que se ven atacados por ectoparásitos se ve incrementado.	Merino y Potti (1996) (109)
Los brezales y jaral-brezales de carácter atlántico e ibero-atlántico sufrirán un retroceso fuerte en el cuadrante suroccidental peninsular.	Merino et al. (1995) (110)
Aumento del período de actividad de *Malpolon monspessulanus* en los últimos años en el sureste de España en respuesta al cambio climático.	Moreno-Rueda et al. (2009) (111)
Los cantaderos de Urogallo (*Tetrao urogallus cantabricus*) en la Cordillera Cantábrica que se han desocupado recientemente están a menor altitud que los que siguen ocupados.	Obeso y Bañuelos (2004) (112)
Cuantificando los cambios espaciales en la distribución de los cambios climáticos previstos en el futuro, se observa que las condiciones de las montañas ibéricas no tendrán equivalente en ningún otro lugar de Europa, por lo que la biota adaptada a ellas podría sufrir profundos cambios.	Ohlemüller et al. (2006) (113)

Ascenso en el límite altitudinal superior de los hayedos del Montseny, evaluado en al menos 70 m para los últimos 55 años, aunque no independiente del abandono de los usos ganaderos.	Peñuelas y Boada (2003) (114)
Progresiva sustitución de los ecosistemas templados (e.g. hayedos) por los mediterráneos (e.g. encinares) en el Montseny desde 1945.	Peñuelas y Boada (2003) (114)
Los brezales de *Calluna vulgaris* están siendo reemplazados por las encinas a altitudes medias, de manera que la encina se encuentra ya hasta alturas tan inesperadas como los 1400 m.	Peñuelas y Boada (2003) (114)
Los datos fenológicos disponibles en el nordeste de España muestran adelantos de una a cinco semanas en la foliación y de una a diez semanas en la floración para el último medio siglo, y retrasos en la caída de la hoja de entre una y dos semanas en diferentes especies.	Peñuelas et al. (2002) (115)
El manzano, el olmo o la higuera anticipan el brote de las hojas en un mes, y el almendro y el chopo, unos quince días.	Peñuelas et al. (2002) (115)
La llegada de algunas aves, como el ruiseñor, la golondrina, el cuco o la codorniz se está retrasando en algunos lugares, por término medio dos semanas, respecto a hace treinta años.	Peñuelas et al. (2002) (115)
La tasa de secuestro de carbono en los bosques templados podría no aumentar con el nivel de CO_2, como se predice generalmente.	Peñuelas et al. (2008) (116)
Cambios en las comunidades de fitoplancton asociados a cambios en la intensidad del afloramiento, como son incrementos de los dinoflagelados y disminución de las diatomeas en Galicia.	Pérez et al. (2010) (117)
Existen evidencias de cambios en la composición de las comunidades de peces explotados en aguas próximas en el Golfo de Vizcaya, por lo que no sería extraño que el mismo proceso se estuviera produciendo en aguas españolas.	Poulard et al. (2003) (118), Poulard y Blanchard (2005) (119)
La aparición de especies de peces y otros grupos taxonómicos con afinidades subtropicales es cada vez más frecuente, apreciándose su expansión hacia el norte.	Quero et al. (1998) (120), Guerra et al. (2002) (121), Bañón (2009) (42)
En la región del Alto Tajo, se ha descrito una área bioclimática diferenciada de las circundantes, con elementos de flora y fauna de invertebrados (moluscos, carábidos, isópodos) de carácter centroeuropeo que podría desaparecer.	Ramos (1985) (122), Serrano (1984) (123)
Sustitución de las especies del género *Aulacoseira* por las del género *Cyclotella*, relacionado con la reducción del número de días con capa de hielo superficial, en lagos del Hemisferio Norte, incluido el lago Redon (Pirineo de Lleida).	Rühland et al. (2008) (124)
Algunos componentes de la aptitud del papamoscas cerrojillo (*Ficedula hypoleuca*) están sufriendo el cambio climático en dos poblaciones de cría del sur de Europa.	Sanz et al. (2003) (125)
En el macizo de Peñalara los arbustos (*Juniperus y Cytisus*) son cada vez más abundantes en altitudes donde antes predominaban los pastos.	Sanz-Elorza et al. (2003) (126)
Los cambios en la fertilidad del suelo, disponibilidad de agua e incendios forestales, factores que determinan la vulnerabilidad antes los cambios climáticos, crecerán en las regiones mediterráneas y montañosas ibéricas	Schröter et al. (2005) (127)
En pastos del Pirineo catalán no limitados hídricamente ,se ha visto que el calentamiento aumenta la productividad y acelera la descomposición de la materia orgánica.	Sebastiá et al. (2004) (128)
En áreas ibéricas sin aparente cambio de hábitat, la mitad de las especies de aves han incrementado su poblaciones desde 1996 a 2004, un patrón inverso del predicho por el cambio climático.	Seoane y Carrascal (2008) (129)
Ha habido cambios en la abundancia de especies de zooplancton en el norte del Golfo de Vizcaya entre 1930 y 1990.	Southward et al. (1995) (130)
Se tienen evidencias de que algunas especies de ropalóceros muestran respuestas más acusadas frente al cambio climático, variando claramente sus picos de actividad anual y el número de semanas en las que presentan actividad de vuelo.	Stefanescu et al. (2003) (131)
Aparición de insectos que pasan por los diferentes estadios larvarios más rápidamente en respuesta al calentamiento, se ha adelantado en promedio 11 días.	Gordo y Sanz (2009) (86)
La riqueza de especies de lepidópteros ropalóceros está negativamente correlacionada con las temperaturas y positivamente con el índice pluviométrico	Stefanescu et al. (2003) (131)
En más de 60 bosques de coníferas estudiados a lo largo de la mitad este peninsular la mayoría de las variables dendrocronológicas presentaron una variabilidad creciente durante la segunda mitad del siglo XX, reflejando el aumento de la variabilidad climática y de la frecuencia de eventos extremos.	Tardif et al. (2003) (132), Camarero y Gutiérrez (2004) (57)

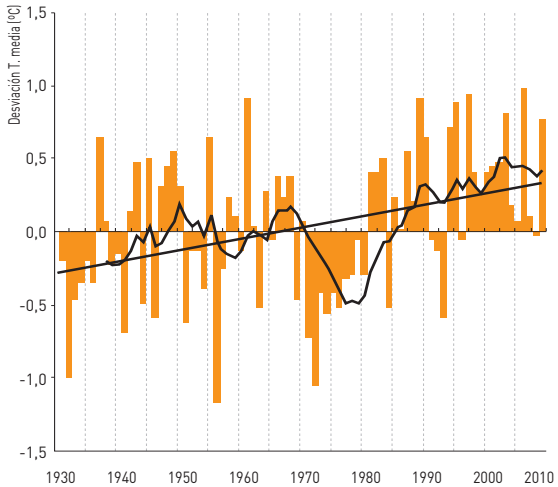
Especies de aves con poblaciones típicamente invernantes en la península Ibérica permanecen en Gran Bretaña y poseen ventajas reproductivas cuando colonizan Centroeuropa.	Terrill y Berthold (1990) (133)
Considerando 1.350 especies de plantas europeas bajo 7 escenarios climáticos, las proyecciones indican que muchas plantas se verán seriamente amenazadas por el cambio climático. Las especies de las montañas podrían ser desproporcionadamente sensibles al cambio climático (aproximadamente una pérdida de especies del 60%).	Thuiller et al. (2005) (134), Thuiller et al. (2006) (135)
Se dispone de pocos estudios que informen sobre la influencia del calentamiento sobre el fitoplancton, aunque para zonas costeras de Galicia se señala una tendencia decreciente en la concentración de clorofila y en la abundancia de las diatomeas.	Varela et al. (2009) (136)
Presencia, en Canarias, de la especie australiana *Caulerpa racemosa var. Cylindracea* debido a cambios en la temperatura del agua.	Verlaque et al. (2003) (137)
En bosques de *Pinus halapensis* situados en zonas áridas de la región mediterránea se ha observado un mayor estrés hídrico que en áreas más favorables, lo que afecta negativamente al crecimiento.	Vicente-Serrano et al. (2010) (138)
Se ha detectado en las costas del Mediterráneo y de Canarias la presencia de especies de dinoflagelados bentónicos tóxicos del género *Ostreopsis* que podrían considerarse como tropicales.	Vila et al. (2001) (139)
Se ha observado que el límite inferior altitudinal para 16 especies de mariposas en el centro de España ha aumentado en un promedio de 212m en 30 años, acompañado de un aumento de 1,3ºC en la temperatura media anual.	Wilson et al. (2005) (140)
Se ha probado la existencia de desplazamientos en altitud en la riqueza de especies de lepidópteros asociados al cambio climático.	Wilson et al. (2007) (141)
El pino carrasco *(Pinus halepensis)* puede verse favorecido, al menos en la mitad oriental peninsular, puesto que soporta relativamente bien los climas semiáridos.	Zavala (2003) (142); Zavala et al. (2000) (143)

Fuente: Elaboración OSE y Lobo J.

■ 3.3.3. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA

La temperatura del aire en la España peninsular ha mostrado indudables signos de calentamiento a lo largo del periodo instrumental (1850-2005), según el Informe de Generación de Escenarios Regionalizados de Cambio Climático para España (144). La evolución térmica no presenta un comportamiento monótono ni gradual hacia el calentamiento en dicho periodo: existen dos episodios de aumento de las temperaturas (de inicios del siglo XX a su mitad y de 1973 en adelante), y uno de decremento (de 1950 a 1970, Figura 3.3.2). De los tres subperíodos identificados durante el siglo XX, destaca el fuerte calentamiento, abrupto y sin precedentes observado a partir de 1973 y que todavía se mantiene en la actualidad. Para el período 1980-2006 se ha elaborado en la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) una serie de temperatura media anual de la España peninsular y Baleares (a partir de los datos de unas 40 estaciones). Esta serie muestra una tendencia creciente de 3,7ºC/100 años. Los cinco años más cálidos han sido 2006, 1995, 1997, 2003 y 1989.

■ **Figura 3.3.2.** Desviación de la temperatura media anual en la Península y Baleares (1931-2009), respecto al periodo 1961-1990. Ajustes lineal y de medias móviles de orden 9.

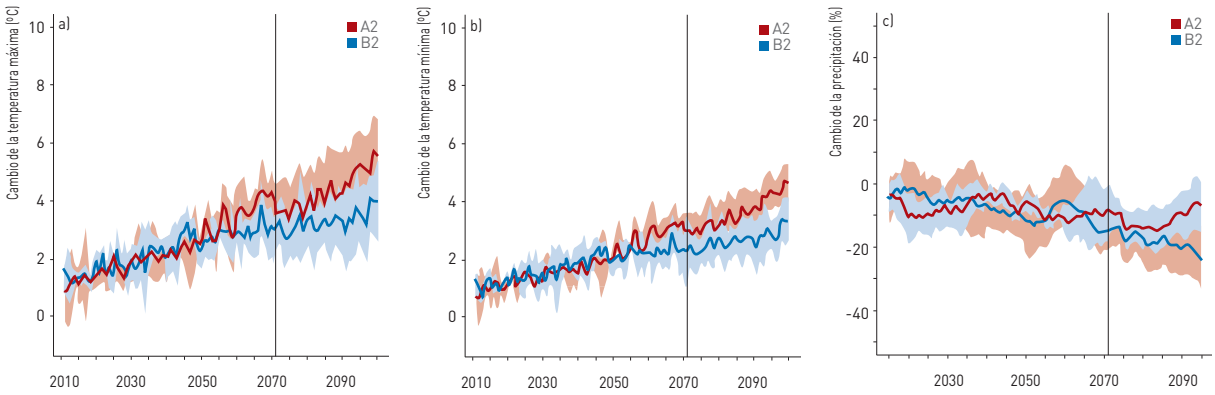


Fuente: Elaboración OSE a partir de AEMET, 2010.

La tendencia de la precipitación no muestra un comportamiento tan definido como la temperatura, dada la complejidad de la distribución espacial de la precipitación, no solo en su cuantía, sino también en su reparto estacional y en su concentración temporal. No existe un estudio exhaustivo que permita cubrir a una resolución espacial detallada el conjunto del país. Además, la elevada variabilidad temporal de la precipitación en buena parte de España, inherente a su condición mediterránea, exige series largas, preferiblemente centenarias (145).

Las proyecciones de temperatura establecen que, para el escenario A2 de SRES-IPCC de emisiones medias-altas, se producirían aumentos de 1-2ºC, 3-5ºC y 5-8ºC para los períodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 respectivamente (Figura 3.3.3), en las zonas del interior de la península Ibérica, que son las que muestran mayores cambios. El escenario de emisión medio-bajo (B2 de SRES-IPCC) muestra valores aproximadamente 2ºC más bajos para el último tercio del siglo XXI. Las proyecciones del cambio de temperatura muestran también un desigual reparto del cambio de temperatura por meses, correspondiendo los valores de mayor cambio a los meses estivales y los de menor cambio a los invernales. Las proyecciones de precipitación muestran una mayor dispersión de resultados aunque parece haber una tendencia a la reducción en el sur de la Península con un gradiente en el cambio que en general suele ser sur-norte. La distribución anual muestra también poco acuerdo entre las diferentes proyecciones.

☐ **Figura 3.3.3.** Cambio de la temperatura máxima media anual (a) temperatura mínima media anual (b) y precipitación total anual (c) en la España peninsular de aquí a 2100 bajo los escenarios de emisiones SRES-A2 (rojo), de emisiones medias-altas y SRES-B2 (azul), de emisiones medias-bajas. Se representa la evolución de los valores medios y de la dispersión (spread) en forma de +/- desviación estándar alrededor del valor medio.



Fuente: Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España (2009).

■ 3.3.4. EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS ZONAS COSTERAS DE ESPAÑA

La zona costera requiere una especial atención, pues el impacto del cambio climático sobre la misma puede tener consecuencias de gran relevancia y, en muchos casos, irreversibles. Todos los escenarios socioeconómicos establecidos por el IPCC (A1, A2, B1 y B2) consideran, en mayor o menor medida, un incremento considerable de la población en las zonas costeras motivado por movimientos migratorios hacia la costa así como por un fuerte incremento de las actividades turísticas, lo que lleva aparejado la construcción de nuevas infraestructuras, la introducción de nuevas industrias extractivas, la reducción de los recursos de agua dulce y de aporte de sedimentos en las zonas costeras y otras problemáticas asociadas a la conservación de hábitat costeros.

Las zonas costeras son áreas de transición en las que los procesos físicos, químicos y biológicos están controlados por complejas interacciones entre los flujos provenientes de tierra, el océano y la atmósfera. Consecuencia de ello es que las zonas costeras sean altamente dinámicas y que presenten una variabilidad en plazos de tiempo relativamente cortos, dando lugar a una gran fragilidad y vulnerabilidad frente a cualquier tipo de presión externa, ya sea de origen natural o humano.

Con el fin de entender los impactos del cambio climático en las zonas costeras, es necesario explicar, someramente, cuáles son las posibles presiones o agentes que pueden inducir dichos cambios. A continuación, se recogen las presiones principales y sus posibles impactos en el medio costero. Es necesario hacer constar que en este caso solamente se han considerado aquellas presiones e impactos que actúan directamente en el medio físico. Es evidente que muchos de los cambios considerados podrían tener consecuencias muy relevantes sobre los ecosistemas.

a. Nivel del mar
Un aumento del nivel del mar puede producir inundación y erosión costera, aumento de la intrusión salina (penetración de agua marina río arriba), aumento del nivel freático que conduce a la pérdida de la capacidad de escorrentía así como pérdida o variabilidad de los humedales.

b. Temperatura del agua
El aumento de la temperatura del agua del mar puede conducir a un aumento de la estratificación marina y consecuentemente a cambios en el sistema de corrientes. Asimismo puede dar lugar a la migración de algunas especies o al aumento de las proliferaciones de algas, con incidencias importantes para el sector de la acuicultura o turístico.

c. Escorrentía
Variaciones en la escorrentía pueden dar lugar a la alteración de los riesgos de inundación en zonas bajas de la costa. Asimismo, pueden conducir a la alteración de la calidad y salinidad del agua o a cambios importantes en el transporte de sedimentos en ríos. Este último factor es muy relevante pues puede afectar de manera sustancial a la zona litoral. Asimismo, variaciones en la escorrentía pueden conducir a importantes cambios en la circulación y aporte de nutrientes.

d. Borrascas
Las borrascas pueden verse alteradas en su intensidad, frecuencia y trayectoria. Un aumento en la intensidad de las borrascas trae consigo un aumento de los niveles del mar extremos, esencialmente debido a mareas meteorológicas (variación del nivel del mar inducido por el viento y la presión atmosférica), así como de las alturas de ola y a cambios en el régimen de vientos. Esto puede producir un aumento en los episodios de erosión costera; daños producidos por inundaciones, especialmente en el Mediterráneo y, asimismo, puede aumentar los episodios de rebase y fallo de obras de defensa de la costa, paseos marítimos y otras infraestructuras localizadas en la zona costera.

El aumento de la frecuencia de las borrascas conduciría al consiguiente aumento del riesgo de inundación y daños asociados. Finalmente, el cambio en la trayectoria de las borrascas puede conducir a variaciones importantes en las direcciones de abordaje del oleaje y del viento y en su intensidad. Asimismo, puede dar lugar a la aparición de problemas de erosión costera e inundación en zonas actualmente no afectadas por los mismos. El cambio en la dirección de las borrascas puede también conducir a una importante variabilidad de los patrones de transporte eólico, mecanismo fundamental para el mantenimiento de nuestros sistemas dunares.

e. Oleaje
Las variaciones en el oleaje (intensidad, dirección, duración y persistencia) pueden dar lugar a importantes cambios en los procesos de erosión costera, cambios en la orientación de la forma en planta de las playas o pérdida de la funcionalidad y estabilidad de obras marítimas.

Detección de cambios en los sistemas costeros españoles. Medio Físico

La detección de los cambios en la dinámica de la atmósfera y del océano como inductores fundamentales de los impactos en la costa puede realizarse a partir de observaciones instrumentales, siempre y cuando se cuente con series largas o mediante la generación de series temporales históricas, conocidas como series de reanálisis, obtenidas mediante técnicas numéricas y debidamente calibradas y validadas.

Cambios observados

- Nivel del mar
  En términos generales, el nivel del mar ha venido aumentando globalmente en el mundo entre 1961 y 2003 con una tasa media de 1,8±0,5 mm/año (146). Es extremadamente verosímil (probabilidad › 95%) que el nivel medio global del mar ha aumentado entre mediados del siglo XIX y XX. No obstante, la variación del nivel medio no es uniforme espacialmente y en algunas regiones las tasas de aumento observadas pueden ser varios órdenes superiores al nivel medio global, mientras que en otras regiones el nivel desciende.

  En España se han realizado varios estudios sobre variaciones del nivel del mar. Lamentablemente, en la mayor parte de los casos, los registros disponibles no son suficientemente largos o los instrumentos no se encuentran adecuadamente localizados o referenciados, dando lugar a variaciones en la interpretación de los resultados finales que pueden ser engañosas.

  No obstante, los estudios más fiables disponibles (147) sugieren que, por ejemplo, el nivel del mar ha aumentado en el norte de España, durante la segunda parte del siglo XX entre 2 y 3 mm/año. Estas tasas se han obtenido a partir del estudio de series temporales de 60 años en Vigo (2,91 mm/año), La Coruña (2,51 mm/año) y Santander (2,12 mm/año). Las tendencias observadas en el Mediterráneo son algo menores. En términos globales, a la hora de evaluar impactos, se ha tomado para la costa española una tasa de aumento del nivel del mar de 3 mm/año, teniendo en cuenta que la tasa de aumento global medio observado en los últimos 10 años ha sido más rápida que la correspondiente a etapas anteriores (148). No obstante, y como se verá más adelante, esta tasa podría considerarse una límite inferior de lo esperable.

- Oleaje, marea meteorológica y viento
  Los otros forzamientos considerados como fundamentales para detectar los posibles impactos inducidos por

el cambio climático son el oleaje, la marea meteorológica y el viento. El oleaje es el principal agente modelador de la costa. Cualquier variación en su intensidad, dirección o ángulo de abordaje tendrá efectos sobre la morfología de la costa, los procesos de transporte de sedimentos y sustancias, pero también sobre la funcionalidad y estabilidad de las infraestructuras situadas en la costa. Para su análisis se considera la evolución de diferentes parámetros estadísticos representativos de las condiciones medias y extremas. Análogamente, la marea meteorológica se considera como otra variable con implicaciones muy importantes, especialmente asociadas a procesos de inundación y erosión. La marea meteorológica es la variación del nivel del mar, inducida por fenómenos atmosféricos, esencialmente presión y viento, y no debe confundirse con la marea astronómica. Para su estudio se toman también parámetros estadísticos representativos de las condiciones medias y extremas. Finalmente, el viento, que evidentemente contribuye a la generación del oleaje y de la marea meteorológica, es también un agente importante. Además, debe incluirse de forma independiente al ser un factor primordial en el transporte eólico que controla la morfología de las dunas.

Los resultados obtenidos en el estudio GIOC (148) relativos a los cambios observados en las variables oceanográficas más relevantes se resumen a continuación. Estos resultados están en proceso de revisión en el marco del proyecto C3E (Cambio Climático en la Costa Española) financiado por la Secretaría de Estado de Cambio Climático del MARM.

-a. Costa Cantábrica:
Se observa un aumento de la energía del oleaje que llega a la Costa Cantábrica. Este aumento es mayor para la rama alta del régimen medio (Hs12, altura de ola significante excedida 12 horas al año). Sin embargo, la magnitud del incremento es menor para los sucesos más extremales (HT50, altura de ola con periodo de retorno de 50 años). Este comportamiento produce una leve tendencia positiva en las duraciones de excedencia de alturas de ola. La dirección predominante del oleaje tiende a ser más del Oeste, con mayor intensidad en la costa occidental. Las tendencias que se obtienen para las variables de viento y marea meteorológica, tanto de régimen medio como extremal, son negativas exceptuando el viento extremal en la costa Oeste de Asturias, donde se produce un incremento. Aún así, estas últimas variaciones son mínimas.

-b. Galicia:
En la costa Gallega se observa una zonificación importante en la magnitud de las variables de estudio y sus tendencias marcadas por el cabo Finisterre, lo que genera un clima marítimo más suave en las Rías Bajas. La energía del oleaje tiende a aumentar, especialmente para los eventos extremales, entre Estaca de Bares y Finisterre.

-c. Costa Mediterránea:
No se aprecian cambios relevantes en la magnitud de la energía del oleaje, aunque sí destacables peculiaridades en Cabo de la Nao, debidas a su situación geográfica, y en la Costa Brava, dada su cercanía al Golfo de León. Las duraciones de excedencia de altura de ola estimadas tienden a aumentar ligeramente a lo largo de la costa. En la Costa Brava, donde se detectan tendencias con un comportamiento similar al Noreste Balear, se observa una disminución energética del oleaje medio. Respecto a la dirección predominante del oleaje, se han producido variaciones en las Islas Baleares y en la Costa Brava se ha detectado una tendencia de giro horario en los oleajes, de forma que la dirección predominante tiende a ser más oriental.

El régimen medio del viento y marea meteorológica presenta una tendencia negativa, pero de muy pequeña magnitud. Es importante destacar que los resultados de tendencia negativa de marea meteorológica en el Mediterráneo, Baleares y costa Noroeste gallega, son estadísticamente muy significativos a pesar de tratarse de variaciones muy pequeñas.

-d. Golfo de Cádiz:
El Golfo de Cádiz presenta una tendencia negativa muy clara en energía del oleaje para todas las variables de oleaje estudiadas, lo que confirma la tendencia a un clima marítimo más suave.

-e. Canarias:
Se detecta una zonificación Norte-Sur clara en la tendencia de cambio de los temporales. Este hecho se explica dada la distinta naturaleza de generación de oleaje en el Norte (oleajes generados en el Atlántico Norte con una longitud de generación muy extensa), respecto al Sur (oleajes generados en un área más próxima al archipiélago). Los resultados de variación a largo plazo indican que se ha producido un incremento de los temporales en el Norte y una tendencia a la disminución energética y giro horario de las direcciones del oleaje en el Sur.

Escenarios futuros

- Análisis basado en escenarios futuros

De entre los diferentes agentes considerados anteriormente, hasta el momento se empieza a disponer

de información basada en escenarios futuros para el nivel medio del mar, oleaje y mareas meteorológicas, pero ésta no es de ámbito regional. De acuerdo con el último informe del IPCC, las proyecciones del aumento medio global del nivel del mar para finales del siglo XXI (2090-2099), basados en modelos, sin considerar cambios rápidos en el flujo de los hielos, ofrecen los resultados mostrados en la tabla 3.3.3. Estos valores corresponden al aumento medio global del nivel del mar referido al periodo 1980-1999. Por tanto, es necesario tener en cuenta que estos valores pueden mostrar una importante variación en el ámbito regional y local.

☐ **Tabla 3.3.3.** Proyección del aumento global del nivel medio del mar a finales del siglo XXI.

Escenario	Aumento del nivel del mar (m) en el periodo 2090-2099 en relación con el periodo 1980-1999
B1	0.18-0.38
A1T	0.20-0.45
B2	0.20-0.43
A1B	0.21-0.48
A2	0.23-0.51
A1FI	0.26-0.59

Fuente: IPCC (2007) (146)

Los valores recogidos indican variaciones del nivel medio del mar global entre 18 y 59 cm en el 2090 con relación al período 1980-1999. Esta nueva proyección acota considerablemente el rango de incertidumbre con respecto a la proyección presentada en el informe anterior y reduce la horquilla de valores.

Sin embargo, la aceleración identificada recientemente en la desaparición de las masas de hielo polares (149,150) abre nuevas perspectivas de aumento del nivel medio del mar global de hasta 1 m a finales de 2100. Más aún, proyecciones semi-empíricas recientemente publicadas (151,152,153) contemplan para 2100 ascensos en el nivel de entre 20 cm y 1.80 m introduciendo una gran incertidumbre de cara al establecimiento de los posibles impactos en zonas costeras que deberá ser acotado en el AR5.

Con respecto a las proyecciones regionales, recientemente se han elaborado escenarios regionalizados de variación del nivel del mar en el Golfo de Vizcaya, obteniendo ascensos del nivel del mar para el 2099 de entre 28,5 m y 48,7 cm con respecto al 2001 y considerando los escenarios A1B y A2 respectivamente (154). Sin embargo, en estas proyecciones no se ha tenido en cuanta las cambios en las dinámicas de las grandes masas de hielo.

En cuanto al resto de variables, altura de ola, intensidad del viento, etc., ante la falta de información de escenarios regionales de alta resolución, se ha optado por el análisis de tendencias a partir de datos históricos haciendo uso de técnicas estadísticas no estacionarias (155,156). Los resultados se integran para definir mapas de impactos que se presentan a continuación.

Obsérvese que la proyección realizada en el estudio del GIOC (148) se establece, de acuerdo con la tendencia observada hasta el momento un valor aproximado de 15 cm de aumento del nivel medio del mar en 2050, en toda España, lo que encaja dentro de los órdenes de magnitud planteado por el IPCC para los diferentes escenarios considerados. Este aumento se considera muy probable con una probabilidad entre el 90 y el 95% y se utiliza como base para el análisis de impactos en el litoral español que se presenta a continuación. Este valor, de acuerdo con las publicaciones recientes, debería considerarse una cota inferior de lo esperable.

Impactos en los sistemas costeros españoles

En este análisis se presentan aquellos impactos que actúan fundamentalmente sobre el medio físico. Los resultados deben servir de base para un análisis profundo de los impactos sobre el medio biótico o socioeconómico. Definir índices que sean capaces de integrar la variabilidad de los diferentes forzamientos para evaluar impactos no es sencillo. A continuación, se describen aquellos indicadores que se consideran más significativos e integradores. Finalmente, se recogen algunas consideraciones sobre el posible efecto de los cambios en las dinámicas consideradas y su posible incidencia sobre alguno de los ecosistemas costeros.

Impactos en el sistema costero. Medio físico

Impactos en playas

a. Cota de inundación

La cota de inundación es un parámetro que representa el máximo nivel del mar alcanzado por la acción conjunta de la marea astronómica, la marea meteorológica, el ascenso del oleaje en la playa y del posible aumento del nivel medio del mar. Es relevante para indicar la probabilidad de inundación de una zona del litoral y, está asociado a la determinación del dominio marítimo-terrestre.

b. Retroceso de la línea de costa por ascenso del nivel del mar

Este puede ser inducido por un aumento en el nivel medio, que hace que el perfil activo de arena que forma la playa tenga que ascender para llegar al equilibrio dinámico con esta nueva condición de nivel medio. Para ello, es necesario cubrir el déficit de arena que se produce en el perfil activo y esto se hará a expensas de la arena de la playa seca y de la berma, produciendo un retroceso de la línea de pleamar.

Las playas constituidas por arenas más finas y mayores profundidades de corte, es decir, las más disipativas, por ejemplo muchas de las playas del Cantábrico, serán aquellas que experimenten el mayor retroceso. Este retroceso será mitigado en las playas con grandes alturas de berma.

c. Retroceso de la línea de costa por cambio en la dirección del oleaje
Otro parámetro que puede contribuir a un retroceso adicional de las playas es la variación en la dirección del flujo medio de energía que depende de la altura de ola y dirección de las olas que llegan a la misma. Dicho retroceso es altamente dependiente del tipo de playa que se considere, así como de la transformación que el oleaje sufra desde grandes profundidades hasta la playa.

d. Transporte potencial de sedimentos
Otro efecto significativo es el posible cambio en el transporte potencial de sedimentos inducido en playas abiertas en equilibrio dinámico o en desequilibrio, playas típicas de la zona mediterránea, sometidas a un transporte litoral muy activo. Se ha demostrado que el cambio en la tasa de transporte puede ser consecuencia de variaciones en la altura de ola en rotura y de la dirección del oleaje en rotura.

Impactos en estuarios, deltas y marismas

Las zonas bajas del litoral, los humedales, marismas, deltas y estuarios serán las zonas más afectadas por el cambio climático. La respuesta de un estuario concreto frente al cambio climático exige considerar muchos factores que requieren hacer un estudio detallado de cada uno de ellos. No obstante, se pueden establecer unos índices generales que muestran la alta vulnerabilidad de un estuario frente al cambio climático.

El parámetro que en mayor medida determina la configuración morfológica de equilibrio de los distintos elementos que configuran un estuario es el prisma de marea, es decir, el volumen de agua que entra y sale en cada ciclo de marea. Si la tasa de generación de sedimento no es capaz de compensar el déficit de arena que se producirá en el interior de la bahía por el aumento del nivel medio del mar, se producirá un aumento del volumen de agua que entra y sale de la bahía, es decir, del prisma de marea. Un aumento del prisma de marea generará un déficit de sedimento en el interior de la bahía, que tenderá a restablecer dicho equilibrio aumentando la cota de las llanuras mareales, y/o un incremento del área de la sección crítica de la desembocadura, y/o modificaciones en el volumen del bajo exterior de arena.

Otro aspecto de relevancia en los estuarios es el régimen de inundación, de temperatura y de salinidad de las zonas interiores y el alcance del agua del mar aguas arriba del estuario. Estos factores determinan el tipo de ecosistemas que habitan las distintas zonas del estuario y, por lo tanto, si los regímenes se ven modificados se producirá un desplazamiento de los ecosistemas actuales.

Este fenómeno es de suma importancia en estuarios donde la mezcla vertical de agua es considerable. Estos regímenes son altamente dependientes de la carrera de marea, del caudal del río, del nivel medio del mar así como de la configuración particular de cada estuario, por lo que el análisis del cambio climático se debería realizar para cada estuario. En el caso de estuarios con gran estratificación, la haloclina, interfase entre agua dulce y agua salada, reduce la mezcla vertical, produciéndose el efecto de la cuña salina. El río Ebro en su desembocadura cuenta con una cuña salina que puede extenderse más de 20 km aguas arriba de la línea de costa.

Impactos en dunas

a. Transporte eólico
En cuanto al crecimiento de las dunas cabe mencionar que la intensidad y la dirección del viento son los principales parámetros que gobiernan el transporte eólico de sedimentos desde la playa hacia los sistemas dunares. Por ello, si estas dos son modificadas por efecto del cambio climático, también lo hará la capacidad de transporte desde la playa hacia las dunas, reduciendo o intensificando la tasa de crecimiento de las mismas.

b. Erosión dunar
Por otro lado, en el análisis a largo plazo, se demuestra que un aumento en el nivel medio del mar, puede generar una erosión dunar y que la magnitud de la misma depende de los siguientes parámetros: extensión de la playa seca; tamaño del sedimento que compone la playa; altura de la berma y de la duna y altura de ola significante que es excedida 12 horas al año.

Las dunas más sensibles a la erosión, son aquellas situadas en el trasdós de playas disipativas, compuestas por arenas finas donde la profundidad de corte es elevada, con poca extensión de playa seca y bermas bajas

Impactos en los ecosistemas costeros

Los cambios en las dinámicas y en algunas de las variables mete-oceanográficas pueden conllevar impactos en algunos de los ecosistemas costeros más importantes de la costa española. Una revisión general de impactos potenciales sobre ecosistemas costeros puede encontrarse en Hoegh-Guldberg y Bruno (2010) (157).

Los cambios en la temperatura del agua pueden afectar a los campos de fanerógamas marinas dando lugar a

pérdidas estacionales o permanentes de biomasa con el aumento en frecuencia e intensidad de las temperaturas extremas. En costas rocosas se puede producir una relocalización de la distribución y abundancia de algunas especies.

La alteración del sistema de corrientes puede producir cambios en la distribución de las fanerógamas marinas o de las macroalgas. Asimismo, el incremento en la intensidad de los temporales y de la frecuencia de eventos de inundación puede contribuir a la destrucción de los lechos de fanerógamas marinas y cambios en los regímenes sedimentarios, causando la mortalidad de las mismas. En costas rocosas el incremento en la intensidad del oleaje puede alterar la estructura de las comunidades y cambios en la prevalencia de algunas especies frente a otras. Lo mismo es aplicable para macroalgas.

Finalmente, el aumento del nivel del mar puede producir la pérdida de hábitat para fanerógamas marinas, la reducción de las tasas de crecimiento y cambios en la estructura de las comunidades por cambios en la capacidad de penetración de la luz, causando la migración de las comunidades hacia aguas más someras cuando sea posible o dominando especies con menor demanda de luminosidad en aguas más profundas.

Mapas de impactos en el litoral español. Proyección para el 2050

Como ya se ha mencionado anteriormente, salvo para el caso de los estuarios, en los que es necesario hacer estudios específicos para cada caso, es posible, a partir de las tendencias observadas para el año horizonte 2050, obtener una serie de mapas de índices que posibiliten obtener una primera información de dónde y qué tipo de impactos se van a producir en nuestro litoral. Esta información deberá servir de base para la propuesta de estudios de detalle y para el establecimiento de estrategias de adaptación al cambio climático.

Todos los mapas siguen un convenio de representación equivalente. El código de colores indica la variación anual del índice considerado hasta 2050 en porcentaje o en las unidades correspondientes. El tamaño del círculo indica la probabilidad asociada indicando el círculo mayor una probabilidad mayor al 95% (extremadamente verosímil) y, el menor, una probabilidad entre el 10% y el 70% (improbable).

Efectos en playas

a. Cota de inundación

Para el escenario considerado de cambio climático, se obtiene un aumento total muy probable de la cota de inundación (Mapa 3.3.1), que es inducido principalmente por el aumento del nivel del mar. No obstante, en la cornisa Gallega y en la zona Norte de las Islas Canarias, el aumento es mayor que en el resto del litoral (hasta 7 mm/año) ya que en estas zonas se produce un aumento significativo de la altura de ola significante con un periodo de retorno de 50 años. Por otro lado, la variación de la marea meteorológica a lo largo de todo el litoral contrarresta parcialmente el aumento de la cota de inundación producido por la variación del nivel medio y de la altura de ola significante. Como dato representativo, en el Mediterráneo es muy probable que se llegue en 2050 a un aumento en la cota de inundación de aproximadamente 20 cm, mientras que en la costa gallega y en las Islas Canarias, puede alcanzar valores de hasta 35 cm. Obsérvese que la cota de inundación no es homogénea a lo largo del litoral canario, con mayores incrementos, especialmente al sur de las islas. Estos aumentos en la cota de inundación conllevan un incremento del riesgo de que se produzcan daños y pérdidas económicas por episodios de inundación.



□ **Mapa 3.3.1.** Variación anual en mm y probabilidad asociada de la cota de inundación en el litoral español hasta el año horizonte 2050.



Fuente: Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria".

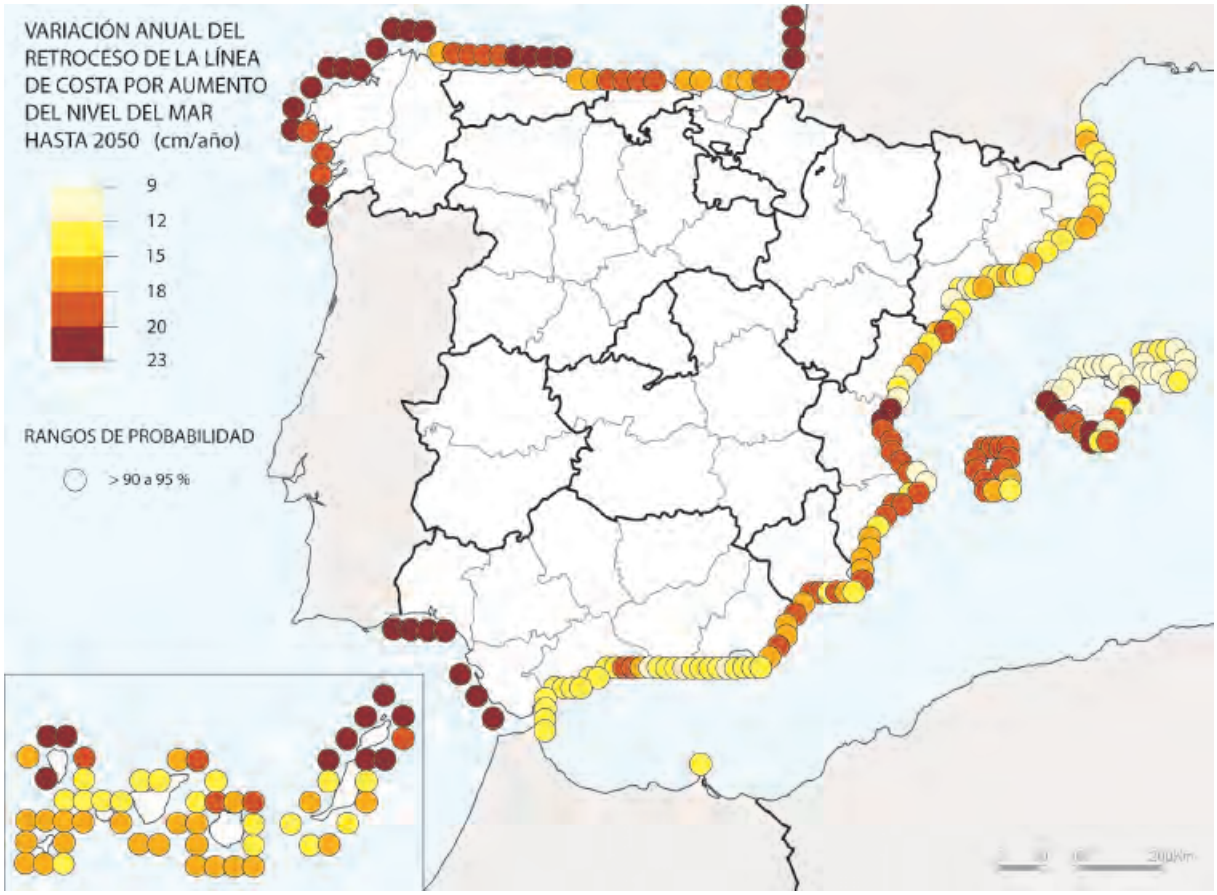
b. Retroceso de la línea de costa por aumento del nivel del mar

El Mapa 3.3.2 indica que las playas más susceptibles de verse erosionadas por aumento del nivel del mar son las que se sitúan en la cornisa atlántica del litoral Español así como en algunas zonas de las Islas Canarias, Huelva y Cádiz, obteniéndose en estas zonas retrocesos muy probables del orden de 15 m en el 2050. En la zona del Mediterráneo el retroceso será menor ya que la extensión del perfil activo de las playas es menor. No obstante, en el litoral mediterráneo se esperan retrocesos medios de unos 8 metros. Este retroceso de la línea de costa redunda en un descenso de la superficie de playa seca útil y, por tanto, en una reducción de la defensa natural de la costa y pérdida de superficie para uso recreativo.

c. Retroceso de la línea de costa por cambios en la dirección del oleaje

En el Mapa 3.3.3 se muestra el retroceso máximo esperado para el año 2050. Para el cálculo se ha considerado que la variación de la dirección del flujo medio de energía corresponde a la variación media calculada para una playa tipo de 1000 m de longitud y a 10 m de profundidad.

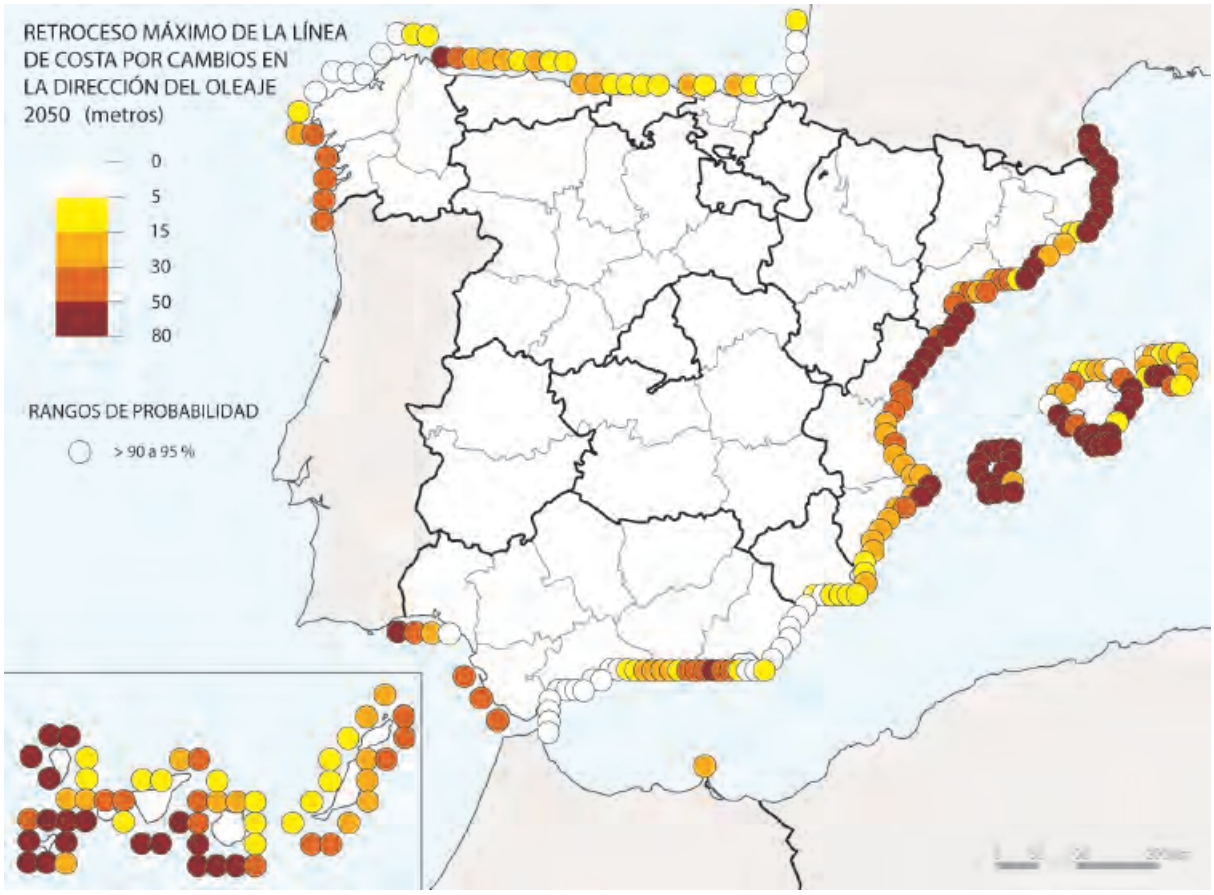
□ **Mapa 3.3.2.** Variación anual en cm y probabilidad asociada del retroceso de la línea de costa por aumento del nivel del mar en el litoral español hasta el año horizonte 2050.



Fuente: Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria".



□ **Mapa 3.3.3.** Retroceso máximo esperado en el año 2050 de la línea de costa por cambios en la dirección del oleaje en una playa tipo (1000 m de longitud, 10 m de profundidad).



Fuente: Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria".



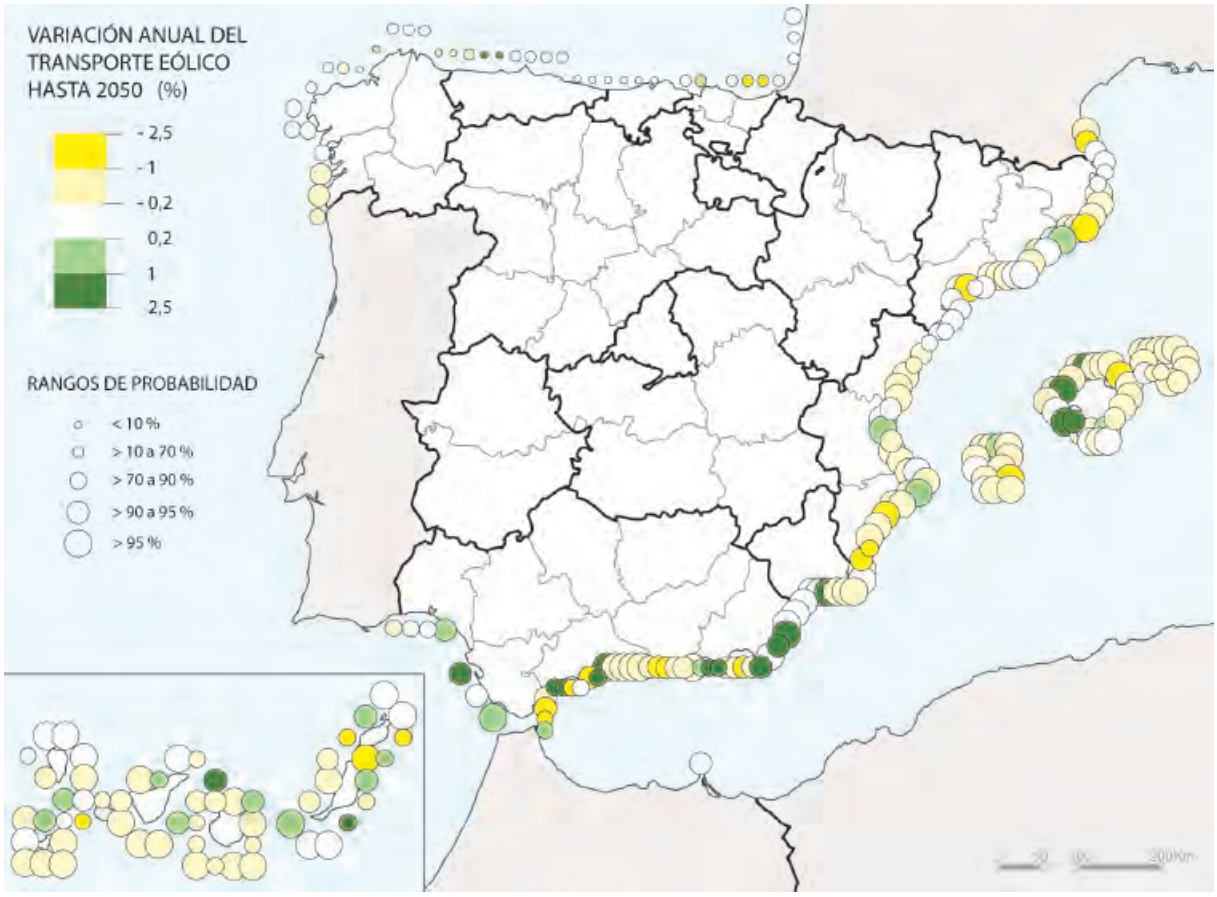
Obsérvese que las playas más susceptibles a este tipo de retroceso son las playas de la zona Norte del mediterráneo, sobre todo las de la Costa Brava. Es también de especial relevancia el efecto en las Islas Baleares y también en el Sur de las Islas Canarias. En estas zonas el retroceso puede alcanzar hasta 70 m ya que la variación de la dirección flujo medio de energía supera en algunas zonas los 8º. En el resto del litoral este hecho tampoco puede ser depreciado observando valores del retroceso del orden de 20 m.

Efectos sobre los sistemas dunares

a. Transporte eólico

Los resultados presentados en el Mapa 3.3.4 muestran, en términos generales, pequeñas variaciones del transporte eólico a lo largo de nuestro litoral salvo en zonas muy específicas. En el Mediterráneo es extremadamente verosímil que el transporte eólico prácticamente no varíe salvo al suroeste de Mallorca. Sí se aprecian cambios relevantes que pueden llegar muy probablemente hasta un aumento del 100 % en el 2050, en algunas zonas de Guipúzcoa, el oeste de Asturias y muy especialmente en la zona de La Coruña y Cabo Finisterre.

☐ **Mapa 3.3.4.** Variación anual en porcentaje del transporte eólico a lo largo del litoral español hasta el año 2050.



Fuente: Instituto de Hidráulica Ambiental "IH Cantabria".

Estrategias frente a los efectos del cambio climático en zonas costeras

Estrategias de actuación

Las estrategias de actuación posibles son diversas y aplicables a diferentes niveles, dada la complejidad y el carácter multilateral del problema en cuestión. Entre ellas cabe destacar aquellas destinadas a la reducción de incertidumbres; las encaminadas a la evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad de las zonas costeras para poder estimar riesgos; las dirigidas a mitigar los efectos del cambio climático mediante medidas de actuación indirectas o las estrategias de adaptación.

Estrategias destinadas a la reducción de incertidumbres

Son estrategias cuyo objetivo fundamental es mejorar nuestro conocimiento sobre el cambio climático, su temporalidad y magnitud, así como su incidencia sobre los diferentes elementos que componen la costa. Dadas las incertidumbres existentes asociadas a la determinación de los agentes o forzamientos y de la vulnerabilidad de la costa es necesario aumentar la distribución espacial y la sistematización de las observaciones. Esto solo es posible impulsando o apoyando el establecimiento de sistemas de observación y control de ámbito nacional.

Estrategias encaminadas a la evaluación equitativa cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad de las zonas costeras

La determinación de la vulnerabilidad de la costa, la evaluación de potenciales pérdidas económicas o ambientales por efecto del cambio climático y una valoración aproximada de los costes derivados de las actuaciones destinadas a mitigar su efectos o los costes de adaptación, es fundamental para generar la concienciación social necesaria que justifique las políticas y estrategias propuestas a corto y medio plazo.

Este tipo de análisis debería servir para determinar en toda España de forma aproximada, por ejemplo, la superficie de pérdida de territorio por inundación; las zonas del

litoral que precisan protección y la evaluación de su coste; el impacto económico global del impacto producido por el cambio climático; la pérdida de hábitat protegidos; la pérdida de zonas de anidamiento de aves; etc.

Estrategias encaminadas a la mitigación de los efectos del cambio climático mediante estrategias de actuación indirectas

Los riesgos y consecuencias sobre la costa derivados del cambio climático tienen implicaciones muy similares a los impactos producidos por la acción del hombre sobre el ecosistema costero que son ya cuantificables a través de los problemas existentes de erosión, pérdida de hábitat costeros, alteración de los ecosistemas, etc.

Los impactos derivados de las actividades humanas en las zonas costeras han sido, en general, considerablemente mayores que los que se pueden atribuir al cambio climático observado.

La Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) sigue evolucionando y tiene ya algunas capacidades conducentes a buscar soluciones apropiadas basadas en una adecuada gestión y planificación frente al impacto directo al que el hombre somete a la zona costera (ver apartado 6.6). Muchas de estas soluciones son también aplicables a los problemas derivados de los efectos potenciales del cambio climático. La GIZC supone un marco conceptual en el que se puede realizar una evaluación integrada del problema, marcar objetivos estratégicos y planificar y gestionar el sistema costero y sus recursos, teniendo en cuenta las perspectivas culturales, socioeconómicas, históricas así como los diferentes conflictos de intereses y usos. Quiere esto decir, que los posibles efectos del cambio climático deben introducirse como un elemento más que no puede ser obviado en la GIZC y, por tanto, su incidencia debe considerarse dentro de cualquier proyecto de esta naturaleza. Más aún, es necesario minimizar el conjunto de actuaciones que conlleven consecuencias sobre la costa que tiendan a incrementar por sinergia los posibles impactos del cambio climático.

Estrategias de adaptación

Dentro de las posibles estrategias de adaptación al cambio climático en la zona costera existen varias opciones: retroceder, acomodarse a las nuevas circunstancias o protegerse para minimizar los previsibles impactos.

Las políticas de aplicación basadas en el retroceso son aquellas dirigidas principalmente al abandono de áreas altamente vulnerables y a la reubicación de las infraestructuras, cultivos, actividad industrial y población directamente afectada. Un ejemplo de este tipo de política sería la conducente a facilitar la migración hacia el interior de zonas de marisma y humedales.

Para zonas altamente vulnerables, donde el retroceso sea posible en la situación actual, es necesario establecer la planificación necesaria para evitar futuros desarrollos. Esto podría llevarse a cabo mediante la aplicación de la Ley de Costas y, muy especialmente, si se procede a la revisión del dominio público en zonas altamente vulnerables para tener en cuenta los posibles efectos del cambio climático.

Para zonas parcialmente ocupadas pero potencialmente recuperables en el medio plazo, se propone anticipar la planificación territorial necesaria para evitar la instalación de nuevas infraestructuras o el aumento de las superficie urbanizadas. Para ello sería necesario revisar los planes urbanísticos y de ordenación del territorio o proponer que en las revisiones de los mismos se tengan en cuenta los estudios de vulnerabilidad o recomendaciones formuladas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, así como organismos de las Comunidades Autónomas competentes en materia de cambio climático.

En el caso de nuevas ocupaciones se propone la concesión de permisos condicionados; concesiones administrativas que condicionen su duración a horizontes limitados por el posible efecto del cambio climático e incluyendo acuerdos de reubicación y/o demolición. Asimismo, se puede proponer la retirada de subsidios por parte de la administración para aquellas actividades que se desee abandonen dichas áreas.

Las estrategias de acomodación se fundamentan en la conservación del ecosistema costero, en consonancia con una ocupación y uso racional de áreas vulnerables al impacto del cambio climático, con base en una gestión de adaptación progresiva.

La capacidad de adaptación a los posibles impactos del cambio climático de las zonas costeras altamente alteradas por actuaciones humanas, puede verse considerablemente reducida o implicar un coste económico mucho mayor que en zonas bien preservadas. Probablemente, de entre las acciones posibles ésta es la que está más en consonancia con la filosofía general que rige la GIZC, dado que se persigue la búsqueda de un equilibrio principalmente entre el subsistemas natural y los de usos e infraestructuras. Para su implementación se propone potenciar la GIZC; un planeamiento y ordenación anticipada de la zona costera que conduzca a la atenuación de impactos en la costa; la modificación de los usos del territorio; adaptar las normas de edificación, construcción de infraestructuras y planificación urbana; la protección de los ecosistemas en peligro; la regulación estricta de zonas altamente vulnerables y finalmente, iniciar una estrategia para el análisis de posibles iniciativas para asegurar las zonas de riesgo.

Las acciones de protección están dirigidas a la defensa de áreas vulnerables: poblaciones, actividades económicas, infraestructuras y recursos naturales. Se basan esencialmente en la aplicación individual o mixta de una de estas dos tipologías de defensa: tipologías rígidas y tipologías blandas. Entre las tipologías rígidas se encuentran: diques, muros, barreras, espigones, revestimientos, etc. así como barreras frente a la intrusión salina. Las tipologías blandas incluyen la regeneración de playas, restauración de dunas, generación de humedales y marismas, rehabilitación del transporte litoral, reforestación, etc.

Hasta hace bien poco la estrategia seguida para defender la costa se ha basado esencialmente en mantener la posición de la línea de costa mediante la introducción de elementos artificiales que garantizaran la "no ocupación" del territorio por el agua, muchas veces con aproximaciones incompatibles con directrices como las marcadas por la Directiva Hábitat, manteniendo la seguridad del hombre a expensas de la pérdida de importantes hábitat costeros. Sin embargo, en los últimos años se ha observado en algunos países, especialmente europeos, un marcado cambio de actitud planteando medidas de adaptación que consideran la posibilidad de combatir los cada vez más frecuentes procesos de erosión e inundación aceptando la inundación de parte de su territorio e introduciendo medidas menos rígidas que reduzcan el riesgo también mediante la reducción de la vulnerabilidad o aumentando la resiliencia de los ecosistemas naturales que contribuyen a la protección de la costa. Evidentemente, en algunos casos, estas medidas, de forma aislada, no son suficientes para cubrir la demanda de protección necesaria para llegar a los umbrales de minimización del riesgo requeridos, pero su combinación con medidas de protección tradicionales las convierte en una alternativa con un gran potencial para estabilizar la línea de costa frente a la gran cantidad de incertidumbres que nos ofrece el futuro a este respecto.

Esto nos ha llevado a reflexionar sobre el papel que los ecosistemas marinos (marismas, arrecifes de coral, manglares, praderas de Posidonia, etc.), juegan como proveedores de servicios de protección de la costa frente a inundaciones y erosión, pues es sabido que estos ecosistemas pueden contribuir a reducir los daños producidos en zonas costeras, reduciendo la energía que finalmente impacta sobre las diferentes comunidades generando un servicio de protección semejante al generado por la construcción de estructuras artificiales.

Evidentemente existen algunas incertidumbres en la caracterización y cuantificación del servicio que prestan de protección de la costa, no obstante, la inversión en estrategias de mantenimiento, restauración o gestión de ecosistemas costeros podría ser un buen complemento/alternativa para luchar contra la erosión e inundación y económicamente eficiente para la sociedad.

Para determinar la necesidad o no de actuación, una de las acciones fundamentales sería fijar, a partir de las evaluaciones obtenidas de la vulnerabilidad de la costa, la línea de máximo retroceso admisible. La evaluación continua de la línea de la costa mediante técnicas de seguimiento o instalación de testigos serviría para poner de inmediato en marcha las actuaciones necesarias para evitar el incremento de dicho retroceso, ya sea mediante el uso de tipologías rígidas o blandas de defensa.



3.4. Especies exóticas invasoras

■ 3.4.1. INTRODUCCIÓN

Las especies exóticas invasoras (EEI), se han vuelto en los últimos años uno de los temas prioritarios de las políticas medio ambientales. El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha incluido en el Cuarto Informe Nacional sobre la Diversidad Biológica (1) la introducción de especies exóticas e invasoras como uno de los factores más importantes de amenaza para la biodiversidad. Pese a la falta de recursos financieros y a la difícil coordinación de las diversas administraciones implicadas, en los últimos años se han realizado ciertos avances en temas de gestión (acciones de mitigación, elaboración de nueva normativa, campañas de sensibilización), a la par que se han multiplicado los estudios y las publicaciones sobre especies exóticas invasoras (1). La razón reside en el hecho de que las invasiones biológicas son reconocidas globalmente como una de las amenazas más importantes para la biodiversidad nativa y pueden, además, causar importantes daños socioeconómicos. Un estudio realizado recientemente sobre 25 especies exóticas invasoras estima un coste anual en Europa de 12.000 millones de euros (2). Así mismo, en los últimos 15 años, la Comisión Europea ha contribuido a financiar con 132 millones de euros casi 300 proyectos que abordan este problema (3). Por otro lado, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) ya denunciaba en 2007 que la tendencia al alza en el establecimiento de nuevas especies indicaba que el problema está lejos de ser controlado, y preveía mayores impactos sobre la biodiversidad debido al creciente número de especies involucradas, y a la creciente vulnerabilidad de los ecosistemas a las invasiones, resultante de otras presiones tales como la pérdida, degradación y fragmentación de hábitat, la sobreexplotación de los recursos naturales y el cambio climático (4).

No obstante, el tema de las invasiones biológicas ha sido tratado hasta tiempos recientes de forma independiente de otros factores de cambio global, entre ellos el cambio climático. Sin embargo, las interacciones entre ambos pueden ser muy estrechas. La influencia del cambio climático sobre el medio natural y sobre la sociedad puede repercutir, dependiendo de la respuesta, en los patrones que están en la base de las invasiones biológicas exacerbando su impacto, mientras que las especies exóticas invasoras pueden alterar la magnitud y acelerar el impacto del cambio climático (5).

Sobre la base de la literatura existente en la materia, que se deriva principalmente de la investigación llevada a cabo en otros países o regiones, se examinan a continuación las posibles interacciones entre el cambio climático y las invasiones biológicas, y cómo estas podrían afectar a la biodiversidad.

■ 3.4.2. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN ESPAÑA: UNA APROXIMACIÓN AL ESTADO DE LA SITUACIÓN

3.4.2.1. Hongos

Hasta hace poco los hongos han recibido escasa atención en el contexto de las invasiones biológicas con la excepción de aquellos que son patógenos (6), como *Cryphonectria parasitica, Ophiostoma ulmi y O. novo-ulmi, Seridium cardinale, Aphanomyces astaci* o *Batrachochytrium dendrobatidis* (todos ellos presentes en España). No obstante, muchos hongos, pese a no ser parásitos, han sido trasladados de un punto a otro del globo, y pueden jugar un papel importante formando asociaciones simbióticas mutualistas con especies vegetales, favoreciendo su invasión. Este es el caso de al menos 10 ectomicorrizas de origen australiano introducidas en España con los eucaliptos. Siendo simbiontes obligados, su capacidad de persistencia depende de la posibilidad de encontrar plantas nativas hospedadoras, un hecho que ya se ha producido entre plantas de *Cistus laudanifer* y *Laccaria fraterna*, en la proximidad de plantaciones de eucalipto (7). En este contexto es necesario, por tanto, elaborar un listado nacional de hongos exóticos que tenga en cuenta no sólo la patogenicidad, sino también su rol potencial directo e indirecto en las invasiones.

Por lo que concierne a las vías de entrada, la mayoría de los hongos exóticos, especialmente simbiontes (incluidos

patógenos y micorrizas), penetran como contaminantes en su planta huésped o de los animales, la mayoría de ellos a menudo deliberadamente introducidos (6).

3.4.2.2. Flora

De acuerdo con el *Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España* (8), la flora alóctona española está constituida por al menos 937 taxones a nivel de subespecie que incluyen especies naturalizadas, invasoras, subespontáneas o casuales. El análisis de las vías de entrada apunta claramente a la jardinería como principal vía de entrada (48%), seguida por la agricultura (18%), las introducciones involuntarias y las malas hierbas (el 16 y el 15% respectivamente), y por último la silvicultura (3%).

Entre los hábitat más invadidos destacan aquellos sometidos a una fuerte presión antrópica (70%), mientras que los hábitat semi-naturales y naturales presentan un menor grado de invasión (arvense 12%, forestal 5%, humedales continentales 4%, ripario 4%, humedales costeros y playas 3%, rupestre 1%, otros 1%). De todos los taxones, los autores clasifican 123 como especies exóticas invasoras.

En la Tabla 3.4.1. se detalla el número de especies alóctonas y exóticas invasoras de acuerdo con los datos obtenidos para algunas Comunidades Autónomas. De ellos se destaca que Canarias, con ecosistemas insulares únicos en el mundo, es la que más especies alóctonas presenta, seguida por Asturias y País Vasco que cuentan además con un elevado número de exóticas invasoras a pesar de su reducida extensión territorial.

Tabla 3.4.1. Número de especies de plantas alóctonas e invasoras para distintas CCAA.

CCAA	Especies alóctonas	Especies exóticas invasoras
Andalucía	300	72
Aragón	313	75
Asturias	572	90
Baleares	304	42
Cataluña	266	58
Canarias	651	77
Castilla y León	326	87
Galicia	328	80
País vasco	478	86

Fuente: Andalucía (9), Aragón (10),Asturias (11), Baleares (11), Cataluña (12,13), Canarias (11), Castilla y León (14), Galicia (11), País Vasco (11).

3.4.2.3. Fauna invertebrada

A diferencia de otros grupos de animales y plantas, no existe un listado exhaustivo de invertebrados exóticos. Gran parte de los datos disponibles se refieren a artrópodos, mientras que para otros grupos se evidencia una gran laguna informativa. Una de las primeras revisiones es abordada por Pérez (1999) (15), que describe las principales especies de artrópodos (4 ácaros y 33 insectos plaga), introducidos en la España peninsular en los últimos 50 años. Una reciente recopilación sobre artrópodos y nematodos de interés para la agricultura en las Islas Baleares contabiliza respectivamente 26 y 2 especies (16). En el archipiélago Canario se han contabilizado 57 artrópodos invasores (17), siendo el número de especies introducidas mucho más elevado. No obstante, se hace hincapié en que, por cuanto concierne a los insectos, es altamente probable que el número de especies invasoras sea bastante más elevado, puesto que las especies sin trascendencia económica no suelen estar sujetas a un seguimiento detallado (18). Prueba de esto es el número de especies exóticas que poco a poco se van añadiendo al listado de especies alóctonas presentes en España gracias al creciente numero de estudios en la materia de la última década (Tabla 3.4.2.).

Tabla 3.4.2. Algunas aportaciones sobre artrópodos exóticos invasores.

Autor/es	Especies
Sánchez 2003 (19), Pujade-Villar y Riba-Flinch 2004 (20)	Dos especies australianas de eulófidos.
Montagud 2004 (21)	Nuevas localizaciones de *Paysandisia archon*.
Alonso-Zarazaga 2005 (22)	Notifica la presencia en al País Vasco de *Rhyephenes humeralis*, una plaga de *Pinus radiata*.
Bercedo et al. 2005 (23)	Primera cita de *Ozognathus cornutus*.
Bercedo et al. 2007 (24)	Primera cita de *Clada* (Clada) *latipennis*.
López et al. 2007 (25)	Reportan la primera cita en la Península de *Gnathotrichus materiarius* y *Xylosandrus germanus*.
Yus Ramos et al. 2007 (26)	Informan sobre la presencia de *Pseudopachymerina spinipes* en la península Ibérica.
Roiz et al. 2007 (27)	Informan sobre la distribución de *Aedes* (Stegomyia) *albopictus*.
Castro 2007 (28)	Aporta nuevos datos sobre la expansión de *Sceliphron curvatum*.
Reyes López et al. 2008 (29)	Amplían a 13 la relación de especies de hormigas alóctonas de Andalucía citando por primera vez en la península Ibérica a *Cardiocondyla emeryi*.
Vercher 2010 (30)	*Tuta absoluta*.

Fuente: PHORON-SEA (www.sea-entomologia.org/PHORON/invasivas.htm) y GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas.

En cuanto a las vías de entrada, y en línea con el patrón europeo (31), las introducciones intencionales (por ejemplo, por control biológico), juegan un papel de menor importancia en las invasiones de los invertebrados terrestres, tratándose en su gran mayoría de introducciones accidentales a través del transporte de mercancías (particularmente de plantas, flores, frutas, etc.), o como polizones en medios de transporte.

Fauna acuática

Entre la fauna exótica naturalizada en las masas de agua de la península Ibérica destacan 47 especies de invertebrados (3 cnidarios, 9 platelmintos, 1 nematodo, 8 moluscos, 3 anélidos, 20 crustáceos y 3 insectos) (32). La mayoría de los platelmintos ahora registrados sobre peces autóctonos habrían entrado junto con alguna especie de peces exóticos (32). Entre los crustáceos *Procambarus clarkii*, *Cherax destructor* y *Pacifastacus leniusculus* han sido introducidos para su explotación comercial y pesca deportiva, alegando además para la última de ellas supuestos fines ecológicos. Otras dos han entrado de forma accidental mediante aguas de lastre *(Eriocheir sinensis)* y por el comercio internacional de peces para la acuicultura y para actividades recreativas *(Lernaea cyprinacea)*. Asimismo, es probable que mediante aguas de lastre o bien incrustadas en los cascos de embarcaciones recreativas, se haya producido la introducción de tres especies de moluscos: *Dreissena polymorpha*, *Corbicula fluminea* y *Potamopyrgus antipodarum* (para las últimas dos también se citan actividades relacionadas con la pesca), mientras que otras dos podrían haber sido introducidas a través de la acuariofilia y la acuicultura: *Melanoides tuberculata* y *Pomacea canaliculata* (32,33,34).

3.4.2.4. Fauna vertebrada

Peces

Una reciente revisión llevada a cabo en el marco de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos eleva el número de especies introducidas de 25 a 27 (33), que representan el 45% de la ictiofauna. Doce de ellas, 10 de las cuales tienen una distribución amplia, inciden de forma particularmente negativa sobre los ecosistemas acuáticos. Por otra parte, *Cichlasoma facetum* y *Pseudorasbora parva*, pese a tener un área de distribución más restringida, constituyen también un importante factor de amenaza, la primera por solaparse y depredar sobre el endemismo ibérico *Anaecypris hispanica*, y la segunda por su elevada capacidad de dispersión y por ser reservorio de una enfermedad que afecta a los pequeños ciprínidos. El análisis de las vías de entrada indica que 4 han sido introducidas como especies ornamentales y a través de la acuicultura (2 por cada vía de entrada), 12 para la pesca deportiva, 4 para la mejora de poblaciones naturales, 5 a través de la acuariofilia y 1 para control biológico (33).

Anfibios y reptiles

Pleguezuelos et al. (2003) (35) diferencian, con relación a la época de introducción, una época antigua (a partir del Neolítico), en la cual se introdujeron unas 16 especies de procedencia mediterránea y una época moderna (a partir de mediados del siglo pasado), que cuenta con al menos 12 especies introducidas, cuya procedencia es más global y cuya vía de entrada está principalmente relacionada con el comercio de animales de compañía. Aunque en la actualidad continúen produciéndose introducciones accidentales a través del transporte de mercancías, la mayoría de las especies están siendo introducidas en el medio natural de manera intencional (sueltas) y/o negligente (escapes), siendo principalmente mascotas procedentes del comercio de animales. Por otro lado, cabe señalar la presencia de otras 28 especies de introducción reciente (también procedentes del comercio de animales), que sólo están aclimatadas y 17 especies autóctonas con poblaciones traslocadas. No obstante, 2 de las 28 especies aclimatadas (*Lampropeltis getulus* y *Ramphotyphlops braminus*) ya han establecido poblaciones reproductoras y es probable que el número de especies exóticas encontradas en el medio natural siga al alza debido al incremento del comercio de animales.

Aves

La lista española de especies introducidas y establecidas propuestas inicialmente por el Grupo de Aves Exóticas de SEO/Birdlife, para el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras*, incluye 65 especies pertenecientes a 17 familias (36). De ellas 60 se encuentran en el territorio peninsular y en el archipiélago Balear (tan sólo 5 de ellas no han logrado reproducirse), y 54 en el archipiélago Canario (para 16 de las cuales no ha sido observada la reproducción). De las 65 especies, 29 tienen características invasoras habiéndose observado 28 en la Península y Baleares y 22 en Canarias (Tabla 3.4.3.).

Tabla 3.4.3. Número de especies de aves con características invasoras.

Especies	Península y Baleares	Canarias	Tendencia al alza
Establecidas	12	7	6
A punto de establecerse	12	2	3
Han logrado reproducirse	3	6	1
Sin reproducción conocida	1	7	-

Fuente: Modificado de GAE-SEO/BirdLife 2010 (36).

Como en el caso de los anfibios y de los reptiles, las introducciones se han producido de forma intencionada (suelta) y/o negligente (escapes), siendo el comercio de animales (animales de compañía y/u ornamentales) la principal vía de entrada, seguida muy de lejos por la caza, responsable de la introducción de al menos 5 especies. Cabe además señalar que otras 5 son especies que llegan hasta nuestros territorios por movimientos migratorios desde países vecinos donde han sido introducidas.

Mamíferos

La historia de las introducciones de mamíferos es muy antigua y se remonta al menos al principio del Neolítico. Las introducciones antiguas implican a especies silvestres comensales de los humanos, antropófilas, y domésticas, sucesivamente asilvestradas (37). A nivel nacional, si se tienen en cuenta las introducciones más antiguas, el porcentaje de especies introducidas ronda el 15% (38).

En islas pobladas desde antiguo como las de la cuenca del Mediterráneo, los mamíferos no voladores introducidos han sustituido por completo a la fauna autóctona (39), como es el caso, por ejemplo, del archipiélago Balear, donde durante el Pleistoceno superior y el Holoceno había sólo tres especies, todas endémicas, de mamíferos terrestres *(Myotragus balearicus, Eliomys morpheus y Asoriculus hidalgoi)* (40). En el caso de Baleares es, por tanto, fundamental discriminar entre especies introducidas antiguamente, consideradas en la actualidad como neoendemismos y representados por subespecies endémicas *(Crocidura russula ibicensis, Crocidura graveolens balearica, Apodemos sylvaticus ibicensis, Apodemos sylvaticus frumentariae, Mus spretus parvus, Elyomis quercinus ohiusae, Marte martes minoricensis* y *Genetta genetta isabelae)* (41), y aquellas que siguen generando impactos negativos (como por ejemplo *Rattus rattus, Rattus norvegicus* y *Mus musculus*), así como otras introducidas recientemente como por ejemplo *Nasua nasua*. Por otro lado, 14 especies de mamíferos introducidos están generando impactos de diferente magnitud en las islas del archipiélago Canario (42,43).

En el territorio peninsular el número de especies exóticas invasoras es relativamente pequeño, destacando entre ellas *Neovison vison, Ammotragus lervia, Myocastor coipus* y *Procyon lotor*. No obstante, es particularmente preocupante la tendencia al alza del comercio de especies cuyas características hacen probable su naturalización e incluso la posibilidad de volverse invasoras, teniendo en cuenta que alguna de ellas ya se considera naturalizada o invasora en otros países.

Entre las principales vías de entrada se señala la cría de animales para la producción de pieles, la caza y las introducciones con el fin de ampliar la diversidad biológica. Sin embargo, en los últimos años se está produciendo un cambio importante que convierte al comercio de animales de compañía, a las sueltas y a los escapes, en las principales vías de introducción.

3.4.2.5. Especies exóticas invasoras del medio marino

El mar Mediterráneo es excepcionalmente susceptible a las invasiones biológicas. En la actualidad se han contabilizado 569 especies exóticas invasoras (44), entre algas, invertebrados y peces. El creciente papel del Mediterráneo como eje central para el transporte marítimo internacional, el aumento en el desarrollo de la piscicultura marina durante los últimos 25 años y la ampliación continua del Canal de Suez, han contribuido y contribuyen al aumento de especies exóticas desde mediados del siglo pasado. Por otra parte, las costas atlánticas europeas albergan otras 200 especies exóticas cuyas principales vías de entrada están asociadas a la navegación (aguas de lastre y *fouling*) y la acuicultura (44). Aunque no se hayan producido todavía extinciones debido a la introducción de especies exóticas invasoras, sí que se ha registrado el descenso en la abundancia de especies e incluso extinciones locales en coincidencia con su presencia (44).

En un catálogo preliminar de especies marinas no nativas en aguas costeras de España (Península y Baleares) se han listado un total de 80 especies (45). Por otro lado, en un estudio sobre la fauna exótica del puerto de Valencia, se han registrado 16 especies exóticas, 13 de las cuales todavía no estaban catalogadas (46). Por lo que concierne a las vías de entrada, se han documentado, para el puerto de Barcelona, las aguas de lastre y sus sedimentos, el fouling y el acuario (47). Además, la acuicultura tiene también un papel importante, habiéndose introducido en las costas atlánticas especies de reconocido carácter invasor como *Crassostrea gigas* (48) y *Artemia franciscana* en las costas mediterráneas occidentales (49).



ESPECIES EXÓTICAS INTRODUCIDAS EN ESPAÑA INCLUIDAS EN LA LISTA DE LAS 100 ENTRE LAS PEORES ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS EN EUROPA, ELABORADA EN EL MARCO DEL PROYECTO DAISIE (2010) (50). Entre paréntesis se representa el número de EEI presentes en España frente al total Europeo.

Especies acuáticas marinas (15/32)
Alexandrium catenella, Balanus improvisus, Bonnemaisonia hamifer, Caulerpa racemosa cylindracea, Caulerpa taxifolia, Codium fragile tomentosoides, Crassostrea gigas, Crepidula fornicata, Ficopomatus enigmaticus, Marsupenaeus japonicus, Percnon gibbesi, Rapana venosa, Styela clava, Tricellaria inopinata, Undaria pinnatifida.

Especies de aguas continentales (9/16)
Anguillicola crassus, Aphanomyces astaci, Corbicula fluminea, Cordylophora caspia, Crassula helmsii, Dreissena polymorpha, Elodea canadensis, Eriocheir sinensis, Procambarus clarkii, Pseudorasbora parva, Salvelinus fontinalis.

Hongos terrestres (3/3)
Ophiostoma novo-ulmi, Phytophthora cinnamomi, Seiridium cardinale.

Invertebrados terrestres (11/16)
Aedes albopictus, Aphis gossypi, Bemisia tabaci, Cameraria ohridella, Ceratitis capitata, Frankliniella occidentalis, Harmonia axyridis, Leptinotarsa decemlineata, Linepithema humile, Liriomyza huidobrensis, Spodoptera littoralis.

Plantas terrestres (13/18)
Acacia dealbata, Ailanthus altissima, Ambrosia artemisifolia, Campylopus introflexus, Carpobrotus edulis, Cortaderia selloana, Fallopia japonica, Impatiens glandulifera, Opuntia maxima, Oxalis pes-caprae, Paspalum paspalodes, Prunus serotina, Robinia pseudoacacia.

Vertebrados terrestres (12/15)
Branta canadensis, Cervus nipón, Lithobates catesbeianus, Neovison vison, Myocastor coypus, Ondatra zibethicus, Oxyura jamaicensis, Procyon lotor, Psittakula krameri, Rattus norvegicus, Threskiornis aethiopicus, Trachemys scripta.

■ 3.4.3. INTERACCIONES ENTRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS

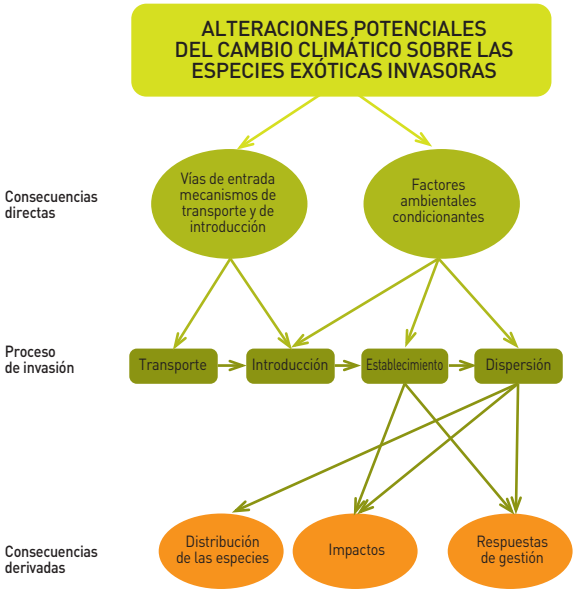
El actual fenómeno de calentamiento global, de origen antrópico, es el más rápido jamás registrado (51). El sistema climático en su conjunto, está sufriendo una reorganización de los elementos que lo componen como, por ejemplo, el sistema océano-atmósfera, ciclos químicos, etc. Esto, conjuntamente con otros factores del cambio global (cambios de uso del suelo, la globalización del comercio, etc.), puede provocar una alteración generalizada de la biota en términos de supervivencia y distribución.

Numerosos estudios relacionan claramente los cambios del clima con la respuesta de especies animales y vegetales, que se manifiesta a través de cambios en la fenología y la distribución de diferentes taxones y en diferentes ecosistemas (52,53,54,55). También se ha documentado la posibilidad de un incremento de la vulnerabilidad y pérdida de especies bajo diferentes escenarios del cambio climático (56,57,58).

En este contexto, gran parte del esfuerzo se ha centrado en las especies nativas (especialmente las más vulnerables), plagas y enfermedades (59), dedicándose menor atención a las especies exóticas invasoras (60). Sin embargo éstas, a la par que la biota nativa, también son afectadas por el cambio climático y por otros factores del cambio global (61).

Numerosos investigadores mantienen la hipótesis de que el problema de las especies exóticas invasoras se verá afectado por las consecuencias del cambio climático (59,62,63,64,65), pudiendo actuar sobre su lugar de origen, vías de entrada y zonas receptoras (66,59) (Figura 3.4.1.).

☐ **Figura 3.4.1.** Alteraciones del cambio climático sobre los procesos de invasión.



Fuente: Modificado de Hellmann et al. 2008 (59).

Además, es posible que por las consecuencias del cambio climático puedan convertirse en invasoras algunas especies que actualmente no lo son, mientras que otras que sí lo son, podrían convertirse en una mayor amenaza o por el contrario sucumbir (59).

Las modificaciones en los patrones comerciales (nuevos destinos turísticos, cambios en la productividad primaria, etc.), generados como respuesta al cambio climático podrían llegar a alterar la composición de las especies invasoras que se están difundiendo a nivel global. Nuevos acuerdos económicos podrían incrementar el comercio a través de una misma ruta comercial o bien generar nuevas rutas, afectando al número de especies transportadas, su supervivencia durante el desplazamiento y la frecuencia de las introducciones. De particular preocupación es la posible apertura de un pasaje al Noroeste provocado por el deshielo del Ártico que podría alterar profundamente la navegación acelerando el transporte marítimo e implicando como consecuencia nuevas invasiones (59).

La dispersión a larga distancia de las especies exóticas invasoras podría además verse afectada por una mayor frecuencia de fenómenos extremos (tormentas, inundaciones, etc.), por cambios en los patrones de circulación atmosférica (67,59) o por los nuevos gradientes climáticos, que podrían determinar la tasa y dirección de propagación de las especies exóticas invasoras. Asimismo, los fenómenos extremos podrían afectar a los ecosistemas receptores minando su resiliencia y volviéndolos más vulnerables a las invasiones.

De cara a las invasiones, las características de los ecosistemas de acogida juegan un papel fundamental. Las perturbaciones generadas en el ecosistema como consecuencia del cambio climático, podrían crear condiciones desfavorables para las especies nativas, incapaces de adaptarse al medio cambiante, y favorecer, por el contrario, a especies introducidas que, con mayor capacidad de adaptación, serían más competitivas (65). Así, el cambio climático puede brindar condiciones favorables para especies exóticas cuyo movimiento es promovido para las actividades humanas (52).

Por otro lado, las nuevas condiciones climáticas podrían romper el equilibrio del ecosistema favoreciendo algunas especies nativas sobre otras, como es el caso observado en respuesta a temperaturas más elevadas en *Thaumetopoea pityocampa* que, en Sierra Nevada y Sierra de Baza, ataca con más intensidad a poblaciones relictas de *Pinus sylvetris* (68) e *Ips typographus*, que están cambiando su ciclo reproductivo, pudiendo generar serios problemas en los bosques montanos europeos (65). Posibles cambios en las interacciones entre especies nativas (especies desplazadas y neodominantes), imponen serios problemas de gestión, ya que las nuevas condiciones podrían favorecer a especies exóticas invasoras y potencialmente invasoras.

No obstante, es necesario tener en cuenta las interacciones del cambio climático con otros factores del cambio global. La deposición de nitrógeno, el aumento de la concentración de CO_2 en la atmósfera, el calentamiento global, la frecuencia de los incendios, los cambios en los patrones de precipitaciones, junto con la modificación del uso del suelo que incrementan la fragmentación del hábitat y alteran los regímenes de perturbación de los ecosistemas tendrán un papel cada vez más relevante en el éxito de las especies exóticas invasoras (61,62,66).

Con el estado actual de conocimientos hacer previsiones certeras sobre el resultado de las interacciones entre cambio climático y especies exóticas invasoras es tarea complicada. Por un lado, la secuencia de eventos que conforman un proceso de invasión se caracteriza por factores económicos, biogeográficos, ecológicos y evolutivos singulares (69). Aunque sea posible detectar algunos rasgos biológicos que podrían desempeñar un papel importante a la hora de "predecir" el éxito de un futuro invasor, éstos no son un factor determinante para predecir con seguridad si una especie tiene el potencial para ser un buen invasor o no. Por otro lado, es importante tener en cuenta que las proyecciones climáticas se basan en resultados de modelos informáticos que implican simplificaciones de procesos físicos reales que actualmente no se comprenden del todo. A

esto se añaden las interacciones de ambos elementos (invasiones biológicas y cambio climático), con otros factores del cambio global, todos ellos caracterizados por una gran variabilidad espacio-temporal.

Aunque sea posible avanzar hipótesis razonables sobre la base de los avances científicos realizados en este campo durante la última década, los procesos de invasión vinculados con el cambio climático levantan todavía muchas cuestiones a resolver en el futuro.

3.4.3.1. Ecosistemas Terrestres

Plantas

Hay un consenso general de que el cambio climático favorecerá nuevas invasiones biológicas así como la dispersión de especies exóticas invasoras ya establecidas (64). En el caso de las plantas, los efectos del cambio climático podrían alterar los ecosistemas nativos permitiendo el establecimiento y dispersión de nuevas especies y/o favorecer las características biológicas de taxones concretos. Asimismo, la resiliencia de las comunidades nativas a las invasiones podría verse severamente afectada por la pérdida de especies clave o grupos funcionales (70), ya que el cambio climático podría alterar la composición y abundancia de especies de una comunidad y sus relaciones interespecíficas.

Un estudio llevado a cabo sobre 1350 especies de plantas en Europa prevé profundos cambios en los ecosistemas y comunidades para finales del presente siglo; bajo el peor escenario de cambio climático se llegarán a perder una media del 42% de especies y se producirá un recambio del 63% (57).

El cambio climático implica la generación de nuevas condiciones mediante variaciones en la temperatura, precipitaciones, humedad, concentración de CO_2 y la deposición de nitrógeno, que actúan como factores de selección, alteran las comunidades, los ecosistemas y sus interrelaciones ofreciendo condiciones favorables para el establecimiento y propagación de especies exóticas, ya sean nuevas o ya establecidas aunque en estado de latencia (52,64). En este contexto, la capacidad individual de adaptación a las nuevas condiciones se convierte en un factor crítico para el éxito o el fracaso de una invasión.

Temperatura

Aunque existan varias especies vegetales cuya distribución ha cambiado como consecuencia del cambio climático (71,72), la respuesta de las plantas al incremento de temperatura parece ser, sobre todo, fenológica. En un estudio realizado en 21 países europeos se ha evidenciado la influencia de la temperatura sobre la fenología de las especies (adelantamiento medio de la primavera / verano de 2,5 días $^{o}C^{-1}$, demora en el amarillamiento de las hojas y caída de 1,0 días $^{o}C^{-1}$, hallando para 19 países, una correlación significativa entre los cambios observados en la primavera y el calentamiento medido en cada país (55).

Las ventajas de una estación de crecimiento más larga y un incremento en las temperaturas podrían repercutir positivamente sobre la reproducción de ciertas especies (mayor producción de semillas, biomasa o frutos). En particular, algunas podrían verse aventajadas por la mayor actividad de los insectos polinizadores durante veranos más largos (73). Por el contrario, otras especies podrían verse fuertemente perjudicadas debido a la posible insurgencia de una asincronía que rompiese la relación de mutualismo entre plantas y polinizadores o dispersantes, como consecuencia de los cambios fenológicos (74).

Por ejemplo, una mayor duración de la estación de crecimiento parece controlar la distribución de la especie invasora *Impatiens glandulifera*, así como la distribución de *Fallopia japonica* que, junto con la temperatura, vería impulsada su distribución (75); estos cambios ambientales también explicarían la mayor presencia de *Trachycarpus fortunei* en Europa (76).

En un estudio llevado a cabo sobre viveros comerciales se ha puesto en evidencia que un elevado número de especies exóticas sobrevive 1.000 kilómetros más al norte de su área de distribución natural (77). Así mismo, en el Reino Unido se ha comprobado que, de 534 especies comercializadas en el siglo pasado, el 27% fueron halladas fuera de cultivo, de las cuales el 30% establecieron poblaciones en el medio (78).

Las temperaturas invernales más cálidas, el aumento más marcado de los ciclos húmedos y secos y una creciente estacionalidad podrían favorecer a plantas acuáticas invasoras como *Eichhornia crassipes*, provocando una explosión en la actividad sexual de la especie y dando lugar a una mayor variabilidad genética que podría aumentar su resistencia (73). Con veranos más calidos y secos, es probable también que aumenten las floraciones de algas, como *Didymosphenia geminata*, acrecentando su capacidad de expansión.

Existen diferentes modelos conceptuales para predecir la distribución de especies en función de los distintos escenarios de cambio climático. Se ha documentado que el efecto del cambio climático sobre la dinámica de la vegetación en las islas del Mediterráneo puede ser muy importante por si sólo, destacando la importancia de su interacción con el CO_2 (63). Las invasiones reflejaron ser altamente dependientes de la composición inicial de los ecosistemas y de las condiciones locales del medio, siendo la tasa de perturbaciones en el ecosistema el principal factor que controlaría la suscepti-

bilidad a las invasiones a corto plazo. En general, los diversos modelos muestran que: a) diferentes elementos pueden actuar en combinación (63,79), b) es probable que los efectos del cambio climático puedan producir alteraciones graves en las comunidades nativas abriendo el camino a las especies oportunistas (64), c) la simulación de los impactos negativos de cambio climático en los ecosistemas nativos apunta a que puedan facilitar las invasiones (64).

Pese a todo se debe destacar la importancia de la respuesta individual de las especies a los cambios en el medio y, sobre todo en el caso de las especies exóticas invasoras, la importancia de realizar predicciones especie por especie.

Concentración de CO_2

Con respecto al aumento de la concentración de CO_2, las especies cultivadas individualmente con vía fotosintética C3 responden con más eficiencia que las C4 y CAM, aunque su respuesta cambia en presencia de otras especies. Constituyen una excepción aquellas C3 en simbiosis con microorganismos fijadores de nitrógeno que responden muy bien en ambas condiciones, aunque las respuestas de las especies nativas e invasoras del mismo tipo no son estadísticamente diferentes en ambientes libres de competencia. Esto parece indicar la importancia de tener en cuenta la comunidad en que viven a la hora de realizar las predicciones (80).

El aumento de la concentración de CO_2 puede jugar un papel relevante a la hora de retardar las sucesiones en las comunidades vegetales de praderas permitiendo la persistencia de especies de la primera fase, como son muchas plantas invasoras. En comunidades mixtas C3-C4 la respuesta puede cambiar en función de otros factores (disponibilidad de agua, nutrientes, etc.), complicando predecir qué especies se verán favorecidas (80). Las diferentes respuestas de las especies vegetales a las altas concentraciones de CO_2 pueden alterar los ecosistemas favoreciendo la probabilidad de invasiones.

La eficiencia en el uso del agua de las plantas aumenta con altas concentraciones de CO_2, debido a la reducción de la conductancia de los estomas, incrementando la humedad del suelo. Este aumento de la humedad edáfica podría ser una ventaja para especies que ven limitada su distribución por la disponibilidad de agua. Las respuestas de las plantas para reducir la evapotranspiración podrían ser disminuir la tasa de reducción de la humedad del suelo (que podría extender el período de crecimiento en los climas secos), o bien una tasa similar de reducción de dicha humedad, aumentando la producción de biomasa por unidad de agua transpirada (81).

Por otro lado, elevadas concentraciones de CO_2 pueden afectar los procesos de descomposición influenciando cuantitativa y cualitativamente la exudación de las raíces, afectando a la composición de las comunidades microbianas e influyendo en la accesibilidad de los nutrientes. Este es el caso de algunas plantas de crecimiento rápido C3 combinado con gran biomasa subterránea, propia de muchas invasoras clonales que, al volverse dominantes podrían afectar a la disponibilidad de nutrientes (80) y cambiar las propiedades del subsuelo, repercutiendo en el funcionamiento del ecosistema (82).

Incendios y eventos extremos

El calentamiento climático y la reducción de las precipitaciones podrían prolongar las sequías y aumentar el peligro de incendios beneficiando a las especies exóticas (83,84). El riesgo es aún más alto si se considera el aumento en la producción de biomasa y la acumulación de hojarasca inducido por el aumento de la temperatura y de concentración de CO_2 (80). La posible colonización, establecimiento y dominancia de especies exóticas invasoras en áreas quemadas podría establecer un mecanismo de retroalimentación positivo entre la propia especie invasora y el ciclo del fuego, por el cual cambia el régimen del fuego a la par que las especies invasoras prosperan (85) (Figura 3.4.2.). Esta situación ha sido descrita para la gramínea *Ampelodesmos mauritanica* en la cuenca del Mediterráneo norte (83).

☐ **Figura 3.4.2.** Ciclo de retroalimentación positiva entre los incendios y las invasiones biológicas.



Fuente: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas

Eventos extremos como inundaciones, tormentas, sequías, etc. actúan como elementos de perturbación, provocando cambios en la composición y estructura de los ecosistemas y aumentando el riesgo de nuevas invasiones (64,84).

Las áreas urbanas y los biocombustibles

Teniendo en cuenta que muchas especies exóticas invasoras se encuentran en centros urbanos donde ya se están beneficiando de un clima más favorable (86), la ciudades junto con entornos protegidos (por ejemplo, invernaderos) podrían ser un potencial epicentro de invasiones (64).

El incremento de la demanda de energía en la región mediterránea por el aumento de la urbanización y el desarrollo económico, la inestabilidad geopolítica por el mercado de los combustibles fósiles, el cambio climático y la necesidad de una alternativa "verde" a dichos combustibles, han impulsado el desarrollo de sistemas de cultivo de biomasa vegetal para la producción de biocombustibles. Sin embargo, varias de las especies propuestas para cultivo son invasoras en algún lugar del mundo (87).

Se ha demostrado el riesgo que conllevan algunas de las especies seleccionadas, tales como *Arundo donax*, catalogada como una de las 100 peores EEI por el ISSG/UICN, puesto que sus rasgos ideales (rápido crecimiento, eficiencia en el uso del agua, etc.) son comunes a las especies exóticas invasoras (88).

Actualmente, los cultivos para biocombustibles no están tan extendidos en España, y la producción de biomasa se basa principalmente en el cultivo de *Brassica napus* y *Helianthus annuus* y, en menor medida, en los cultivos tradicionales. No obstante, en los últimos años se están llevando a cabo varios programas con el fin de investigar la producción de cultivos de alto rendimiento *(Hibiscus cannabinus* y *Helianthus tuberosus)*. La situación entraña un serio riesgo medioambiental ya que algunos de los géneros y especies investigadas son invasoras, por ejemplo: *Opuntia ficus-indica, Nicotiana glauca, Miscanthus sp., Festuca arundinacea, Sorghum bicolor, Brassica carinata, Arundo donax, Cynara cardunculus, Avena strigosa, Lolium multiflorum var Westerwold, Eucalyptus spp., Populus sp, Paulownia sp., Leucaena sp* y *Jatropha curca*. Cabe mencionar que en el marco de estas investigaciones también se están utilizando organismos genéticamente modificados (OGM) para mejorar la productividad de varias especies en términos de productividad energética (87).

Insectos

En los insectos varios rasgos biológicos (como la duración del ciclo vital, el número de generaciones, el tamaño, etc.), son influenciados profundamente por el clima y varían en función de la temperatura (89,90). Así mismo, temperaturas cálidas parecen afectar la distribución de muchas especies. Por consiguiente, es previsible que los efectos del cambio climático influyan tanto sobre la biología como sobre la distribución de estas especies (89,90), induciendo respuestas complejas dependientes del ciclo vital y de la estrategia de crecimiento planta-huésped (89).

Si por un lado las especies que poseen ciertos rasgos biológicos (especies generalistas, multivoltinas, etc.), pueden representar un riesgo futuro al ser favorecidas por el cambio climático (90), por otro hay que tener en cuenta el papel que desempeñan otros factores en el contexto de las invasiones como es la presión de propágulo, y la susceptibilidad a las invasiones de los hábitat y de la comunidades receptoras (91,92). Dependiendo del efecto del cambio climático sobre cada uno de los factores mencionados (rasgos biológicos, presión de propágulo, comunidad receptora), el éxito de una invasión puede ser muy diferente.

Las especies herbívoras con amplio espectro trófico (generalistas) tendrán más probabilidades de encontrar una planta huésped que aquellas especialistas (90). Igualmente, los herbívoros cosmopolitas y con hábitos generalistas se presentan más resistentes pudiendo estar preadaptados a la nuevas condiciones climáticas y sobrevivir in situ y / o desplazarse hacia nuevas áreas junto con su planta huésped o en búsqueda de otras plantas (89,90). Por otro lado, los insectos especialistas podrían enfrentarse con más eficacia que los generalistas a la reducción del valor nutritivo de las plantas debido a las crecientes concentraciones de compuestos fenólicos y a la reducción de nitrógeno por efecto del incremento de la concentración de CO_2 (90), pues la alimentación de compensación no suple la reducción en la calidad de la dieta (93).

La sincronía entre insecto y planta huésped es un elemento crítico para la reproducción de muchas especies. Sin embargo, el cambio climático podría producir un desacoplamiento temporal. Insectos con una mayor plasticidad que no estén vinculados a ventanas fenológicas específicas, o aquellos capaces de adaptarse, serán favorecidos con respecto a especies que mantienen una estrecha sincronía con su planta huésped. Una mayor duración del estación de crecimiento (adelantamiento de la primavera), podría además aventajar a las especies multivoltinas, que podrían incrementar el número de generaciones anuales (90).

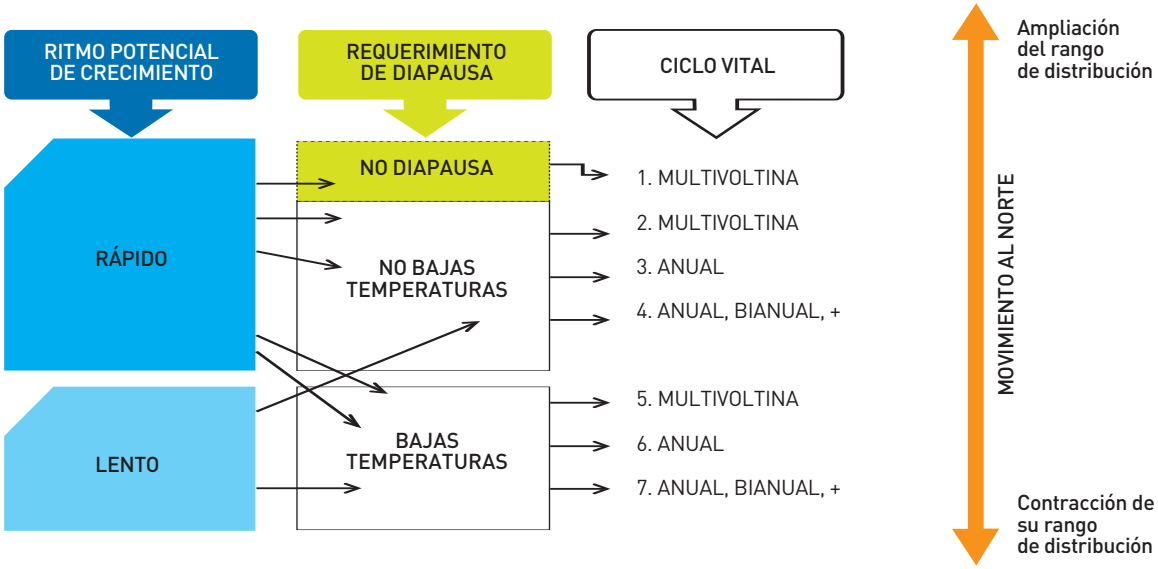
El clima constituye un factor de primera importancia en los insectos pudiendo determinar su tasa de crecimiento, su reproducción y su mortalidad. Temperaturas más elevadas favorecerán la supervivencia de muchas especies en periodo invernal, aumentarán el número de generaciones anuales e incrementarán el impacto de especies-plaga (94). Asimismo acelerarán el desarrollo fisiológico, contribuirán a reducir la mortalidad y a incrementar el movimiento de especies (90,93).

Por ejemplo, el aumento de temperatura habría favorecido la supervivencia invernal de *Thaumetopoea pityocampa* que a lo largo de las últimas tres décadas ha expandido su área de distribución en 87 km al norte en Francia, y 110-230 m en su límite superior de altitud en

Italia (95). Igualmente, se ha documentado un aumento anual del número de especies migratorias de lepidópteros en Inglaterra que estaría relacionado con el incremento de las temperaturas en el sudoeste de Europa, pronosticando una tendencia al alza en el número de invasiones (96). Otros autores apuntan a una mayor supervivencia de aquellas especies sin diapausa invernal y sensibles a las heladas, y a un incremento de su área de distribución como consecuencia del aumento de la temperatura media (89).

De cara a predecir la respuesta de los insectos al aumento de temperaturas, se ha desarrollado un modelo, basado en la tasa de crecimiento y en los requisitos de diapausa, que podría ser de utilidad a la hora de predecir el rango de expansión o de contracción de especies invasoras o potencialmente invasoras (89) (Figura 3.4.3.). Según el modelo, especies de crecimiento rápido y sin diapausa o aquellas que no precisan de bajas temperaturas para inducirla serán las candidatas a expandir su área de distribución en respuesta al incremento de temperatura (90).

□ **Figura 3.4.3.** Modelo simplificado de la respuesta de los insectos al calentamiento del clima.



Fuente: Modificado de Bale et al. (2002) (89).

Otro elemento crítico en el éxito de una invasión es la presión de propágulo, dependiente de la capacidad de dispersión de la especie, de la distancia a recorrer y del tamaño de la superficie que está invadiendo. En el caso de los insectos, el cambio climático puede afectar directa e indirectamente a este factor. Por un lado los cambios en los patrones de circulación aérea podrían facilitar la dispersión de los insectos voladores y su llegada a nuevos lugares (97). Por otro, los cambios potenciales en las producciones agrícolas y forestales en respuesta al cambio climático y el comercio de dichos productos podrían favorecer su llegada a nuevas áreas como contaminantes o polizones.

La liberación de recursos provocada por las perturbaciones en los ecosistemas receptores facilita el éxito de las especies exóticas invasoras. Por sí solo, el cambio climático puede incrementar los niveles de perturbación por medio de eventos extremos, que pueden implicar el detrimento poblacional de especies autóctonas eliminando potenciales competidores y aumentando los recursos disponibles para las especies invasoras (90).

La variabilidad de las futuras condiciones climáticas podría abrir ventanas temporales propicias para las invasiones en lugares donde las condiciones normales lo impedirían, un hecho alarmante en el caso de plagas capaces de generar daños de gran magnitud en tiempos muy cortos (90).

Las nuevas condiciones climáticas podrían también extinguir o desplazar a algunas de las especies nativas dejando una mayor cantidad de recursos disponibles, y ofreciendo una oportunidad de establecimiento para las especies exóticas invasoras (90). Al mismo tiempo, el aumento en la concentración de CO_2 por efecto del cambio climático podría incrementar la disponibilidad de nicho, en términos de estructura de la vegetación, para insectos herbívoros (90).

3.4.3.2. Ecosistemas de aguas continentales

El cambio climático (a través del aumento de las temperaturas, cambios en el régimen de precipitaciones, mayor frecuencia de eventos extremos), afectará profundamen-

te a los ecosistemas de aguas continentales alterando su productividad, la fenología y la distribución de las especies, y facilitando la llegada, el establecimiento y la dispersión de especies exóticas invasoras (74,98).

La generación de nuevos óptimos de tolerancia fisiológica como consecuencia del incremento en la temperatura podría favorecer por un lado, la adaptación y el establecimiento de especies de peces de aguas cálidas y el asentamiento de especies exóticas introducidas y, por otro, desplazar las especies de aguas más frías (98) dejando un nicho vacío potencialmente ocupable por especies exóticas.

Un estudio llevado a cabo sobre ictiofauna en el norte de Europa (99) señala como consecuencia potencial del cambio climático, la expansión de 16 especies de aguas cálidas y las regresión de otras 11. No obstante, el impacto podría ser aún más severo al desplazarse también los patógenos asociados que podrían infectar a las poblaciones autóctonas que carecen de defensas inmunológicas ante ellos (100).

En los ecosistemas de agua dulce ya se han observado cambios fenológicos debidos al cambio climático: el adelantamiento de la reproducción de anfibios (101) y de la emergencia de libélulas (102). Asimismo, se han registrado alteraciones en la composición y diversidad del macrozoobentos en aguas lacustres (103) y el desplazamiento hacia el norte de varios grupos animales (54).

Algunas de las consecuencias potenciales de las alteraciones en las comunidades son la emergencia de fenómenos de competencia por la dominancia y un incremento de la depredación de las especies exóticas sobre las autóctonas. El impacto de los depredadores podría acentuarse sensiblemente en el caso de las especies ectotérmicas ya que su tasa de consumo de alimentos se incrementa con la temperatura (98).

En aguas lacustres de zonas frías, el aumento de las temperaturas invernales podría impedir la formación de la capa de hielo superficial permitiendo que la luz se filtre en la columna de agua y propiciando una mayor concentración de oxígeno disuelto en beneficio de especies de plantas invasoras e ictiofauna depredadora de gran tamaño (98).

Los cambios en los regímenes de precipitaciones y el aumento de la temperatura provocarán a su vez un incremento de la tasa de evapotranspiración y la consecuente reducción de los caudales en las zonas más áridas, condiciones que, conjuntamente con los períodos de sequía, pueden favorecer a las especies exóticas (98).

La dominancia de especies exóticas invasoras, como *Lepomis gibbosus* y *Micropterus salmoides*, sobre otras especies parece verse favorecida por la condiciones de bajos caudales (104). Las especies autóctonas además, una vez desplazadas, pueden volverse presa de especies ictiófagas alóctonas (105).

Episodios de desecación intermitente o de bajo caudal pueden favorecer la invasión de especies con tolerancia a estas condiciones como *Potamopyrgus antipodarum* (98) y *Procambarus clarkii*, capaces de superar situaciones de estrés ambiental refugiadas en los túneles que excavan (106).

Por el contrario, *Oncorhynchus mykiss* podría verse favorecida por un aumento de los caudales a raíz del derretimiento de las masas de nieve en zonas de montaña, en coincidencia con la condiciones hidrológicas de su área de distribución natural caracterizadas por inundaciones invernales y corrientes lentas en verano (107). La alteración de las condiciones hidrológicas podría igualmente favorecer la invasión por parte de especies vegetales riparias (108).

Una ulterior consecuencia del cambio climático señalada para los ecosistemas de agua dulce y estuarinos, es la alteración de la salinidad, que puede influir en el aumento de la competencia entre especies acuáticas, favoreciendo aquellas con más tolerancia a la salinidad, entre las cuales podría haber alguna exótica. Asimismo, especies vegetales halófilas podrían sustituir a aquellas típicas de ribera como *Populus spp.* y *Salix spp* (108). En zonas de estuario, especies como *Eriocheir sinensis*, para cuyas larvas la concentración de sal constituye un factor limitante, podrían beneficiarse de un incremento en la salinidad (98,109). Del mismo modo, la supervivencia de la especie, transportada mediante aguas de lastre, podría incrementarse gracias a una mayor salinidad en las zonas costeras.

Las condiciones climáticas alteradas brindarán la oportunidad al sector de la acuicultura de introducir para su explotación a especies de aguas más calidas, con el consecuente riesgo de escape al medio natural donde podrían encontrar condiciones favorables para su establecimiento (98,110). Además, los cambios en los regímenes de flujo podrían influir sobre el número de escapes desde las instalaciones y en la tasa de introducción secundaria a través de las redes hídricas (98).

La necesidad de garantizar una mayor disponibilidad de agua podría inducir a la construcción de nuevas infraestructuras y a la modificación de la red hidrográfica. Los pantanos constituyen un importante punto de riesgo para la introducción de especies (por ejemplo, para la pesca deportiva), así como un importante foco de expansión, como ha ocurrido con *Dreissena polymorpha* (111). Por otro lado, el abatimiento de barreras geográficas naturales mediante la realización de transvases abre la puerta al movimiento de especies de una cuenca hidrográfica a otra.

3.4.3.3. Medio marino

Las invasiones biológicas, junto con el cambio climático, constituyen una de las amenazas más severas para los océanos. El número de organismos desplazados a nivel global es abrumador y aunque muchas de las especies introducidas no prosperan por las limitaciones climáticas del área receptora, es posible que el calentamiento global remueva esas limitaciones (112).

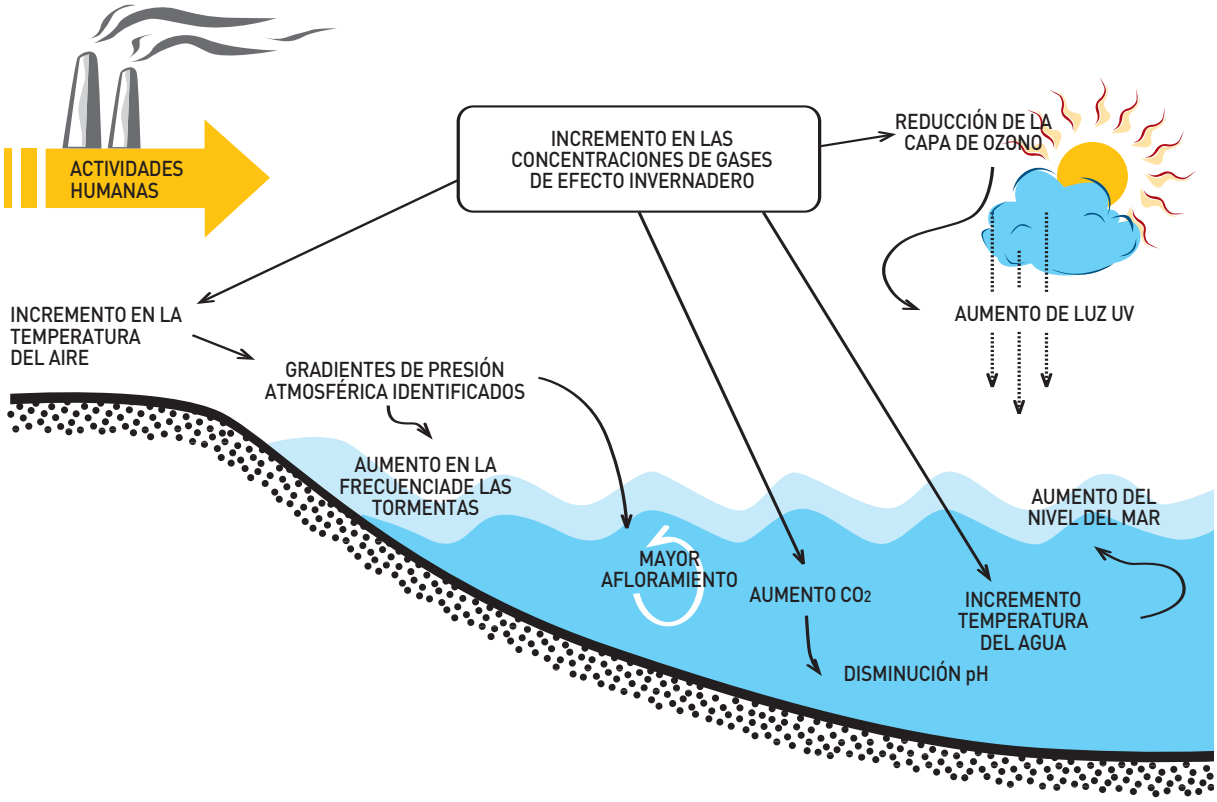
Los organismos marinos se ven afectados por los siguientes componentes del cambio climático (113):

1. El aumento de la temperatura.
2. El aumento del nivel del mar y los cambios subsiguientes en la circulación oceánica.
3. La disminución de la salinidad.

El cambio climático afecta al medio marino facilitando directamente las invasiones biológicas gracias a la alteración de las condiciones físico-químicas del medio, e indirectamente perturbando las pautas de las nuevas comunidades (114).

El cambio climático, y especialmente el calentamiento global, pueden causar una serie de efectos en cascada (115). El incremento de la temperatura junto con las emisiones de CO_2 y de otros gases de efecto invernadero desencadenan una amplia serie de cambios físico y químicos en el medio marino (116) (Figura 3.4.4.).

☐ **Figura 3.4.4.** Cambios abióticos asociados al cambio climático.



Fuente: Modificado de Harley et al. (2006) (116).

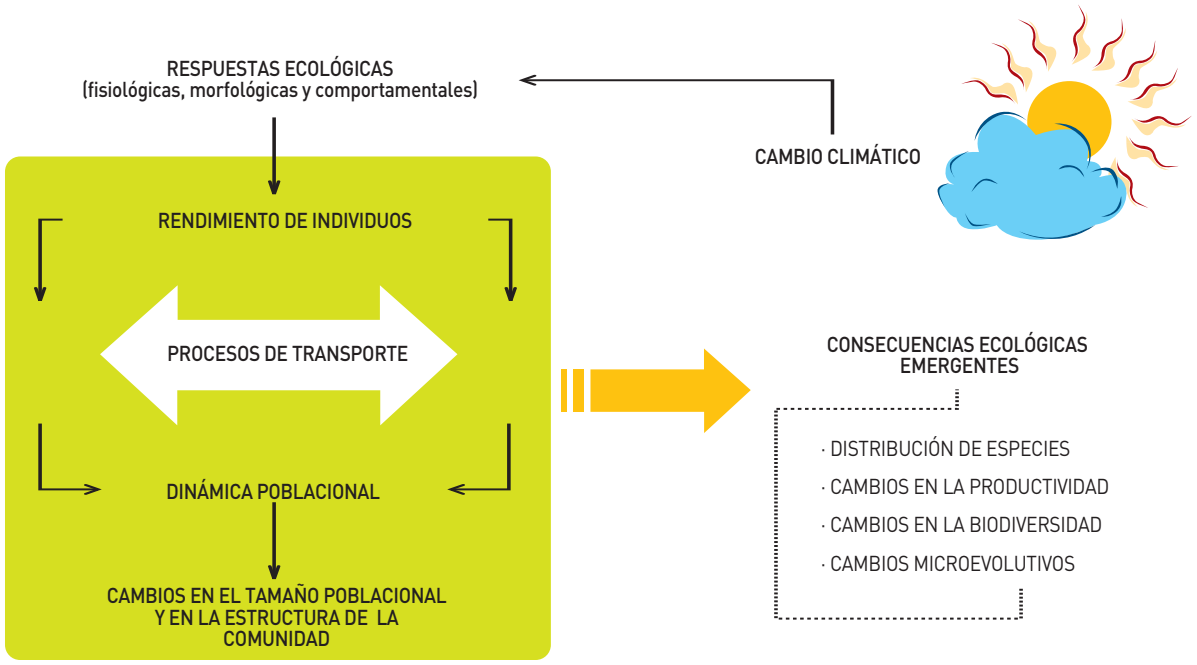
El incremento de temperatura afecta a la estabilidad vertical de la columna de agua y al afloramiento. Los cambios en los regímenes de precipitaciones pueden modificar la dinámica de la salinidad en áreas estuarinas, donde las especies eurihalinas encontrarían un ambiente favorable (115). Los cambios en la circulación atmosférica también podrían cambiar la frecuencia de las tormentas, de los patrones de precipitación y alterar la circulación y, como consecuencia, las vías de dispersión de especies exóticas (114). La circulación oceánica, que juega un rol primario en la dispersión de larvas, sufrirá cambios, afectando a las dinámicas poblacionales de distintas especies (116). La productividad primaria podría resultar perturbada a raíz de las alteraciones en las condiciones atmosféricas que influyen en la penetración de la luz ultravioleta y cambian los patrones de precipitación (115).

Los posibles efectos del cambio climático sobre las invasiones biológicas en los océanos son los siguientes (115):

- Las condiciones más calidas favorecen el incremento poblacional de especies exóticas de aguas cálidas donde ya se encuentran establecidas así como su expansión hacia latitudes más altas. Aquí pueden interactuar con los neogenotipos adaptados al frío de especies no autóctonas, conllevando su extinción (contaminación genética) o permitiendo su existencia sólo en refugios a latitudes más altas.
- Por el contrario, las especies exóticas de latitudes más bajas pueden sucumbir debido al excesivo calentamiento, y ser remplazadas por taxones euritérmicos u otras especies de aguas cálidas.
- Según la dirección de los cambios en la producción primaria, la alteración de la dinámica de la salinidad causada por los cambios en los regímenes de precipitaciones, etc., influirá en las invasiones pudiendo aumentar o disminuir.

De acuerdo con Harley et al. (2006) (116) se deben considerar en primer lugar los cambios en el ciclo vital de una especie marina genérica (Figura 3.4.5.).

□ **Figura 3.4.5.** Potenciales respuestas ecológicas al cambio climático. Los efectos ecológicos de cambio climático global incluyen cambios en las actuaciones de los individuos, en las dinámicas de las poblaciones y en la estructura de las comunidades.



Fuente: Modificado de Harley et al. (2006) (116) y Occhipinti-Ambrogi (2007) (114).

Así, los cambios abióticos asociados al cambio climático conducen a patrones "emergentes" tales como los cambios en la distribución de las especies, en la productividad, en la biodiversidad, y en los procesos microevolutivos, que están relacionados con los efectos de la introducción de especies exóticas, especialmente si constituyen una población dominante o extendida en el nuevo entorno (114,116).

La velocidad a la que nuevas especies se suman a las comunidades será determinada por el cambio climático (116) y hay un consenso general en que la consecuencia del incremento de temperatura es un desplazamiento de taxones hacia los polos y un reemplazo de especies de agua fría por especies de aguas cálidas (114).

El aumento de la temperatura puede facilitar el establecimiento y la dispersión de especies exóticas introducidas intencional o accidentalmente (112).

El incremento de las poblaciones de *Saurida undosquamis* y *Upeneus moluccensis* en los años 50 se atribuyó a una subida de 1,0-1,5 º C en la temperatura del mar durante el invierno de 1954-1955 (117). La aceleración en el ritmo de las invasiones de especies desde el Mar Rojo al Mar Mediterráneo a través del Canal de Suez (migraciones lessepsianas) ha sido corroborada por un número creciente de registros de especies nuevas y su expansión en la cuenca del Mediterráneo. Ya en el año 2002, Galil y Zenetos (118) hacían saltar la alarma sobre las consecuencias del calentamiento global en la tem-

peratura del agua del Mar Mediterráneo, apuntando a que las especies invasoras tropicales podrían verse beneficiadas en detrimento de la fauna autóctona.

Otro ejemplo lo constituye la espectacular progresión de *Caulerpa racemosa* en la mayor parte del Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico (114), cuya tasa de crecimiento está correlacionada positivamente con características favorables para su desarrollo y un clima suave (119).

Cuatro nuevas especies de ictiofauna *(Physiculus dalwigkii, Neoscopelus microchir, Pisodonophis semicinctus* y *Gaidropsarus granti)*, han sido registradas en años recientes en aguas atlánticas del noroeste peninsular (120).

La observación de dos especies tropicales atlánticas como *Pisodonophis semicinctus* y *Gaidropsarus granti* en el Mar Mediterráneo, donde nunca se habían registrado, y su reciente aparición en aguas gallegas, representa un nuevo límite norte de su distribución en el Atlántico nor-oriental, y parece indicar un desplazamiento gradual de estas especies hacia el norte, usando el Estrecho de Gibraltar como una válvula de escape. Además, se ha señalado que, tanto en el Mediterráneo como en aguas atlánticas europeas, este fenómeno ha aumentado rápidamente en la última década (120). Otro ejemplo es la detección del pez tropical *Seriola rivoliana* en aguas atlánticas europeas; su llegada estaría relacionada con el incremento de la temperatura del agua (121).

Los cambios en las comunidades marinas en la composición y abundancia de especies a causa del cambio climático, alterarán la diversidad biológica en su conjunto llegando a afectar el funcionamiento del ecosistema, su productividad y resiliencia (116).

Las alteraciones impulsadas por el clima pueden influir sobre los mecanismos locales de dispersión, debido a cambios en los patrones actuales, y promover interacciones competitivas entre especies exóticas y nativas, debido a la aparición de una nueva térmica óptima y / o diferente química de los carbonatos. La magnitud y variedad de los cambios en el medio físico forzados por el clima, provocarán reacciones en la biosfera, alterando así el equilibrio de las especies autóctonas vs. alóctonas, mediante cambios en el tamaño de las poblaciones y la interacción entre especies (114).

Las especies que son susceptibles de ser transportadas mediante ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), podrían verosímilmente constituir un grupo de especies candidatas para desplazarse gradualmente hacia el Norte con el cambio climático global, o para establecer poblaciones permanentes (cuando antes no podían), si son transportadas al norte por el fenómeno ENOS (115).

Los efectos del aumento en la temperatura constituyen un factor de estrés fisiológico particularmente intenso para aquellas especies que ya se encuentran cerca de sus límites de tolerancia. Temperaturas anómalas pueden ocasionar una destrucción masiva entre los organismos bentónicos (muerte por estrés), cuyos nichos vacíos pueden ser ocupados y colonizados por especies exóticas (114). Una disminución poblacional de taxones que ocupan posiciones tróficas y microhábitat únicos, puede abrir una puerta a organismos invasores (115).

En el sustrato, la competencia por el espacio está fuertemente influenciada por el período de reclutamiento, que a su vez depende de la temperatura. Alteraciones en los patrones estacionales de la temperatura podrían facilitar en un período concreto del año el establecimiento de especies invasoras con repercusiones a largo plazo para el sucesivo reclutamiento de las especies nativas (114).

Se ha documentado que el patrón de reclutamiento de *Botrylloides violaceous*, *Diplosoma listerianum* y *Ascidiella aspersa*, tres ascidias exóticas, coincide con un periodo de bajo reclutamiento de otras especies de ascidias autóctonas, encontrándose una correlación negativa significativa entre la temperatura del agua en invierno y el período inicial de reclutamiento, se ha demostrado que los invasores llegaron a principios de la estación en años con inviernos más cálidos. El reclutamiento de las especies exóticas durante el verano siguiente se correlacionaba positivamente con la temperatura invernal del agua. En las ascidias nativas, por el contrario, la magnitud del reclutamiento fue correlacionada negativamente con la temperatura invernal. Sobre la base de los resultados obtenidos, se ha sugerido además que los mayores efectos del cambio climático sobre las comunidades bióticas pueden deberse más a los cambios de temperaturas máximas y mínimas que a las medias anuales (112).

El incremento de la temperatura oceánica también provoca la expansión de organismos patógenos. Su virulencia puede incluso ser más fuerte, puesto que los agentes patógenos se ven generalmente favorecidos por temperaturas más cálidas en relación con sus huéspedes (113,116). Un ejemplo de éstos son tres patógenos del coral, entre ellos *Aspergillus sydowii*, que podrían aumentar en aguas más cálidas puesto que se desarrollan con temperaturas próximas o superiores a los óptimos del huésped (113). Existe además una correlación positiva entre temperatura y tasas de crecimiento de bacterias y hongos marinos habiéndose detectado muchas epizootias causada por patógenos no identificados en invertebrados y praderas marinas. Aunque se desconozcan los mecanismos de patogénesis, todo apunta a que estarían relacionadas con el aumento de la temperatura (113).

Teniendo en cuenta la tendencia al calentamiento de aguas oceánicas en latitudes medias-altas, se ha propuesto una predicción según la cual en primer lugar las especies restringidas a bajas latitudes colonizarán las latitudes más altas por primera vez y, sucesivamente, se producirá un aumento en la abundancia de especies con afinidad evolutiva para aguas más calientes (115). Así mismo se señalan dos componentes críticos adicionales de la respuesta de la biota marina al cambio climático, cuya documentación sería esencial para determinar si los desplazamientos se están produciendo en ambas especies, nativas e introducidas:

1. Si, como es de esperar, las especies que se expanden hacia el Norte, tienen contracciones correspondientes y simultáneas en el Sur de su área de distribución (por ejemplo, *Littorina littorea* ha ampliado su área de distribución hacia el Norte, mientras que al Sur se ha contraído).
2. Si también los taxones nativos están respondiendo al cambio climático de la misma manera: desplazándose hacia el Norte y volviéndose también en invasores, y contrayéndose al Sur.

3.4.4. CONCLUSIONES

El cambio climático y las invasiones biológicas constituyen por sí solos un serio desafío para la conservación y una de la más importantes amenazas para la biodiversidad. Desde los estudios científicos analizados se desprenden algunas de las interacciones entre estos dos factores del cambio global cuyo impacto ya patente puede magnificarse.

En las últimas dos décadas ambos temas están siendo investigados por separado; sin embargo son todavía muy pocas y muy recientes las investigaciones científicas y económicas sobre las interacciones entre cambio climático y las especies exóticas invasoras y sus impactos sobre los ecosistemas y sus servicios (5).

Respondiendo a la necesidad de gestionar el problema del cambio climático y sus consecuencias, se han dedicado muchos esfuerzos para comprender y prever la futura distribución de las especies bajo diferentes escenarios del cambio climático, aunque éstos hayan sido orientados principalmente hacia las especies autóctonas amenazadas y a especies de interés sanitario teniendo en poca cuenta a las especies exóticas invasoras (59,60). Pese a los avances, los modelos de análisis empleados tienen todavía ciertas limitaciones y sus resultados, aunque válidos, tienen que ser interpretados con cierta cautela.

Entre las diferentes aproximaciones metodológicas para predecir las consecuencias potenciales del cambio climático sobre la biodiversidad bajo diferentes escenarios, una de las más utilizadas es la de los modelos bioclimáticos. Éstos abastecen indicaciones generales de reconocida utilidad si son empleados a macroescala, ya que el clima es predominante sobre otros factores que pueden afectar a la distribución de las especies (122,123). Sin embargo, su fiabilidad a escalas más pequeñas ha sido y es objeto de un amplio debate científico, puesto que otras variables como la dispersión, la estructura del paisaje, las interacciones bióticas, etc. adquieren mucha importancia (122,123).

Para llevar a cabo previsiones sobre la futura distribución de las especies exóticas invasoras en respuesta a los efectos del cambio climático, debe plantearse una aproximación diferente de la que se utiliza para especies autóctonas (59). Las especies exóticas invasoras generalmente son abundantes, sus características biológicas son muy diferentes (rangos de tolerancia más amplios a diferentes condiciones, fases juveniles más rápidas) así como lo son los objetivos de gestión (59). Por otro lado, el clima podría jugar un papel secundario en la introducción, establecimiento y/o expansión de las especies exóticas invasoras.

La introducción de especies exóticas se produce por medios artificiales relacionados con las actividades humanas. Del mismo modo, su dispersión, además de su expansión natural, puede producirse mediante un amplio espectro de vías de entrada y vectores cuyas dinámicas cambian en el espacio y en el tiempo de forma independiente al cambio climático.

Su éxito en el establecimiento podría ser determinado por factores locales diferentes del clima (baja resiliencia del ecosistema, amplia disponibilidad de recursos etc.), pudiendo además ir en contra a cambios evolutivos, un hecho que plantea un reto a la hora de proyectar su futura distribución.

Las interacciones con otros factores del cambio global pueden afectar tanto al cambio climático como a las especies exóticas invasoras y cualquier cambio en el contexto actual podría actuar como un disparador negativo o positivo de futuras invasiones.

Pese a que las preocupaciones sean legítimas, y a la necesidad de incorporar consideraciones relativas al cambio climático a la hora de evaluar los riesgos asociados a la introducción y gestión de especies exóticas invasoras, y seguir investigando las interacciones entre el cambio climático y las invasiones biológicas, el nivel de incertidumbre impone soluciones pragmáticas e inmediatas.

Las invasiones biológicas son un problema actual así como lo son sus impactos. Para luchar contra ello ya existen herramientas de gestión, muchas de las cuales están todavía a la espera de ser implementadas.

3.5. Presiones de los Incendios forestales

■ 3.5.1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son uno de los factores que más influyen sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres (1). El fuego es un factor ecológico de primer orden, particularmente en la región mediterránea, caracterizada por una abundante vegetación y un marcado periodo seco. Esto, unido a una alta presión humana, que facilita muchas fuentes de ignición, hace que los incendios sean particularmente abundantes (2,3,4). Por otro lado, la región mediterránea alberga una fracción muy importante de las especies de flora y fauna de Europa (5, 6) y, tras las zonas tropicales, tanto la región mediterránea como otras zonas de clima mediterráneo del mundo son las áreas con mayor biodiversidad mundial (7). Aunque la influencia del fuego sobre la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas es relativamente bien conocida, sus efectos sobre la biodiversidad a diferentes escalas no lo son tanto (8).

Existen evidencias de que los ecosistemas mediterráneos han estado asociados al fuego desde hace mucho tiempo, como se pone de manifiesto en los numerosos rasgos adaptativos de la vegetación en relación con el fuego (9). No obstante, la resiliencia, esto es, la capacidad de un ecosistema para recuperarse de una perturbación, está estrechamente relacionada con las características del régimen de incendio, es decir, depende de la frecuencia, tamaño, estacionalidad, intensidad y severidad del fuego, entre otros aspectos (10). Cambios en el régimen de incendios pueden alterar la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas. El fuego puede afectar a la composición de la vegetación en tanto que las estrategias de regeneración de las especies son diferentes y el tiempo necesario para que después de un fuego éstas recuperen su potencial regenerativo es también dispar (11). Por tanto, cambios en la frecuencia de incendios pueden favorecer a unas especies en detrimento de otras (12). De hecho, en sentido inverso, se ha comprobado que eliminar el fuego (disminuir su frecuencia) donde ha sido habitual hace que la composición vegetal cambie (13). El fuego también afecta a las poblaciones animales, directa o indirectamente a través de su efecto sobre los hábitat y la disponibilidad de recursos (14,15). De nuevo, cambios en las variables del régimen de incendios pueden afectar de manera diferente a unos y otros, en tanto que la tasa de recuperación de las poblaciones de las distintas especies tras el fuego difiere de unas a otras (16,17). Igualmente, la ocurrencia de incendios, sobre todo en los ecosistemas forestales de tipo mediterráneo, puede suponer un impacto negativo sobre los recursos edáficos, debido principalmente a la erosión y a la pérdida de materia orgánica que ello conlleva (18). Incendios recurrentes pueden conducir a cambios en la fertilidad del suelo y, con ello, afectar al sistema en su conjunto (19,20).

Por otro lado, si miramos al futuro, las proyecciones que se hacen para finales de este siglo indican que es muy probable que el proceso de abandono de tierras marginales continúe (21,22), aumentando la cantidad de combustible y, eventualmente, la peligrosidad de los paisajes ante los incendios, que, en pocas décadas, han pasado a extenderse por buena parte de la geografía española (2). Por otra parte, bajo los escenarios de cambio climático que se anticipan, las situaciones de altas temperaturas y alto número de días sin lluvia se harán más frecuentes (23), dando lugar a una mayor frecuencia de situaciones donde, de producirse una ignición, sea muy difícil hacer frente a los incendios. Esto indica que es probable que el régimen de incendios pueda ser cambiante en el futuro lo que podría afectar a las especies y hábitat protegidos.

Los espacios protegidos juegan un papel fundamental en todas las estrategias de conservación de la biodiversidad. Uno de los principales instrumentos para asegurar la conservación a largo plazo de las especies y los hábitat de Europa ha sido la Directiva Hábitat 92/43/CEE, por la que se ha creado la red ecológica de zonas especiales de conservación, denominada Red Natura 2000. De hecho, el número de áreas protegidas y su superficie en Europa han aumentado espectacularmente en las últimas décadas (24). En España, la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad ha supuesto una serie de innovaciones en la red española de áreas protegidas (ver apartado 5.2), estableciendo el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad. En lo que respecta a los incendios forestales, el Título V de la citada ley recoge como objetivo específico del Fondo para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad (que actuará como instrumento de cofinanciación) el "..apoyar las acciones de prevención de incendios forestales..". Dada la magnitud y significación ecológica de los incendios, interesa conocer su incidencia en estas zonas para valorar mejor en qué medida pueden estar afectando a la biodiversidad de España y cuáles son los riesgos a los que pueden estar sometidos en un contexto de cambio climático.

Es por ello que en este apartado se analiza la ocurrencia de incendios durante las tres últimas décadas en relación a las áreas protegidas de España peninsular. Asimismo, se evalúa cómo variará el peligro meteorológico de incendio para finales de este siglo bajo los escenarios de cambio climático que se prevén. Finalmente, se discuten una serie de recomendaciones sobre las implicaciones para la gestión del territorio y la conservación de la biodiversidad.

METODOLOGÍA

Clasificación de espacios según su nivel de protección y estadística anual de incendios

Se ha procesado la base de datos de las Estadísticas Generales de Incendios Forestales (EGIF) para el periodo 1974-2008 (MARM), con datos diarios de los incendios registrados en España peninsular. La información del número de incendios por año, el área quemada y las causas de incendio se ha espacializado en una malla de cuadrículas UTM de 10 x 10 km, excluyendo los incendios menores de una hectárea (conatos). El área quemada por cada incendio se ha asignado a la cuadrícula donde se inició el incendio según se recoge en las estadísticas.

La base de datos de los incendios se ha cruzado en un Sistema de Información Geográfica (ArcGIS 9.2., ESRI) con el Mapa Forestal de España (1986-1997) escala 1:200.000 (25) y la cartografía de los Espacios Naturales Protegidos (26). Para ello, se seleccionaron en primer lugar aquellos polígonos del Mapa Forestal que estuviesen dominados por masas arbóreas (bosques naturales, repoblaciones y dehesas) y matorrales (Mapa 3.5.1), excluyendo de los análisis las zonas no forestales, como los cultivos y pastizales, dada la menor incidencia del fuego en estas zonas. Se analizaron solamente aquellas cuadrículas que presentaban más de un tercio de superficie forestal. Posteriormente, se calculó para cada una de las cuadrículas forestales, la proporción de superficie ocupada por los diferentes espacios naturales, incluyendo en el cómputo sólo aquellos que tuviesen una superficie de al menos 5.000 ha.

A partir de estos cálculos se dividieron las cuadrículas en tres categorías de protección: 1) *Espacios naturales protegidos (ENP)*, cuando al menos un tercio de la superficie de la cuadrícula estaba cubierta por ENP ya declarados (parque nacional, parque natural, reserva natural, microreserva, monumento natural, paisaje protegido, paraje natural, PEIN, u otras figuras similares); 2) *Red Natura 2000*, aquellas cuadrículas no incluidas en el primer grupo y en las que más de un tercio de su superficie formaba parte de la Red Natura 2000 (Lugares de Interés Comunitario -LIC- y Zonas de Especial Protección para las Aves -ZEPA-); y 3) *No protegida forestal*, cuando no cumplía ninguno de los criterios anteriores, es decir, cuando la proporción ocupada por ENP y Red Natura 2000 en la cuadrícula era menor de un tercio. Posteriormente se procedió a calcular para cada una de las tres categorías de protección el número total de incendios y el área quemada afectada anualmente, la incidencia de los grandes incendios (mayores de 100 ha) y las causas principales de incendio. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v 6.1. (StatSoft, Inc. 2003).

Cálculo del peligro de incendio futuro bajo escenarios de cambio climático

Para calcular el peligro futuro de incendio en las zonas protegidas se utilizaron las proyecciones realizadas por Moreno et al. (2010) (27) para España peninsular. La metodología seguida por estos autores se basó en calcular el Índice de Peligro Meteorológico de Incendios, FWI en su acrónimo inglés (Fire Weather Index) (28), al mediodía y diariamente para el período 1975-2004 o para el periodo 2071-2100 según los escenarios A2 y B2 del IPCC (29). El cálculo del FWI del periodo histórico de referencia (1975-2004) se hizo a partir de datos meteorológicos diarios observados de temperatura (ºC), precipitación (mm), humedad relativa (%) y velocidad del viento (km/h) según datos de la base MARSTAT del Joint Research Center-JRC de la Comisión Europea, sobre una malla de 50 x 50 km. El cálculo del FWI de finales de este siglo se realizó a partir de datos climáticos diarios modelados para el periodo 2071-2100 bajo los escenarios de emisiones A2 y B2 de cinco mode-

los de circulación regional sobre la base de proyecciones de dos modelos de circulación global: HIRHAM-HadCM3, HIRHAM-ECHAM4, PROMES-HadCM3, RCAO-HadCM3, y Arpège-HadCM3 (30). Todos los datos fueron reescalados a una cuadrícula de 50 x 50 km aplicando la interpolación del vecino más próximo. Sobre la base del FWI se calculó el periodo de alerta de incendios, definido como el número de días comprendido entre el primer y último momento del año en que el FWI es mayor o igual a 15 durante 7 días consecutivos, tanto para el período observado como para las proyecciones futuras.

□ **Mapa 3.5.1.** Zonas forestales (arboladas y de matorral) analizadas en este estudio.



Fuente: Mapa Forestal Español (1986-1997).

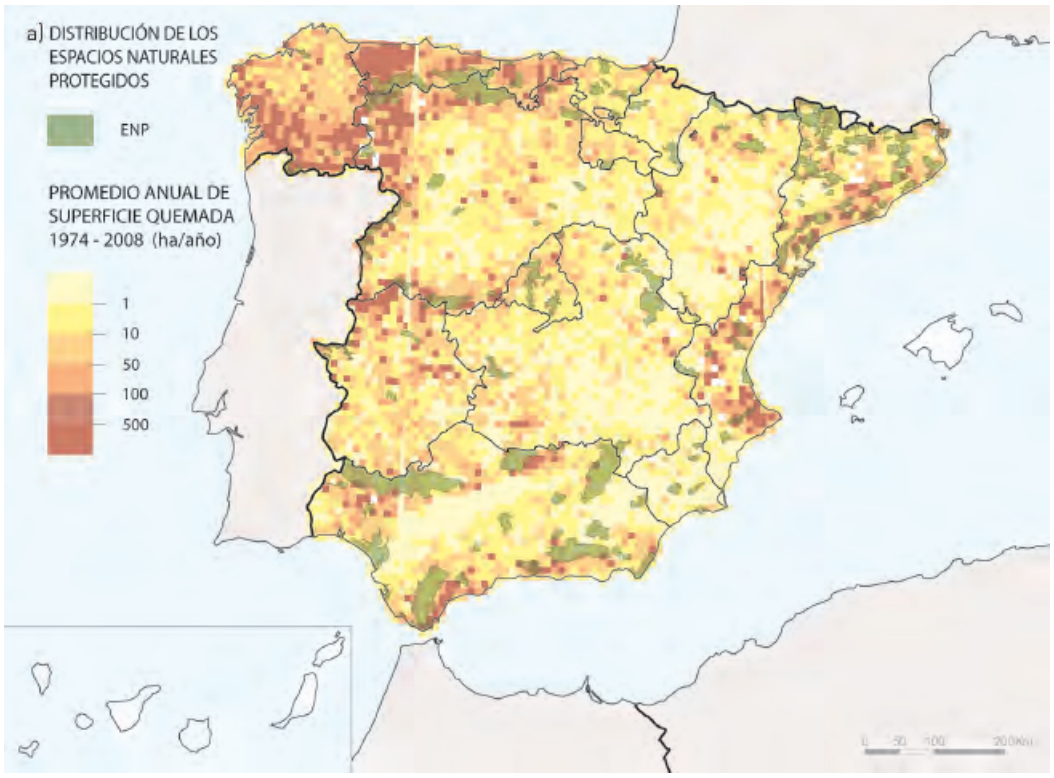
■ 3.5.2. INCIDENCIA DE LOS INCENDIOS EN ÁREAS FORESTALES SEGÚN SU NIVEL DE PROTECCIÓN

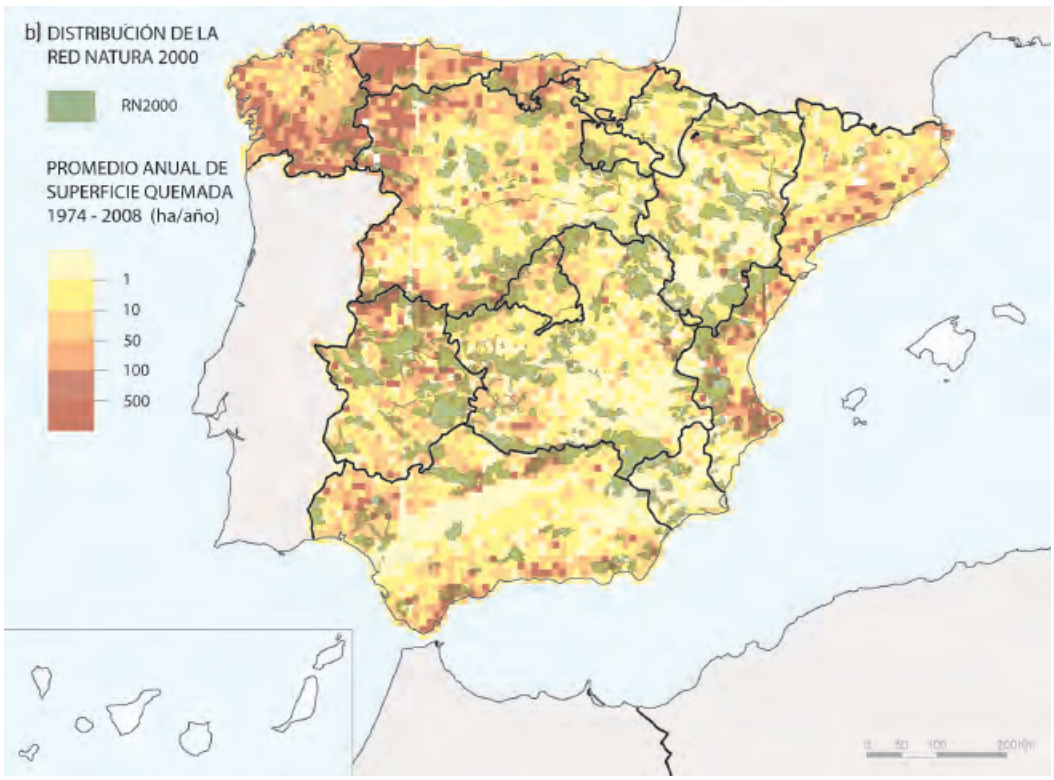
Los ENP y las áreas Red Natura 2000 se encuentran en su mayoría asociados a las zonas forestales. De las 3.386 cuadrículas definidas como forestales (es decir, con más de un tercio de superficie cubierta por masas arbóreas o de matorral), se han clasificado 512 como ENP, 810 como Red Natura 2000 y 2.064 como No protegidas.

La relación entre el número de incendios y área quemada según la proporción de espacio protegido en cada cuadrícula muestra que cuanto mayor es la proporción de superficie protegida (ENP) en la cuadrícula, menor ha sido el número de incendios y el área quemada ($p < 0.001$)[1]. Las áreas ENP y Red Natura 2000 son territorios en los que los incendios son frecuentes o se encuentran próximos a zonas donde lo son (Mapa 3.5.2). No obstante, el área quemada parece mayor en las cuadrículas de borde o limítrofes con los ENP (Mapa 3.5.2a), que coinciden, en la mayoría de los casos, con las zonas que forman parte de la Red Natura 2000 (Mapa 3.5.2b).

[1] Se han aplicado modelos lineales generalizados, asumiendo una distribución Poisson para el número de incendios y una distribución Gamma para el área quemada, y ajustando una respuesta de tipo logarítmica. Los Chi-cuadrado de la razón de verosimilitud (log-likelihood ratio test) han sido significativos ($p<0.001$) en todos los casos, y la pendiente de los modelos negativa, tanto para el número de incendios como para el área quemada (totales y anuales).

□ **Mapa 3.5.2.** Distribución de los ENP (a) y los espacios de la Red Natura 2000 (b), sobre el mapa del promedio anual de superficie quemada (ha) por los incendios forestales en el periodo 1974-2008. Malla UTM de 10x10 km.

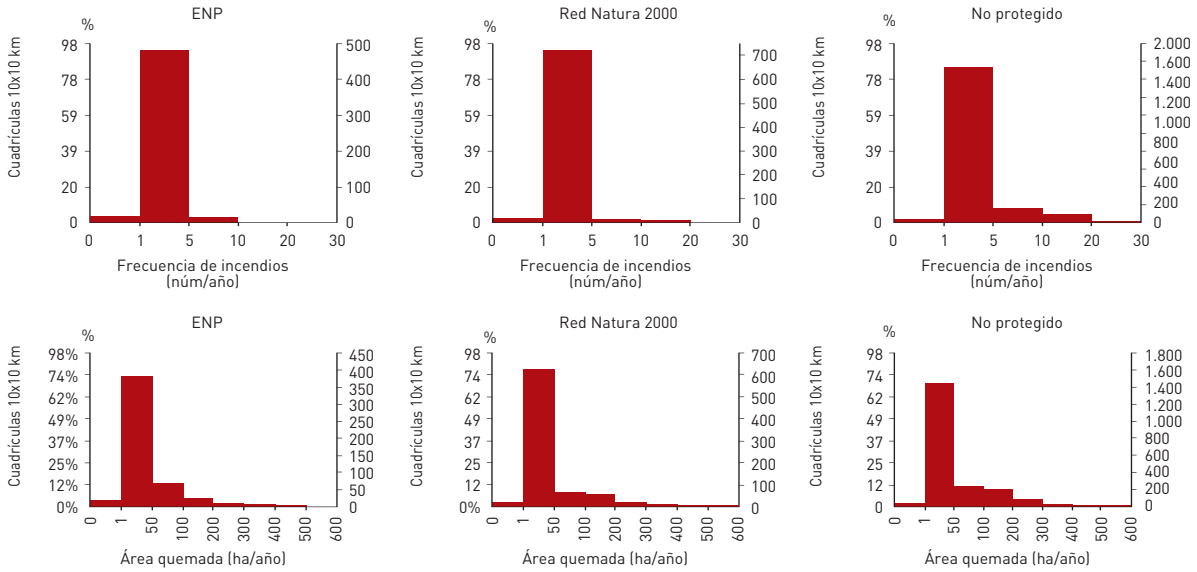




Fuente: EGIF, Europarc-España y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

Al representar los histogramas de frecuencias del número de incendios por año, no se observan grandes diferencias entre las tres categorías de protección (Figura 3.5.1). En los tres casos, la mayor parte de las cuadrículas (›80%) han registrado entre 1 y 5 incendios al año. Hay cuadrículas que llegan a frecuencias más elevadas (entre 10 y 20 incendios anuales), siendo mayores en las zonas forestales no protegidas. El patrón para el área quemada es similar en las tres categorías, con alrededor de un 70% de las cuadrículas entre 1 y 50 ha quemadas al año. No obstante, en las tres categorías se observa un porcentaje (alrededor del 5-10%) de cuadrículas en las que el área quemada alcanzó valores mayores a 100 ha anuales (Figura 3.5.1).

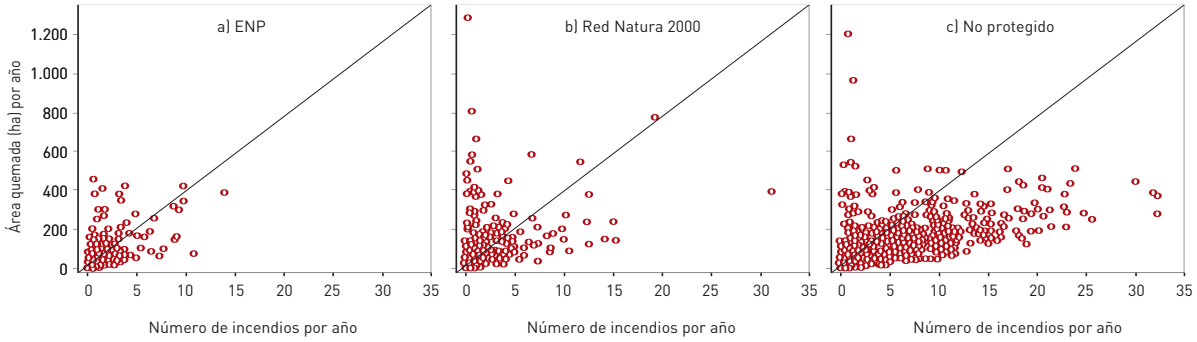
☐ **Figura 3.5.1.** Histogramas de la frecuencia del número de incendios (arriba) y área quemada (ha) (abajo) por año en las tres categorías de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido).



Fuente: Elaboración EGIF y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

Al representar la relación entre el número de incendios y el área total quemada anualmente por cuadrícula, se aprecia una mayor homogeneidad en las zonas con mayor protección (Figura 3.5.2a). En la Red Natura 2000 la mayoría de las zonas presentó un bajo número de incendios pero hay algunas cuadrículas en las que se ha quemado una gran superficie (más de 200 ha/año) (Figura 3.5.2b). Por último, en las zonas forestales no protegidas se ha detectado una mayor variabilidad y se observa un mayor número de incendios, que en muchos casos han alcanzado valores altos (más de 200 ha/año) de área quemada (Figura 3.5.2c).

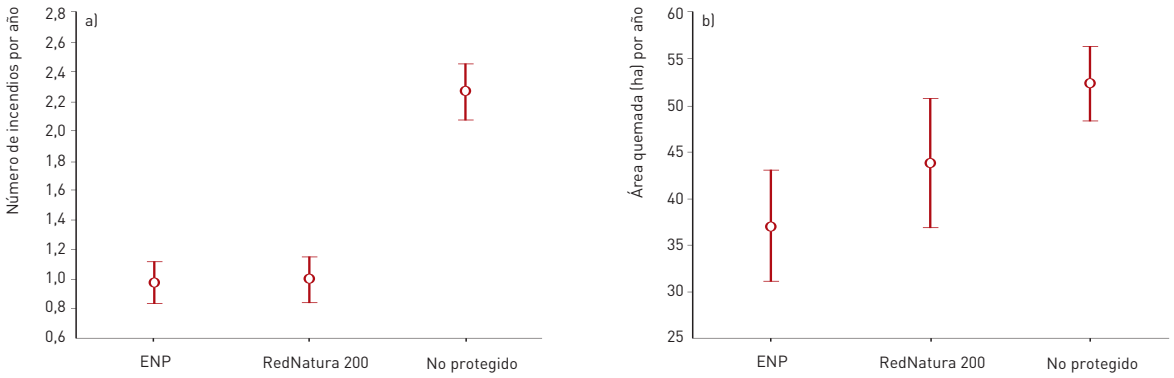
☐ **Figura 3.5.2.** Relación entre el número de incendios y el área quemada (ha) por año en las tres categorías de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido). Cada punto representa el valor anual registrado en cada cuadrícula forestal para el periodo 1974-2008.



Fuente: Elaboración EGIF y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

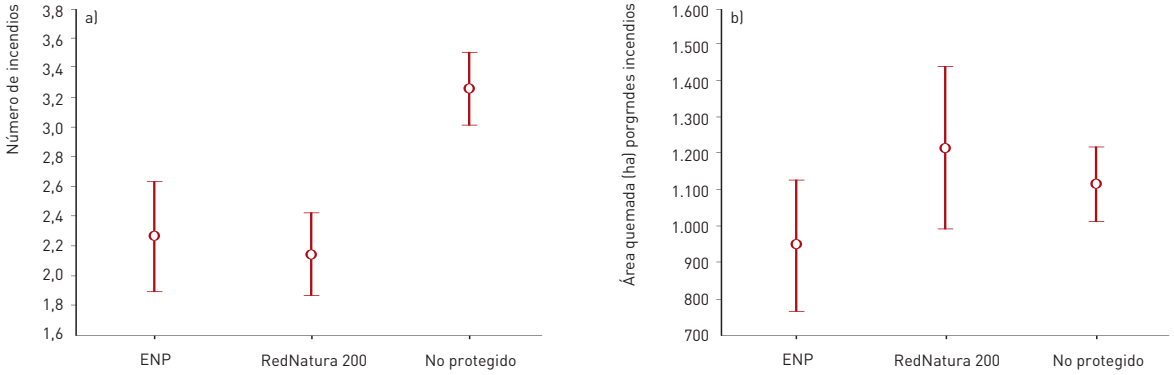
Si se comparan las medias del número de incendios y el área quemada anualmente entre las tres categorías de protección, se observa que, tanto el número medio de incendios, como el área quemada promedio, son mayores en las zonas no protegidas (Figura 3.5.3). Entre las cuadrículas asignadas a ENP y Red Natura 2000 no hay diferencias en el número medio de incendios; sin embargo, el área quemada promedio es mayor en las cuadrículas de la Red Natura 2000. Si nos centramos en la incidencia de incendios mayores de 100 ha durante todo el periodo de estudio, se ha encontrado un número medio de incendios similar en las cuadrículas ENP y Red Natura 2000, siendo su número inferior al de las zonas no protegidas (Figura 3.5.4a). No obstante, cabe destacar que el área quemada promedio por grandes incendios ha sido mayor en las cuadrículas Red Natura 2000, superando a las otras dos categorías (Figura 3.5.4b).

☐ **Figura 3.5.3.** Valores medios e intervalos de confianza al 95% del número total de incendios por año (a) y el área quemada por año (b) registrada en las cuadrículas forestales en función de su categoría de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido).



Fuente: Elaboración EGIF y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

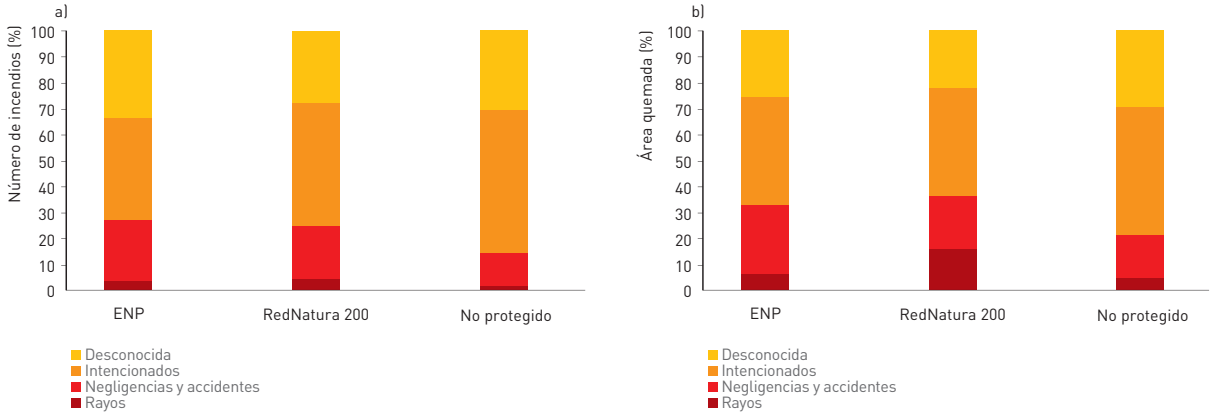
☐ **Figura 3.5.4.** Valores medios e intervalos de confianza al 95% del número total de incendios mayores de 100 ha (a) y el área quemada total por incendios mayores de 100 ha (b) registrada en las cuadrículas forestales en función de su categoría de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido) para el periodo 1974-2008.



Fuente: Elaboración EGIF y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

En lo que respecta a las causas de incendio, es conocido que el origen de los incendios en la región mediterránea es mayoritariamente humano. El análisis de causas revela que en las tres categorías definidas más de la mitad de los incendios han sido intencionados, aumentando el porcentaje desde un 38% en los ENP hasta un 54% en las cuadrículas no protegidas (Figura 3.5.5a). La proporción de incendios (y área quemada) causados por negligencias y accidentes es mayor en ENP (24%) que en las cuadrículas Red Natura 2000 (20%) y en las no protegidas (13%). Finalmente, los incendios naturales ocasionados por rayo, que se concentran fundamentalmente en las zonas montañosas, representan un porcentaje significativo en ENP y Red Natura 2000 (3% y 4%, respectivamente), quemando una proporción muy importante de la superficie forestal, particularmente en las zonas Red Natura 2000, con un 15% del área quemada total (Figura 3.5.5b).

☐ **Figura 3.5.5.** Porcentaje del número total de incendios (a) y área quemada (ha) total (b) por causas para cada categoría de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido).



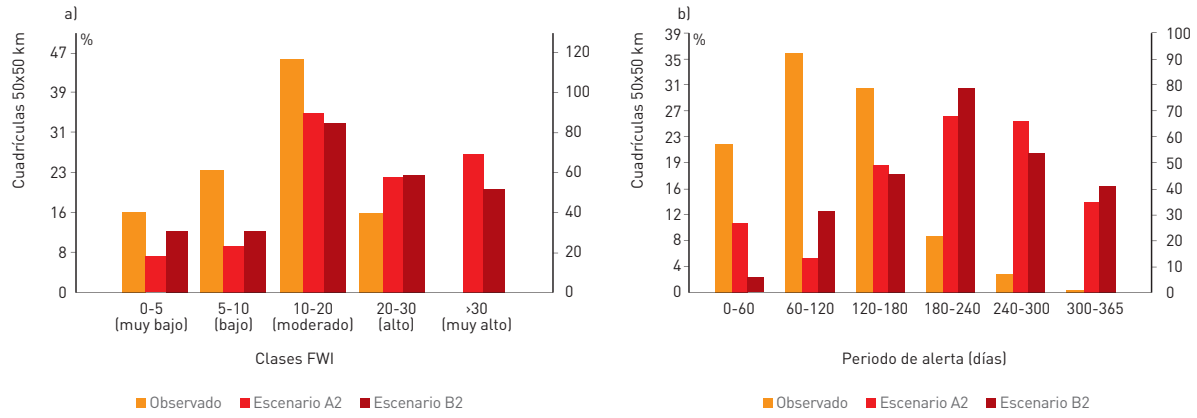
Fuente: Elaboración EGIF y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM.

■ 3.5.3. PELIGRO DE INCENDIO PRESENTE Y FUTURO

La proyección de las situaciones de cambio climático sobre los índices de peligro indican que el índice FWI aumentará, alcanzando valores de peligro de incendio muy alto (FWI › 30), tanto para escenarios de emisiones altos (escenario A2) como bajos (escenario B2), no observándose grandes diferencias entre ambas proyecciones (Figura 3.5.6a) (25). Esto hace pensar que puedan darse con mayor frecuencia situaciones en las que sea más difícil hacer frente a los incendios. Este aumento se prevé en todo el territorio, particularmente en el cuadrante suroccidental (Mapa 3.5.3b y 3.5.3c), por lo que cabe esperar aumentos en la intensidad y tamaño de los incendios conforme nos adentremos en este siglo.

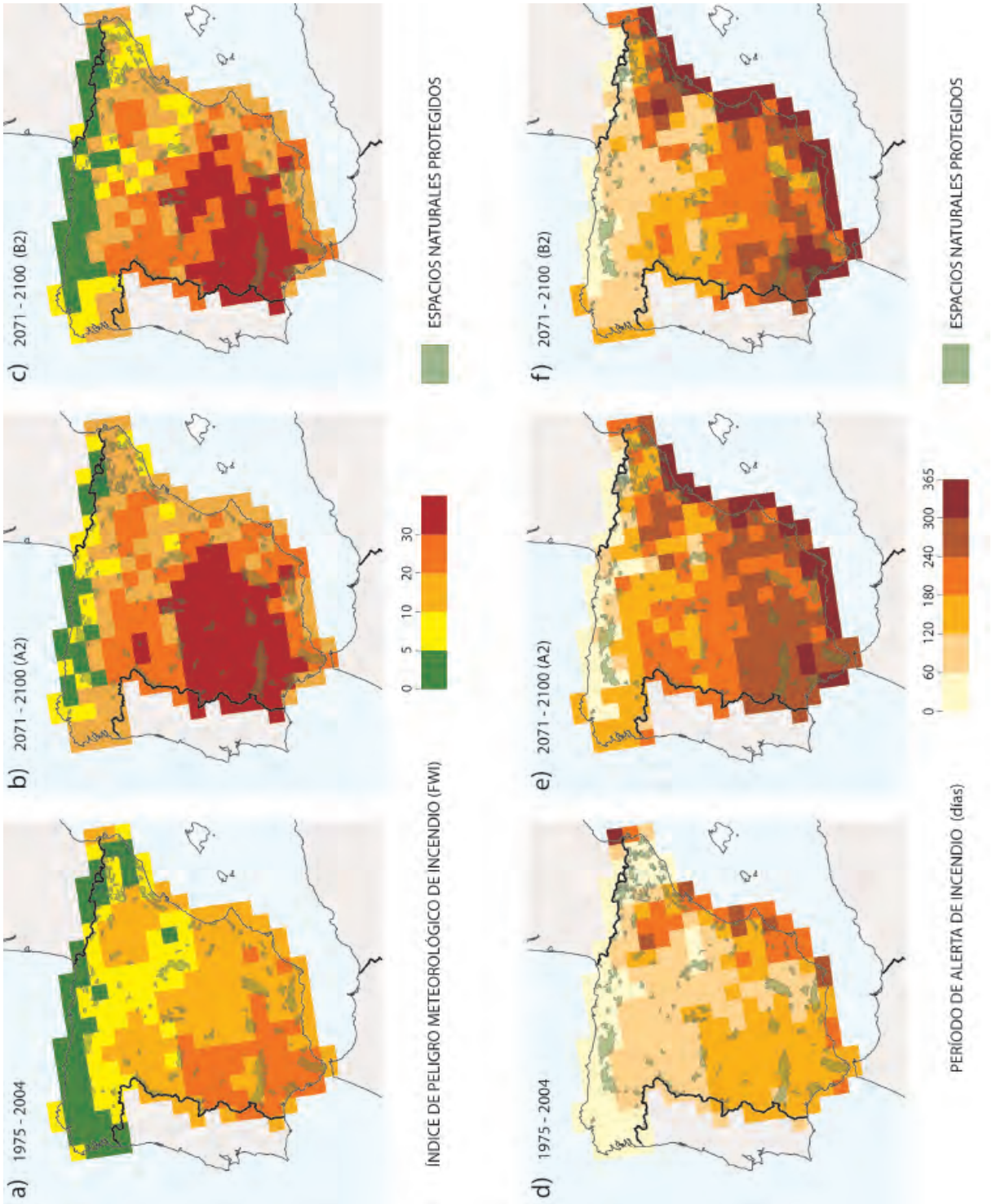
El periodo de alerta de incendio, es decir, el número de días comprendido entre el primer y último momento del año en que el FWI es alto (mayor o igual a 15) continuamente a lo largo de una semana, aumentará para finales de siglo de manera notable (Figura 3.5.6b). Este incremento se observa tanto para el escenario A2 (Mapa 3.5.3e) como B2 (Mapa 3.5.3f), particularmente en la costa mediterránea y la mitad sur del país. Esto supondrá que los servicios de extinción de incendios tendrán que adelantar las campañas de lucha contra incendios y tendrán que permanecer más tiempo en alerta, ya que el número de días con alto índice de peligro se incrementará durante una estación de incendios más larga.

☐ **Figura 3.5.6.** Histogramas de los valores del (a) Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) y (b) del periodo de alerta (días) observado (1975-2004) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 y B2.



Fuente: Elaboración Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG, Moreno JM a partir de datos de Moreno et al. 2010 (27).

□ **Mapa 3.5.3.** Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) para la estación de incendios (mayo-octubre) observado (1975-2004) (a) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 (b) y B2 (c). Se representa la mediana de los 5 modelos climáticos analizados. Las clases de FWI indican la intensidad que tendría el fuego, siendo el peligro muy bajo (entre 0 y 5), bajo (5-10), moderado (10-20), alto (20-30) y muy alto (›30). Periodo de alerta de incendio (días) observado (d) y las predicciones de cambio para finales de este siglo bajo los escenarios de emisiones A2 (e) y B2 (f). Malla UTM de 50x50 km.



Fuente: Datos de Europarc-España, Moreno et al. (2010) (27) y Urbieta IR, Zavala G, Mateo RG y Moreno JM.

3.5.4. CONCLUSIONES

Del análisis de los datos recogidos sobre la ocurrencia de incendios en España peninsular se desprende que, durante las últimas décadas, los incendios forestales afectaron a la mayor parte del territorio forestal peninsular español. Los resultados obtenidos al considerar las cuadrículas UTM en función de la proporción de área protegida (ENP), en vías de protección (Red Natura 2000) o sin ningún tipo de protección indican que en todos los casos existe una ocurrencia de incendios no desdeñable. Esto afecta también a los incendios de gran tamaño. Aún cuando los datos disponibles de la estadística no permiten saber si los incendios ocurrieron en los espacios objeto de protección, lo que precisaría una cartografía detallada de los mismos, dado el carácter forestal mayoritario de estos espacios es previsible que así haya sido o pueda serlo en el futuro. De hecho, entre 2007 y 2009 una importante proporción del área quemada en varios países mediterráneos de la Unión Europea ha sido en zonas de la Red Natura 2000 (31). Por otro lado, el análisis de las fuentes de ignición indica que las áreas objeto de protección se ven afectadas por causas similares a las no protegidas. Es interesante, no obstante, notar que la incidencia de fuentes naturales, como el rayo, es mayor en las áreas protegidas, particularmente en las áreas de la Red Natura 2000, lo que avala que, al margen de que la gestión en estas zonas pueda reducir el número de fuentes de ignición de origen humano, en algunas de ellas los incendios puedan seguir ocurriendo, tanto más cuanto que con el cambio climático se prevé un aumento en la incidencia de rayos (32,33).

El hecho de que las zonas objeto de conservación sean afectadas por el fuego en proporciones que, aún siendo inferiores a las no protegidas, son importantes, pone de manifiesto que la gestión de los espacios protegidos no debe ignorar el papel del fuego en los mismos. Menos aún que deba hacerse de cara al futuro, teniendo en cuenta el importante incremento de los índices de peligro (27,34). No considerar su posible ocurrencia en los planes de gestión simplemente supondrá no estar preparado para hacer frente a los riesgos que puedan derivarse para la conservación de ocurrir un incendio, más aún si éste termina adquiriendo grandes proporciones. Hay que constatar que, en algunas de las cuadrículas estudiadas, la incidencia de los incendios en términos de superficie quemada fue tal (› 100 ha/año), que el periodo de rotación del fuego en dichas zonas fue pequeño (menor de un siglo). Por tanto, es probable que, en el plazo para el que pueden establecerse los objetivos de conservación, el fuego pueda terminar afectando a una parte importante del territorio si se mantuviese la incidencia de incendios de las pasadas décadas. Esto refuerza la necesidad de tener en cuenta al fuego en los planes y objetivos de conservación.

Por otro lado, de mantenerse las políticas actuales de ampliar las áreas de protección, resulta evidente que los espacios protegidos difícilmente podrán ampliarse sin incluir áreas que han estado expuestas al fuego aún con mayor significación que los espacios ya protegidos o en vías de protección. Como se ve en los datos del pasado reciente, el número y tamaño de los incendios en las zonas no protegidas ha sido mayor que en las que están siendo objeto de protección. Ello hará más difícil aún si cabe la consecución de los objetivos de conservación sin tener en cuenta el papel del fuego. Además, el papel de las áreas no protegidas puede ser particularmente relevante de cara al futuro en un contexto de cambio climático, sobre todo para garantizar corredores o pasarelas que permitan desplazarse a las especies conforme las temperaturas sigan aumentando (35). Consecuentemente, conocer el papel del fuego para la conservación va más allá de conocer sus efectos en las áreas protegidas, pues se extiende a las áreas que las rodean y que conectan unas con otras.

En cuanto al futuro, los escenarios que se dibujan de cara a la ocurrencia de incendios forestales están caracterizados por un incremento generalizado de los índices de peligro, una mayor duración de la temporada de incendios y una mayor frecuencia de situaciones extremas y de más larga duración (27,34,36). Ello conlleva que en las áreas objeto de protección aumenten considerablemente los índices medios de peligro. Consecuentemente, cabe esperar que, de mantenerse los patrones de ignición recientes, los incendios sean más frecuentes, extensos e intensos en muchas de ellas. Aunque no es fácil predecir si habrá más o menos incendios, dado que su ocurrencia depende de las fuentes de ignición, sí es previsible que aumenten los incendios de mayor tamaño. La combinación de peligro extremo sobre amplias áreas de nuestra geografía supondrá un reto para la gestión de los espacios protegidos. Más aún por cuanto los incendios pueden interaccionar con otros factores de riesgo derivados del cambio climático, como las sequías u olas de calor (37,38,39).

Por otro lado, un uso recreativo del monte más intenso y la expansión de la interfaz urbano-forestal, junto a una mayor duración de los periodos de actividad debido a temperaturas más benignas, pueden añadir factores de riesgo importantes (40). No es posible establecer cómo las situaciones originadas por el cambio climático pueden afectar a los incendios intencionados, aunque es probable que la persistencia de situaciones de alto peligro meteorológico haga que las oportunidades para ejecutar una acción dolosa aumenten. En lo que concierne a los incendios fortuitos, esto es, a aquellos en los que la fuente de ignición se origina como consecuencia accidental de la actividad humana, la mayor peligrosidad meteorológica y climática puede conllevar una mayor probabilidad de que

las situaciones que aportan fuentes de ignición terminen originando un incendio. Contrarrestando a estos factores de riesgo, estaría la mejora en información y formación de la población y su sensibilización hacia el problema de los incendios, de manera que las fuentes de ignición puedan reducirse y disminuir así la ocurrencia de incendios.

El cambio climático y su posible efecto sobre el peligro de incendio debe llevarnos a reconsiderar las políticas de gestión de sistemas complejos, como los espacios protegidos, en los que el fuego, a la postre, puede ser inevitable. Por tanto, hay que decidir cómo se gestionan estos espacios, sus ecosistemas y especies, y qué papel se otorga al fuego. Actualmente, los planes de conservación raramente incluyen el papel del fuego en la gestión de los espacios protegidos. Además, no se dispone de modelos de los ecosistemas y especies que se protegen que permitan anticiparse al impacto del fuego. Tampoco existen valoraciones acerca de los impactos que la propia gestión para la conservación puede ocasionar sobre el fuego. Consecuentemente, es necesario elaborar modelos ajustados a los ecosistemas y especies que se protegen, que tengan en cuenta situaciones de peligro creciente que incrementen la frecuencia, intensidad o magnitud de los incendios. La valoración de la vulnerabilidad de los ecosistemas y especies protegidas frente al fuego en un escenario de cambio de peligro de incendio y de clima es imperiosa.



CAPÍTULO 4

ESTADO Y TENDENCIAS DE LOS ECOSISTEMAS Y LAS ESPECIES

4.1. La necesidad de evaluar el estado y las tendencias de la biodiversidad

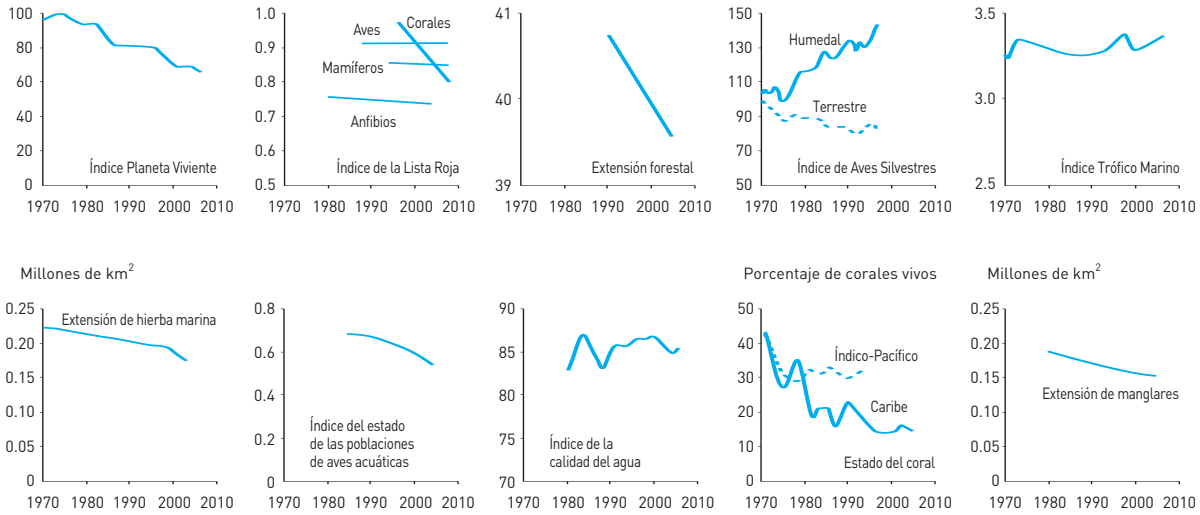
En el presente capítulo se expone el estado y la evolución de los principales ecosistemas presentes en España en relación con diferentes factores de cambio global, así como el de las especies en su conjunto. La diversidad genética no se aborda como tal, aunque si se tratan aspectos específicos de la misma en varios de los apartados del capítulo.

El efecto de las presiones que afectan a la biodiversidad, así como la efectividad de las medidas adoptadas para su conservación, se evalúa mediante una serie de indicadores de biodiversidad, que se aplican a diferentes escalas (ver apartado 2.1).

Situación a nivel mundial

La evaluación del estado de la biodiversidad a nivel global se realiza mediante los indicadores del CDB, cuyos resultados se recogen en *Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad* (1). La mayor parte de estos indicadores presentan tendencias negativas y sin una disminución significativa en la tasa de dichas tendencias, lo que indica que la situación de la biodiversidad está empeorando y que las respuestas adoptadas hasta ahora no han sido adecuadas para abordar la magnitud de la pérdida de biodiversidad o disminuir las presiones a las que está sometida (Figura 4.1.1). Por otra parte, debe tenerse en cuenta que, a pesar de que los cambios observados hasta ahora en relación con el estado de la biodiversidad han sido más o menos graduales, cada vez cobra más importancia la posibilidad de que en el futuro se produzcan cambios abruptos o "puntos de inflexión", lo que dificulta no sólo la predicción de las repercusiones de la actividad del hombre sobre la naturaleza sino también el control de dichos cambios una vez iniciados.

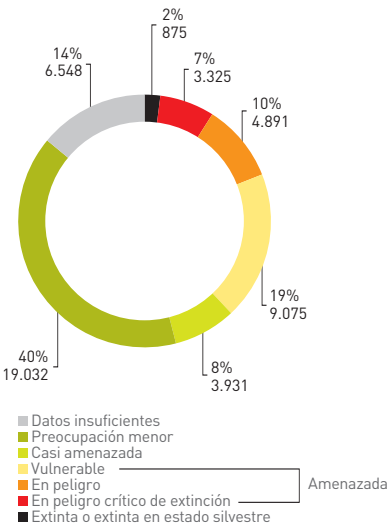
☐ **Figura 4.1.1.** Principales indicadores de biodiversidad a nivel global.



Fuente: sCDB (2010) (1).

Un indicador fundamental del estado de la biodiversidad es el grado de amenaza de las especies según las categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que estima el riesgo de extinción de una especie si persisten las condiciones actuales, así como las acciones de conservación que podrían evitar o reducir dicho riesgo. Según esta clasificación existen ocho categorías, considerándose amenazadas las especies de las categorías "en peligro de extinción", "en peligro" y "vulnerable". Los últimos datos, correspondientes al año 2009, basados en la evaluación de 47.677 especies a nivel mundial, indican que más de un tercio, concretamente el 36% (17.291 especies), se encuentran amenazadas (Figura 4.1.2). Por grupos, el 21% de los mamíferos, el 12% de las aves, el 28% de los reptiles, el 30% de los anfibios, el 37% de los peces de agua dulce, el 35% de los invertebrados y el 70% de las plantas.

☐ **Figura 4.1.2.** Porcentaje de especies con diferentes categorías de amenaza a nivel global.



Fuente: sCDB (2010) (1).

Situación en Europa

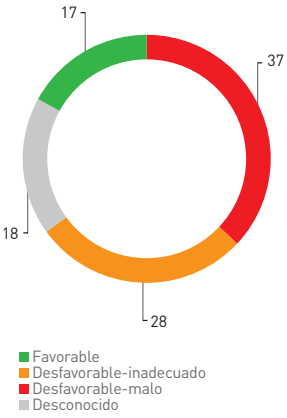
A nivel europeo, el estado de la biodiversidad tampoco es favorable. Según la primera evaluación sistemática llevada a cabo en relación con el estado de 216 hábitat y 1.180 especies de interés comunitario que figuran en los anexos de la Directiva Hábitat, que abarca el periodo 2001-2006, solamente el 17% de los hábitat (Figura 4.1.3a) y de las especies (Figura 4.1.3b), se encuentran en un estado favorable de conservación (2). En el caso de los hábitat, el 65% se encuentra en un estado desfavorable de conservación, mientras que en el caso de las especies esta proporción es del 52%.

Según esta evaluación, que se basa en informes realizados por los Estados miembros, la elevada proporción de hábitat y especies cuyo estado de conservación es desconocido demuestra que la inversión en recursos para el seguimiento del estado de las especies y los hábitat ha sido insuficiente en muchos casos, especialmente en las especies de los países del sur de Europa, destacando Chipre, Grecia, España y Portugal.

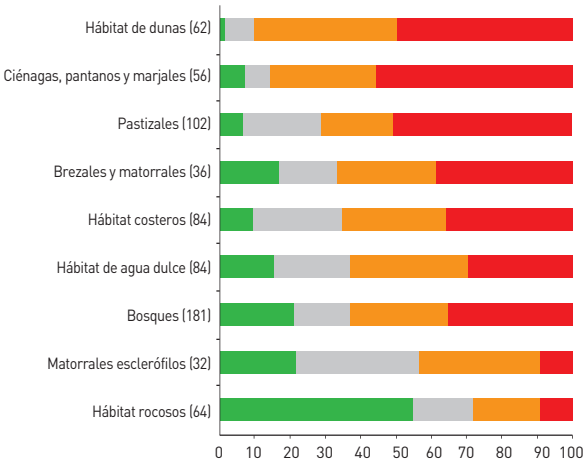
Los pastos, los humedales y los hábitat costeros son los más amenazados, principalmente por el abandono de las prácticas agrícolas tradicionales, los cambios de ocupación del suelo, el cambio climático y la presión que ejerce del turismo. Algunas de las especies protegidas por la Directiva, como el Lobo, el Lince euroasiático, la Nutria y el Castor muestran signos de recuperación en algunas zonas de la UE, pero éstas y la mayoría de las otras especies de interés comunitario están lejos de tener poblaciones sanas y sostenibles.

☐ **Figura 4.1.3.** Estado de conservación de los hábitat de interés comunitario (Anexo I de la Directiva Hábitat).

a) Proporción de hábitat con diferentes estados de conservación

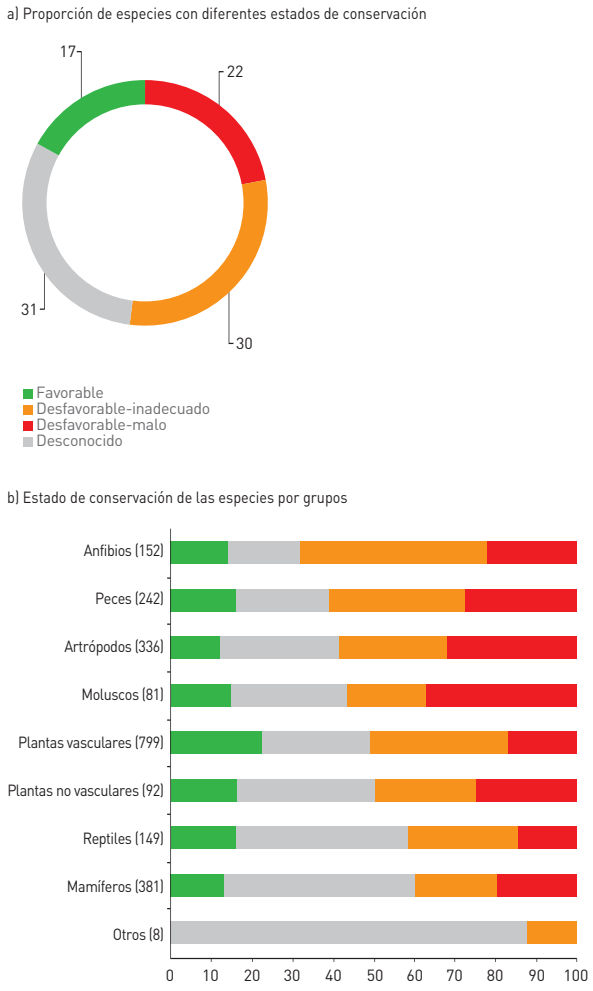


b) Estado de conservación de los hábitat por grupos



Fuente: Adaptado de Comisión Europea [COM(2009) 358 final] (2).

☐ **Figura 4.1.4.** Estado de conservación de las especies de interés comunitario (Anexos II, IV y V de la Directiva Hábitat).



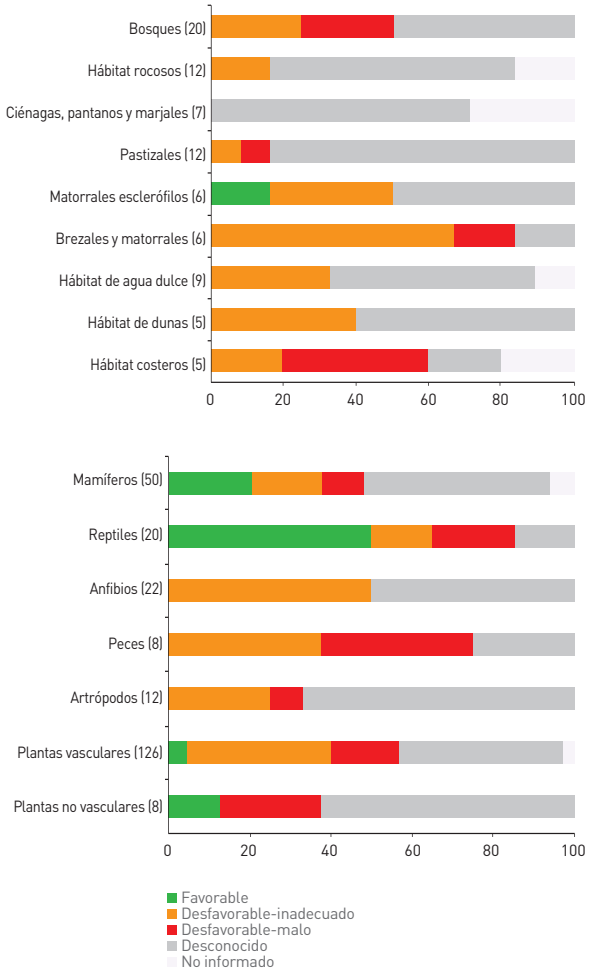
Fuente: Adaptado de Comisión Europea [COM(2009) 358 final] (2).

Los datos agregados comentados anteriormente no permiten sacar conclusiones sobre la eficacia del régimen de protección de la Directiva Hábitat, ya que las series temporales todavía no están disponibles y la restauración de hábitat y la recuperación de especies es posible que requieran más tiempo. Además, actualmente tampoco puede hacerse ninguna comparación entre los espacios protegidos y los no protegidos dentro del área de distribución de las especies (3). Sin embargo, en el caso de la Directiva Aves, los estudios indican que las medidas de conservación de aves dentro de la Red Natura 2000 han sido eficaces a lo largo de grandes zonas geográficas (4).

Situación en España

Los resultados para España en relación con esta evaluación de los hábitat y las especies de interés comunitario indican que, al igual que ocurre en el resto de Europa, la mayor parte de los hábitat y las especies se encuentran en un estado de conservación desfavorable (Figura 4.1.5).

☐ **Figura 4.1.5.** Estado de conservación de los hábitat y las especies de interés comunitario en España clasificados por grupos.



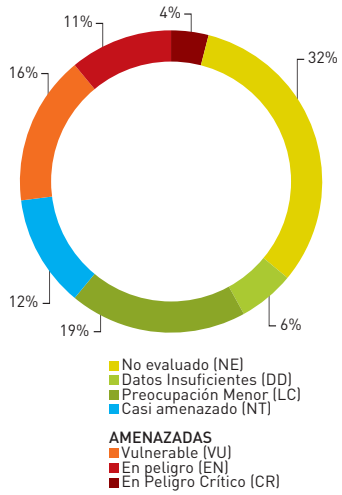
Fuente: Adaptado de Comisión Europea (Article 17 Report National Summary: Spain, 2009) (5).

En cuanto al grado de amenaza de las especies en España según la clasificación de la UICN, los últimos datos disponibles (2007) indican que en España el 31% de las especies de vertebrados se encuentra en alguna de las categorías de amenaza (4% "En Peligro Crítico", 11% "En Peligro" y 16% "Vulnerable", Figura 4.1.6). De los 185 taxones amenazados, el 54% son aves, el 19% peces continentales, el 12% reptiles, el 9% mamíferos y el 6% anfibios.

Cuando se compara la cantidad de especies amenazadas en 2007 (según los Libros Rojos), con las que estaban

amenazadas en 1992 (según el *Libro Rojo de los Vertebrados* de 1992), se obtiene un aumento del 5% en el número de especies amenazadas, desde el 26% en 1992 hasta el 31 % en 2007, sobre un total de 608 taxones. Cabe indicar que las categorías de amenaza no son exactamente las mismas, debido a la evolución de la propuesta de UICN, aunque resultan asimilables. También es destacable que el conocimiento sobre el estado de conservación de la fauna se ha incrementado desde 1992. No obstante, parece claro que el estado de conservación de la fauna de vertebrados terrestres españoles, considerados en conjunto, no sólo no ha mejorado durante el periodo 1992-2007, sino que ha empeorado.

☐ **Figura 4.1.6.** Estado de conservación de los vertebrados en España (diciembre de 2007), según las categorías UICN de 2001.

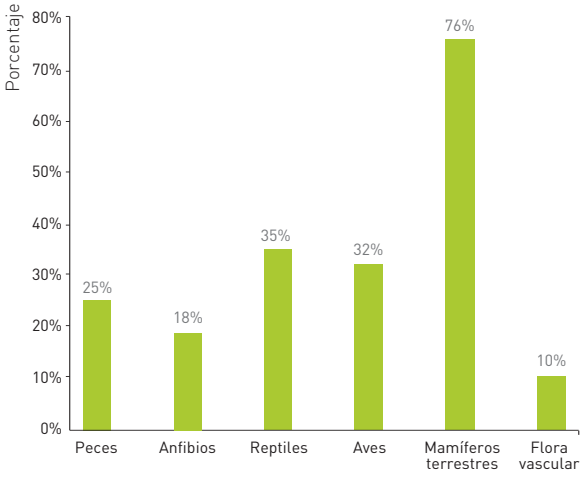


Fuente: MARM (2007).

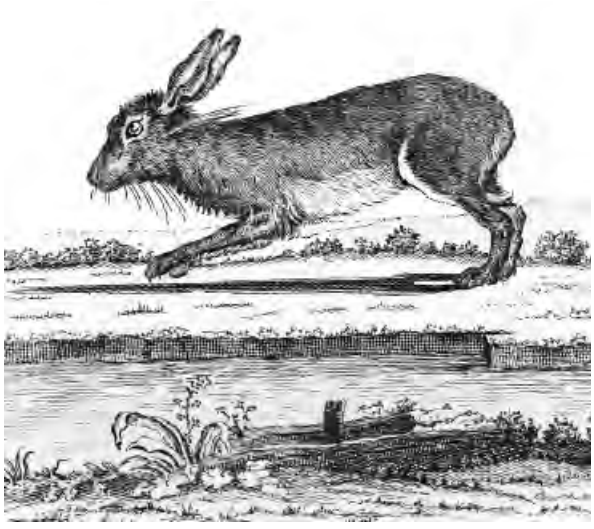
Respecto a la flora silvestre -considerando únicamente la vascular-, de unas 7.000-8.000 especies presentes en España, se consideran amenazadas unas 1.500, que se encuentran incluidas en la *Lista Roja de la Flora Vascular* de 2007. De éstas, el *Inventario Nacional de Biodiversidad* analizó un tercio aproximadamente, arrojando las siguientes cifras sobre su estado de conservación: un 17% de la flora vascular se encuentra amenazada (3,5% "En Peligro Crítico", 3% "En Peligro" y 10,5% "Vulnerable").

La puesta en marcha de medidas activas para la conservación de una especie amenazada precisa de su inclusión en algún Catálogo de Especies Amenazadas. La comparación de los datos de los Libros Rojos (especies amenazadas), con el *Catálogo Español de Especies Amenazadas* permite una somera valoración sobre la protección activa de las especies amenazadas a nivel nacional. Excluyendo a los mamíferos terrestres, el porcentaje de taxones amenazados incluidos en el Catálogo Español varía entre el 10 y el 35% (Figura 4.1.7). Para el caso de la flora vascular, el porcentaje es muy bajo (10%). Las cifras de peces y anfibios (25 y 18%, respectivamente) también resultan bajas para las necesidades de conservación de estos grupos, con gran número de endemismos. Aves y reptiles presentan, aproximadamente, una tercera parte de sus taxones amenazados catalogados. Finalmente, para los mamíferos, el porcentaje de especies amenazadas catalogadas es el más satisfactorio (76%). Todo ello muestra que se han catalogado -en mayor proporción - aquellos grupos taxonómicos con especies más emblemáticas (mamíferos y aves), en relación con otros como plantas vasculares o anfibios. En el caso de los invertebrados, el conocimiento sobre su estado de conservación es todavía muy fragmentario, por lo que no ha sido posible realizar esta valoración a pesar de que el *Catálogo Español de Especies Amenazadas* incluye actualmente 42 especies.

☐ **Figura 4.1.7.** Porcentaje de taxones amenazados que están catalogados (diciembre 2007).



Fuente: MARM (2007).

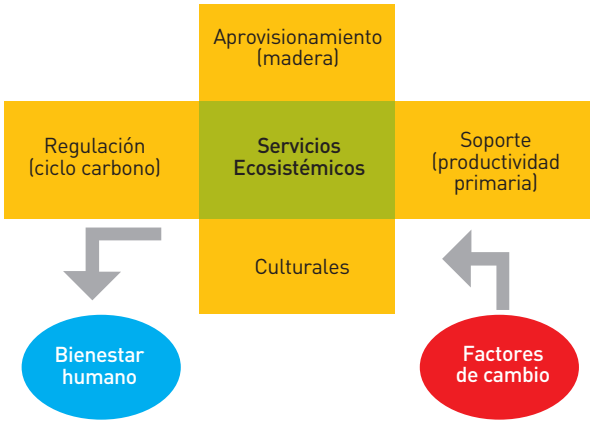


4.2. Los ecosistemas forestales

■ 4.2.1 INTRODUCCIÓN

Los bosques abarcan a nivel mundial unos 4 billones de hectáreas, lo que supone algo más de un tercio de la superficie de la Tierra (1). Este tipo de ecosistemas representan una de las mayores reservas de biodiversidad, y además contienen aproximadamente el 50% de las existencias mundiales de carbono acumulado en la biomasa terrestre (2). Los bosques son muy importantes, no solamente por su valor intrínseco sino también por los bienes y servicios ambientales que proporcionan a la sociedad. Dentro del marco desarrollado por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (3), los servicios proporcionados por los ecosistemas se clasifican en: servicios de aprovisionamiento (provisión de madera, combustible, alimento, etc.); de regulación (del ciclo hidrológico, del ciclo del carbono, etc.); de soporte (ciclos biogeoquímicos y fertilidad, productividad primaria, etc.); y funciones culturales (valor recreativo, educacional o espiritual, Figura 4.2.1). En el presente apartado se presentan ejemplos que ilustran la magnitud de bienes y servicios claves proporcionados por las zonas forestales españolas. Así se consideran funciones de soporte, como la productividad primaria neta y el posible impacto del cambio climático en el futuro (ver sección 4.2.3.1); servicios de aprovisionamiento mediante el análisis espacial de la producción de madera de las principales especies forestales ibéricas (ver sección 4.2.3.2); y servicios de regulación ilustrados mediante el análisis de una parte del ciclo del carbono en la que intervienen los bosques, a través de su función como sumideros de carbono (ver sección 4.2.3.3).

□ **Figura 4.2.1.** Servicios proporcionados por los ecosistemas forestales.



Fuente: Elaboración OSE adaptado de MA (2005).

Con respecto a la biodiversidad, se describen tres componentes básicos: diversidad genética, diversidad específica y diversidad de ecosistemas y comunidades. En el presente apartado se ha analizado la diversidad de ecosistemas y comunidades, la cual se refiere al nivel más alto de organización biológica, pues abarca la variedad de niveles y relaciones tróficas entre las especies de una comunidad, comunidades, biotopos o hábitat, así como la propia heterogeneidad ambiental y procesos ecosistémicos de una localidad o región. En el caso de la península Ibérica las variaciones climáticas -desde zonas atlánticas hasta tipos mediterráneos y continentales- configuran junto a un relieve abrupto un paisaje muy heterogéneo. Dicha heterogeneidad, en conjunción con otros procesos, ha contribuido a una diversidad biológica excepcional en términos de riqueza de especies y de endemismos. Igualmente se considerará en el presente apartado la variabilidad genética de algunos taxa (Pinus), dado que este componente de la biodiversidad es la base sobre la que opera la selección natural y permite fenómenos de evolución y adaptación local. Tanto la diversidad de hábitat como la diversidad inter e intraespecífica contribuyen a configurar la respuesta y resiliencia de los ecosistemas frente al cambio global.

El ser humano ha tenido un papel fundamental en el modelado del paisaje mediterráneo, tradicionalmente contribuyendo a la promoción y mantenimiento de la biodiversidad. Así, en los sistemas mediterráneos la biodiversidad está, en determinados casos, ligada a la gestión humana tradicional, es decir, a la práctica de una agricultura, ganadería y uso de sistemas silvopascícolas de subsistencia. Sin embargo, las modificaciones del estilo de vida han producido cambios en los aprovechamientos silvopastorales que pueden tener consecuencias negativas para la conservación de la biodiversidad. Así, procesos como la intensificación de la agricultura, el abandono de terrenos agrícolas marginales, y el aumento de las zonas urbanizadas y redes viarias están dando lugar a una pérdida de biodiversidad a todos los niveles.

De entre las diversas presiones actuales que existen sobre la diversidad de los bosques, el presente apartado se centra en los posibles efectos del cambio climático, tanto a nivel de especie y de comunidad (ver 4.2.2.1), como a nivel intraespecífico o genético (ver 4.2.2.2). El cambio climático tiene como consecuencia tanto una pérdida directa de biodiversidad como un incremento en la vulnerabilidad de los servicios proporcionados por los bosques. Así en la sección 4.2.3.1, se examina el

Los resultados de los trabajos aquí presentados han sido financiados por los proyectos de investigación INTERBOS3 (CGL2008-04503-C03-03,MCI, IP: Miguel A. Zavala) y SUMIDEROS (SUM2008-00004-C03.01-INIA, IP: Miguel A. Zavala). Se agradece muy especialmente al Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (DGB) el uso de la información del Inventario Forestal Nacional.

posible impacto del cambio climático sobre una función básica de soporte de los ecosistemas como es la productividad primaria neta.

Como contrapartida a estos procesos de degradación, el ser humano ha emprendido diversas actuaciones encaminadas a la restauración del medio forestal y que han estado dirigidas principalmente al aprovisionamiento de madera, la regulación del ciclo hidrológico y al control de la erosión, entre otros factores. Así, los procesos de repoblación forestal acaecidos en España en la década de los 60 modificaron en gran medida la estructura y diversidad de las masas forestales. Sin embargo, los objetivos de restauración perseguidos en dicho proceso no siempre fueron alcanzados. Actualmente se está realizando una evaluación del estado actual de dichas masas con el fin de optimizar el esfuerzo de inversión para su posible naturalización o una intensificación de los aprovechamientos. En la sección 4.2.4 se muestran algunos indicadores que están relacionados con la estructura de dichas masas y que permiten orientar su gestión de modo más sostenible.

En su conjunto, los diferentes aspectos de los ecosistemas forestales tratados en el presente apartado, ponen de manifiesto la necesidad de incorporar los avances de la ecología en la gestión forestal actual en respuesta a las diferentes presiones del cambio global. Dicha gestión debe estar en buena parte encaminada a disminuir la vulnerabilidad de los distintos servicios ecosistémicos, a la adaptación de los sistemas forestales y a la mitigación.

■ 4.2.2. CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE LOS BOSQUES

4.2.2.1 Cambios en la distribución de las especies forestales

Introducción

La península Ibérica incluye una representación variada de ecosistemas forestales, incluyendo bosques de coníferas (pinares, pinsapares, tejedas, etc.), bosques marcescentes (quejigares y melojares), formaciones atlánticas y alpinas (hayedos, robledales de roble común y roble albar principalmente, abedulares, etc.), así como una buena representación de formaciones esclerófilas perennifolias (encinares, alcornocales y acebuchales) (4) y otras formaciones de tipo mediterráneo. Los bosques mediterráneos incluyen una gran variedad de elementos biogeográficos, y forman parte del punto caliente o "hotspot" de biodiversidad de la cuenca mediterránea. Diversos estudios coinciden en que la región mediterránea es particularmente vulnerable al cambio climático (5). Por tanto es prioritario el desarrollo de modelos de diagnóstico que nos permitan considerar los posibles impactos y reacción de los bosques a las principales alteraciones del cambio global.
La aproximación más sencilla para predecir cómo el cambio climático puede afectar a los patrones de distribución de las especies es el propuesto por los modelos de nicho, que consideran que las especies están en equilibrio con el ambiente donde viven. A partir de las variables climáticas que más afectan a las especies se puede predecir donde podrán habitar en un futuro. Para las especies forestales ibéricas se ha desarrollado un modelo de nicho que predice las distribuciones de las principales masas forestales con el cambio climático (6). Existen, además, algunas alternativas a estos modelos de nicho para el cálculo de las posibles distribuciones futuras de las especies, que complementan los resultados obtenidos con éstos. Los modelos de nicho asumen un equilibrio preexistente entre los lugares de ocurrencia (o la abundancia) de las especies y el clima o, en algunos casos, otros factores abióticos. Sin embargo, la presencia o ausencia de algunas especies en un lugar también pueden ser consecuencia de fenómenos contingentes (7), de la influencia humana (8) o de la deriva histórica (9,10).

Una forma de modelizar la distribución de especies sin la asunción de equilibrio consiste en medir y predecir no sólo las presencias y/o ausencias de una especie sino también algunos eventos demográficos, como son las colonizaciones o las extinciones locales en distintos puntos. Estos eventos se pueden relacionar con factores ambientales (por ejemplo el clima), y espaciales (como es la presencia de la especie en zonas cercanas o la configuración del bosque en la vecindad). Además, estos modelos pueden incluir de forma directa factores determinantes de la distribución como la distancia media de dispersión. Incluso es posible considerar distintos tipos de dispersión, como es la dispersión aleatoria, con igual posibilidad de colonización en cualquier punto (para representar especies dispersadas por el viento) o la dispersión dirigida, con preferencia por los lugares donde ya existe cubierta boscosa (para representar a especies dispersadas por animales) (11).

Una vez medidos estos eventos demográficos en una especie y parametrizado un modelo que los explica, éste se puede utilizar para simular la dinámica futura de la especie bajo distintos escenarios de cambio climático. Así, es posible comparar la distribución futura bajo un escenario de cambio climático y sin cambio climático. Esta última representaría las potencialidades naturales de la especies, y sirve como referencia para evaluar los efectos de dicho cambio. Un tipo de modelos que se pueden usar para estas simulaciones son los Spatial Patch Occupancy Models (SPOM) (12), los cuales se basan en el concepto de metapoblaciones (13,14), es decir, la distribución geográfica de una especie es considerada como el conjunto de sus poblaciones unidas entre sí por la dispersión.

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA DISTRIBUCIÓN FUTURA DE LOS BOSQUES

Modelos de distribución potencial

Se realizó un modelo de nicho para 20 especies forestales con presencia en la península Ibérica. Este modelo trabaja de forma secuencial con las presencias y ausencias de las especies en el territorio. Primero se divide el total de las presencias y ausencias en tres subconjuntos: uno para la calibración del modelo, un segundo para "entrenar" el modelo y un tercero para validar independientemente los resultados. El modelo desarrollado utiliza el algoritmo de random forests (15), una técnica de aprendizaje automático de datos que tiene la capacidad de detectar y utilizar relaciones complejas no lineales que puedan existir entre los predictores.

Los escenarios climáticos están constituidos por las siguientes variables ambientales: temperatura media de cada estación, precipitación de cada estación, temperatura media anual, temperatura mínima del mes más frío, temperatura máxima del mes más cálido, precipitación anual, altitud y pendiente. Para las condiciones actuales, las variables climáticas cubren el periodo 1974-1990, con 2605 estaciones (16). Para las condiciones futuras se adaptaron los escenarios climáticos de emisiones A1, A2, B1 y B2 HadCM3 del IPCC para la península Ibérica. Los escenarios de emisiones abarcan las principales fuerzas determinantes de las emisiones futuras, considerando posibles cambios demográficos, evoluciones sociales y económicas, así como corrientes tecnológicas. De esta forma, los escenarios A1 describen un futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su máximo hacia finales de siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes; los escenarios A2 describen un mundo heterogéneo marcado por la autosuficiencia y la conservación de las entidades locales; los escenarios B1 describen un mundo convergente hacia un máximo en la población mundial a mediados del s. XXI que desciende posteriormente; finalmente los escenarios B2 describen un mundo en el que predominan las soluciones locales hacia la sostenibilidad económica, social y medioambiental (17).

Modelos de "no equilibrio"

Los SPOM permiten medir y reproducir la probabilidad de colonización y extinción local de una especie en función de las características de los distintos lugares donde dicha especie se encuentra presente. Además, funcionan de manera estocástica, incluyendo así la variabilidad natural presente en los sistemas biológicos. Este tipo de modelos se calibran con datos de colonizaciones y extinciones locales que se pueden obtener con medidas repetidas en distintos puntos geográficos. Los inventarios forestales sistemáticos han demostrado ser una fuente de datos muy útil para la calibración de estos modelos. En España se ha utilizado un SPOM calibrado con datos del segundo y tercer inventario forestal nacional [IFN2 1995 (18); IFN3 2007 (19)] para predecir las posibles distribuciones futuras de algunas de las principales especies de árboles de la zona continental (20). Se ha simulado su distribución utilizando un Modelo de Circulación General de cambio climático y manteniendo los datos climáticos actuales constantes (para simular la ausencia de cambio climático). Este modelo tiene en cuenta sólo las zonas ocupadas actualmente por bosque, así que predice los movimientos de las especies dentro de las actuales masas forestales. Los análisis se han llevado a cabo a una resolución de 1x1 Km., y los resultados se han utilizado para crear mapas y gráficos de ocupación futura de distintas especies.

El cambio climático provocará una disminución del área de distribución de muchas especies forestales y una menor diversidad de especies

En general, todas las predicciones indican que las distribuciones de las especies estudiadas se verán afectadas por el cambio climático en la península Ibérica, disminuyendo notablemente la superficie ocupada por las mismas bajo los escenarios de cambio climático de finales de este siglo. Esta disminución en el área de distribución futura es especialmente marcada en el caso de las coníferas de montaña: pino albar (*Pinus sylvestris*), pino negro de montaña (*P. uncinata*) y abeto (*Abies alba*). Los bosques templados, especialmente los hayedos (*Fagus sylvatica*) y los robledales de roble albar (*Quercus petraea*), también sufrirían una acusada disminución de su área en 2100. Las especies mediterráneas, sin embargo, tienen menor probabilidad de disminuir su área de distribución con el cambio climático.

Las predicciones sobre la distribución de las especies varían según los escenarios de cambio climático considerados. Por ejemplo, en el caso de la sabina albar (*Juniperus thurifera*), la predicción para 2080, utilizando el más agresivo de los escenarios, el A2 (Mapa 4.2.2b), es mucho más restrictiva que para los escenarios B1 y B2 (Mapas 4.2.2c y 4.2.2d). Por tanto, es muy importante incluir la incertidumbre en relación con la toma de decisiones para la gestión de los bosques.

En general, para todas las especies analizadas, el área de distribución disminuye a medida que el calentamiento climático se hace más pronunciado. En algunas especies, como es el caso del alcornoque (*Quercus suber*), se produce no sólo una disminución del área sino también un cambio en el patrón espacial de distribución (Mapa 4.2.3).

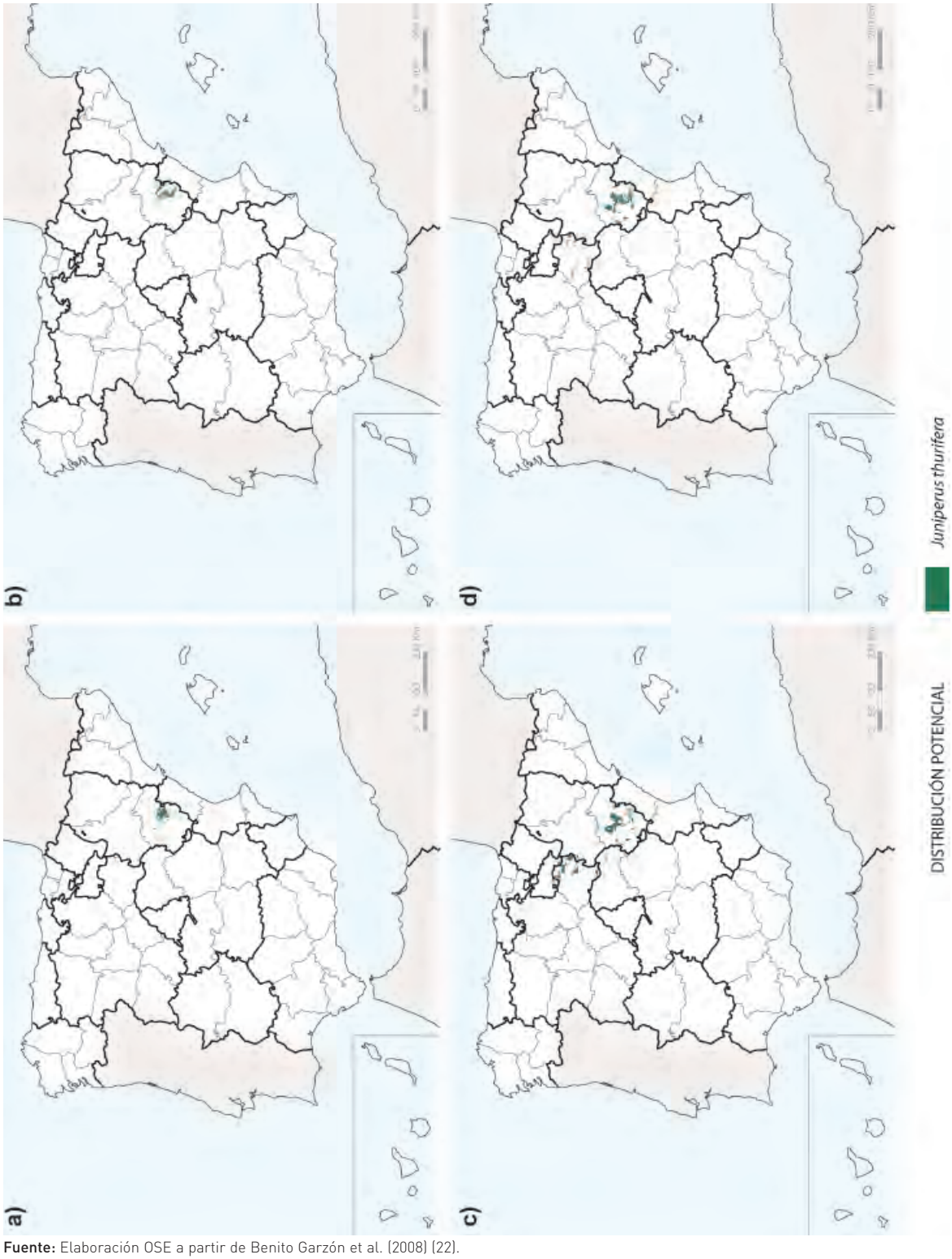
□ **Mapa 4.2.1.** Distribución actual de la sabina albar *(Juniperus thurifera)*.



Fuente: Elaboración OSE a partir de Ruiz de la Torre (2001) (21).

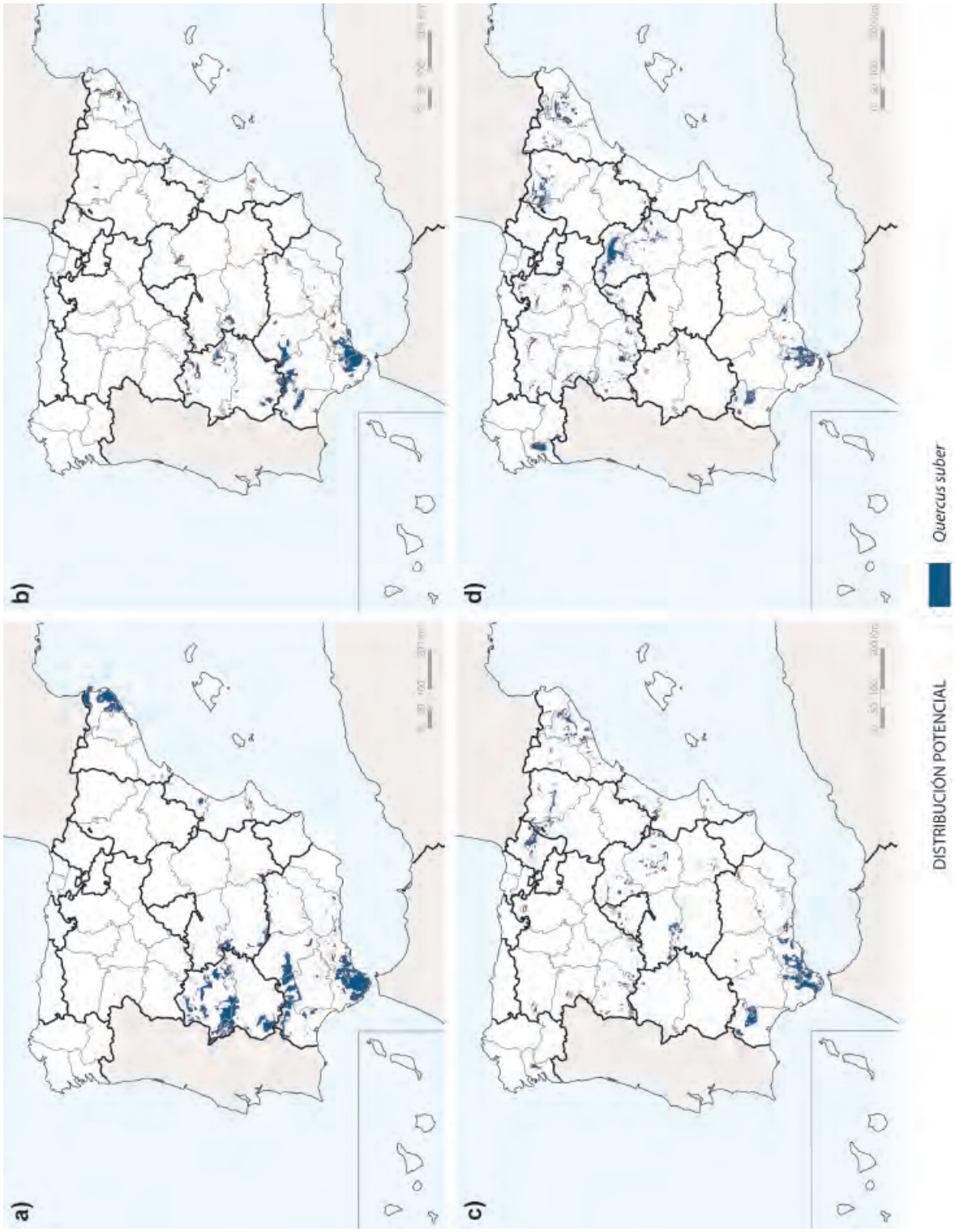


□ **Mapa 4.2.2.** Distribución potencial de la sabina albar (*Juniperus thurifera*) en 2080 según los distintos escenarios climáticos A1 (a), A2 (b), B1 (c) y B2 (c).



Fuente: Elaboración OSE a partir de Benito Garzón et al. (2008) (22).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

□ **Mapa 4.2.3.** Distribución potencial del alcornoque (*Quercus suber*) en la península Ibérica en el presente (a) y en los años 2020 (b), 2050 (c), 2100 (d) para el escenario A2 del modelo HadCM3.

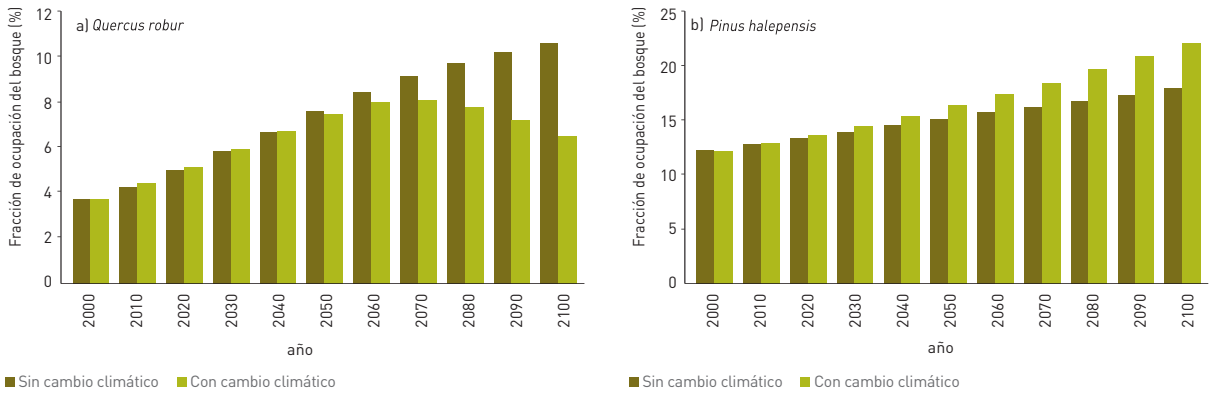


Fuente: Elaboración OSE a partir de Benito Garzón et al. (2008) (22).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

Los resultados del modelo de "no equilibrio" confirman que las principales especies de árboles en España no están en equilibrio con el clima, es decir, que sus distribuciones actuales no abarcan todos los lugares climáticamente aptos para ellas. La mayoría de estas especies están experimentando un proceso de expansión hacia otras zonas forestales en las que aún no estaban presentes. Esta expansión se prolongaría durante la mayor parte del siglo XXI.

El cambio climático tendrá un importante impacto sobre este proceso de expansión, siendo muy diferente dependiendo de la especie y de su adaptación a uno u otro tipo de clima. En general las especies mediterráneas apenas sufrirán cambios en la trayectoria prevista de incremento de su área de ocupación. Algunas de ellas se verán incluso beneficiadas por el cambio climático y tendrán mayores cotas de ocupación de las que alcanzarían sin cambio, como es el caso del pino carrasco (*P. halepensis*, Figura 4.2.2b). Al contrario, las especies atlánticas se verán afectadas en gran medida y pasarán de un estado de crecimiento continuo de su área de distribución a una situación de decrecimiento en apenas algunas décadas, como podría ocurrir con el roble común (*Quercus robur*, Figura 4.2.2a). En el Mapa 4.2.4 se expone un ejemplo de las predicciones espaciales con y sin cambio climático para las dos especies de árboles comentadas anteriormente.

☐ **Figura 4.2.2.** Proyecciones de la fracción de ocupación del bosque en 2100, con y sin cambio climático para (a) el roble común (*Q. robur*) y (b) el pino carrasco (*P. halepensis*).

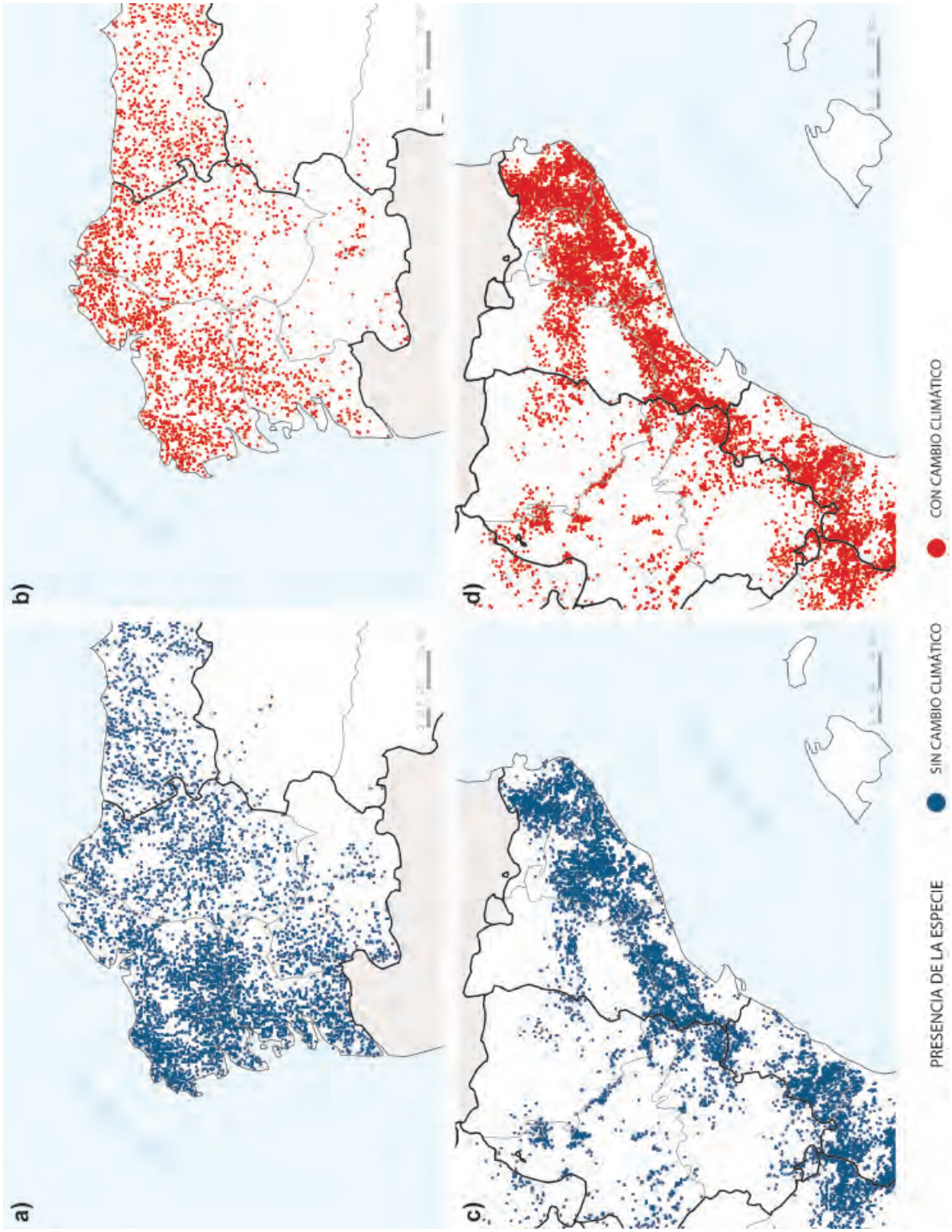


Fuente: Elaboración OSE a partir de García-Valdés et al. (2010) (20).

La respuesta de las especies de afinidad intermedia a los climas áridos será variable pero, como patrón general, las más tolerantes a la sequía y a las altas temperaturas serán las menos perjudicadas. La capacidad de dispersión de estas especies juega también un papel importante en cuanto a su respuesta al cambio climático. Las especies que se dispersen más rápidamente tendrán la mayor capacidad para colonizar nuevas zonas. En general las especies dispersadas por animales serán más efectivas en este sentido y, por tanto, podrán "huir" más rápidamente de los cambios ambientales más extremos (23). Sin embargo las pérdidas de especies dispersoras claves pueden igualmente revertir este fenómeno.

En términos generales, el cambio climático provocará una menor diversidad de especies de árboles en todo el territorio en comparación con la prevista en ausencia de dicho cambio. Una excepción en cuanto a esta pérdida serán las zonas montañosas del norte de España donde la riqueza de especies será mayor. Ese aumento se debe a que estas zonas se convertirán en lugares de refugio para muchas especies que no se distribuyen actualmente en ellas.

□ **Mapa 4.2.4.** Detalle de las proyecciones de la fracción de ocupación del bosque del roble común *(Q. robur)* en 2100 con y sin escenarios de cambio climático (a y b respectivamente) y para el pino carrasco (*P. halepensis*, c y d respectivamente).



Fuente: Elaboración OSE a partir de García-Valdés et al. (2010) (20).

Conclusiones

Los modelos de nicho predicen el área de las especies en el futuro, si bien existe siempre una gran incertidumbre en relación con sus patrones de distribución. Esta incertidumbre se debe, por una parte, a la variación entre los distintos modelos climáticos utilizados y, por otra, a las características intrínsecas de los modelos de nicho, que no consideran variables biológicas, como la capacidad de dispersión o la adaptación local, que pueden ser determinantes en la reorganización de las especies en el futuro. Según los modelos de nicho considerados aquí, se producirá una marcada disminución en el área de distribución de todas las especies forestales ibéricas, si bien las predicciones varían mucho entre los distintos escenarios considerados.

Los modelos de "no equilibrio" permiten comprobar que muchas de las principales especies forestales en España experimentan actualmente una expansión hacia otras zonas forestales en las que aún no estaban presentes. Esta expansión paliará en parte, y en el corto plazo, los efectos que va a tener el cambio climático sobre sus áreas de ocupación. Sin embargo, las dinámicas de expansión sí que se verán afectadas de manera drástica, afectando a la distribución futura de algunos de estos árboles (20).

La expansión que se observa dentro de las zonas forestales en muchas especies se debe al menos a tres factores. Primero, el efecto del manejo de las especies por los humanos a lo largo de siglos en la península Ibérica (8). Esto ha producido que algunas zonas actuales de bosque sean relativamente jóvenes, puesto que hasta hace tan sólo décadas se habían utilizado para el cultivo o el pastoreo de manera más o menos continua. Estos bosques están en estadios relativamente tempranos de sucesión ecológica, y por tanto hay muchas especies que aun no están presentes. Muchas de estas especies han sido, por otro lado, relegadas a otras partes de su distribución potencial, y por tanto, no han tenido el tiempo de alcanzar zonas favorables pero lejanas respecto a sus actuales zonas de distribución. Segundo, la explotación diferencial de unas especies en relación con otras ha favorecido a las primeras dentro de los bosques. Por ejemplo, el carboneo o la plantación de especies para su uso como madera han creado distribuciones "artificiales" que, actualmente, en una situación de explotación mucho menor en comparación con el pasado, están empezando a cambiar hacia niveles naturales. Tercero, el retroceso de los hielos después de la última glaciación inició un proceso de recolonización por parte de especies arbóreas. Dicha recolonización aún se está produciendo en nuestros días (9,10) y puede jugar un papel clave en la península Ibérica que fue, además, refugio para muchas especies durante las glaciaciones.

Esta expansión natural en busca de equilibrio se verá afectada por el cambio climático. Algunas especies estarán más influenciadas que otras en función de su tolerancia a las condiciones que se intensificarán durante este cambio (principalmente aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones). De esta manera, las especies que tienen una mayor tolerancia a la sequía y que disponen de mecanismos naturales de defensa frente a ella, estarán favorecidas respecto a las que no tienen dicha tolerancia. Estas especies tolerantes se verán en algunos casos beneficiadas por el cambio de las condiciones ambientales y podrían convertirse en invasoras en zonas que con el clima actual no colonizarían. En el otro extremo encontramos las especies puramente atlánticas o montanas, que sufrirán un impacto muy marcado como consecuencia del cambio climático. Dichas especies que, como las demás, se encuentran en expansión y que podrían llegar incrementar su distribución en más de un 50% en menos de un siglo, sufrirán una parada brusca en su crecimiento y sus áreas de distribución comenzarán a retroceder. Esto es debido a que estas especies dejarán de tener zonas climáticamente aptas para ellas y no podrán encontrar refugio puesto que ya ocupan las zonas frías y húmedas de la Península. Las predicciones llevadas a cabo contemplan tan sólo el próximo siglo, por lo que solamente se observa la tendencia decreciente en cuanto a la ocupación de estas especies. Sin embargo, las trayectorias actuales permiten augurar futuras extinciones en la península Ibérica en un plazo no mucho mayor.

Entre las situaciones más extremas podemos observar todo un espectro de respuestas frente al cambio climático, dependiendo de las características fisiológicas de las especies. Algunas verán su actual expansión retenida y disminuida, y otras apenas se verán afectadas en cuanto a grado de ocupación. Todas las especies, no obstante, tanto las beneficiadas o indiferentes como las seriamente perjudicadas sufrirán un cambio en sus distribuciones moviéndose hacia zonas septentrionales y de mayor altitud.

Este movimiento hacia el norte y hacia las partes altas de las montañas podría producir un descenso en la riqueza de especies arbóreas en comparación con la riqueza potencial en un escenario sin cambio climático. Así, si se mantuviera el clima actual, los modelos predicen un aumento de riqueza de estas especies. El cambio climático afectará especialmente al sur del territorio y algunas montañas de dicha región podrían mantener valores altos de riqueza. El norte peninsular podría verse menos afectado y, en las zonas de montaña, la riqueza podría aumentar por su efecto refugio. No obstante, no es muy probable que este aumento se mantenga en el tiempo puesto que, si la previsión es que las especies vayan subiendo de cota para huir del cambio climático, llegará un momento en el que empiecen a producirse extinciones en los relictos de las cumbres.

La previsión de cambio climático y las simulaciones del

efecto que éste tendrá sobre la distribución de los árboles indican que sería aconsejable una política de adaptación mediante, por ejemplo, la creación de corredores ecológicos que permitan a las especies "huir" en la dirección necesaria, la protección de áreas que vayan a ser fundamentales para conservar algunas especies en el futuro, o incluso la facilitación de propagación de algunas especies que no puedan moverse al ritmo que impondrá el cambio climático. Esto incluye la conservación de especies de niveles tróficos superiores cuyo papel como dispersores puede ser clave.

4.2.2.2. Cambios a nivel intraespecífico: Adaptación local y plasticidad

Introducción

Las distribuciones de las especies pueden cambiar en el futuro debido al calentamiento global (24), y el riesgo de extinción de las mismas puede aumentar (25,26). Aunque los factores que afectan a la distribución de las especies son tanto ambientales (incremento de temperatura, cambio de los patrones de precipitaciones, etc.), como biológicos (capacidad de dispersión, competencia entre especies, diversidad genética y plasticidad fenotípica, entre otros), los modelos de distribución de las especies (MDE) consideran normalmente sólo los primeros.

Tal y como se ha apuntado anteriormente, la variabilidad intraespecífica y la plasticidad fenotípica son procesos que pueden afectar a la respuesta de las especies al cambio climático. La adaptación local o intraespecífica se refiere a la diferenciación genética entre poblaciones como consecuencia de distintas presiones de selección y/o aislamiento poblacional (27). La plasticidad fenotípica se define como la capacidad de un determinado genotipo de producir diferentes fenotipos bajo diversas condiciones ambientales (28). Una alta plasticidad fenotípica permite a las especies sobrevivir en un abanico más amplio de condiciones ambientales. Por tanto, la adaptación local y la plasticidad fenotípica pueden influir sobre los modelos de distribución de especies bajo escenarios de cambio global.

Los MDE se basan en la asunción de que las especies responden homogéneamente al cambio climático, es decir, en que las especies son igualmente plásticas. Esta asunción, unida a la longevidad de los árboles, puede provocar que se sobrestime o subestime el riesgo potencial de variación en la distribución de las especies frente a diversos escenarios de cambio climático. En general, los árboles muestran una alta variabilidad de caracteres funcionales a lo largo de gradientes ambientales (29), por lo que esta variabilidad debe ser considerada por los MDE para predecir correctamente las distribuciones de las especies frente al cambio climático.

Para la península Ibérica y utilizando escenarios de cambio climático futuro, los MDE que se basan en la presencia/ausencia de las especies predicen una disminución de todos los tipos de bosques, especialmente los bosques de coníferas de montaña de pino albar *(P. sylvestris)*, pino negro de montaña *(P. uncinata)* y abeto blanco *(Abies alba)* (22). Sin embargo, estos resultados deben ser revisados teniendo en cuenta la plasticidad fenotípica y la adaptación local de las especies forestales.

Aquí se propone un ejemplo de cómo incluir la adaptación local y plasticidad fenotípica en los MDE para dos especies forestales ibéricas, el pino albar *(P. sylvestris)* y el pino resinero *(P. pinaster)*. El pino albar tiene una amplia distribución en Europa, alcanzando su límite meridional en el sur de España. Este pino forma los bosques de coníferas de montaña más extensos de la península Ibérica. El pino resinero tiene una ecología muy distinta, constituyendo bosques mediterráneos y con un área de distribución fragmentada que cubre sólo el oeste del Mediterráneo. Para ambas especies se han descrito diferencias genéticas poblacionales (30,31,32,33), y existen ensayos de procedencia que permiten evaluar su supervivencia bajo diferentes condiciones ambientales. Por todo ello, ambas especies constituyen un sistema ideal para estudiar el efecto de la diversidad genética intraespecífica y la plasticidad fenotípica sobre los posibles cambios de distribución de las especies forestales en relación al cambio climático.

METODOLOGÍA

Se utilizaron dos series de ensayos de procedencias de *P. sylvestris* y *P. pinaster* transplantados en 4 y 5 puntos de España respectivamente (34,35,36). En cada sitio experimental se sembraron semillas provenientes de distintas procedencias (8 en el caso de *P. sylvestris* y 26 para *P. pinaster*), abarcando una parte representativa del área de distribución de estas especies en España. En ellos, se midió periódicamente la supervivencia de los árboles mayores de 11 años. Se agruparon las procedencias con características climáticas similares en 4 grupos para *P. sylvestris* (Pirineos, sistema Central, sistema Ibérico Este, Sierra Nevada) y 5 para *P. pinaster* (Galicia, Meseta, sistema Ibérico, Sierra Segura y Sierra Nevada).

Las diferencias entre los grupos de procedencias considerados se analizó mediante un análisis de la varianza (ANOVA). Se examinaron las diferencias entre sitios de transplante, entre grupos de procedencias y la interación entre ambos. Las diferencias significativas entre grupos de procedencias indicaría la existencia de variabilidad genética intra-específica en la supervivencia. Las diferencias significativas entre procedencias indicaría la existencia de plasticidad fenotípica, mientras que diferencias significativas en la interacción procedencia-sitio de transplante confirmarían la existencia de diferencias en la plasticidad fenótipica entre procedencias.

Se han realizado MDE integrando datos experimentales de regiones de procedencia para las dos especies consideradas (*P. sylvestris* y *P. pinaster*). Para las condiciones actuales, cada sitio experimental se caracterizó con variables climáticas de la estación climática más cercana con las series 1951-2006 de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), (temperatura media anual, temperatura media del mes más cálido, temperatura media del mes más frío, precipitación total anual y precipitación de verano). Para las condiciones futuras se utilizó el escenario de cambio climático A2 HadCM3 para los años 2020, 2050 y 2080.

En suma, se ha incorporado la plasticidad y adaptación local a MDE, calibrándolos en función de la supervivencia como variable respuesta. Los modelos de procedencias se calibraron con el algoritmo de random forests (15), combinando 500 árboles. Se realizaron modelos para cada una de las procedencias y un modelo utilizando todas las procedencias juntas para cada una de las especies. La calibración de los modelos se realizó utilizando 2/3 de los datos de supervivencia disponibles, dejando 1/3 de los datos para validar el modelo final. La validación del modelo se llevó a cabo por la medida de precisión AUC (area under the curvem) (37), que está basada en una matriz aleatorizada.

Las prediciones del modelo estiman la supervivencia de la especie para cada procedencia, donde la probabilidad de ocurrencia se relaciona con la probabilidad de supervivencia. Los resultados obtenidos de esta forma para cada procedencia se compararon con resultados previos obtenidos por el mismo MDE para las mismas especies considerando sólo presencia/ausencia de la especie para calibrar el modelo (22).

La adaptación local y la plasticidad fenotípica pueden afectar a la respuesta de las especies forestales al cambio climático

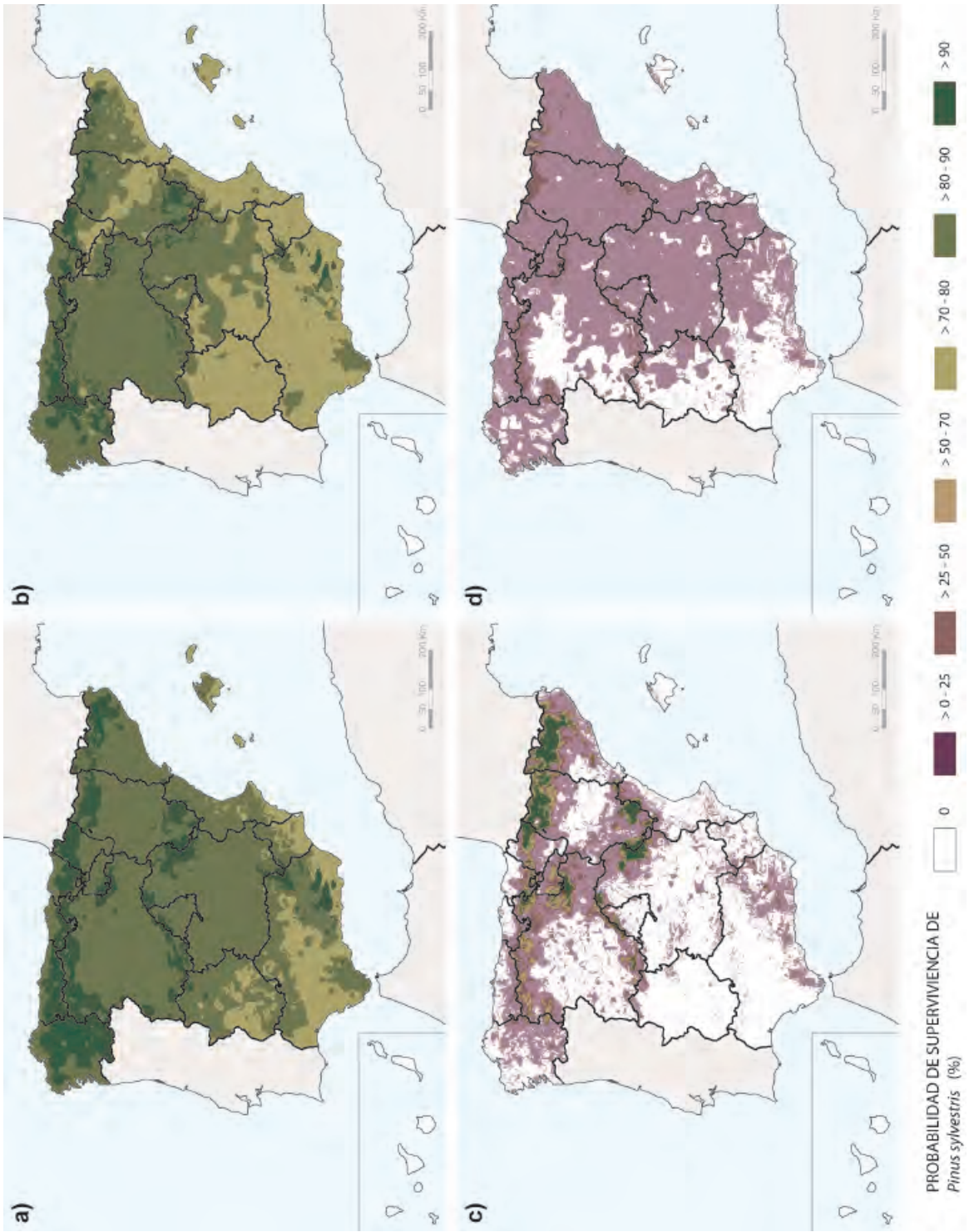
Tal y como se ha comentado anteriormente, los modelos de nicho están basados en que las especies pueden responder homogéneamente al calentamiento global en todo su rango climático. Sin embargo, en las especies arbóreas la existencia de ecotipos diferenciados a lo largo de gradientes ambientales hace necesario considerar las diferencias genéticas entre poblaciones.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de procedencias, que indican la existencia de diferencias genéticas dentro de una misma especie. Las diferencias encontradas entre sitios de transplante indican la existencia de plasticidad y la existencia de interacción entre sitio de transplante y grupo de procedencia indican diferencias en la plasticidad entre los grupos de procedencias. Las diferencias que se encuentran entre procedencias y en los sitios de trasplante se pueden traducir en que el carácter "supervivencia" presenta tanto plasticidad fenotípica como diversidad genética.

La predicción de supervivencia para *P. sylvestris* cuando se utilizan todas las procedencias juntas muestra un descenso del área de ocupación de la especie en 2100, pero la mayor parte de su área de distribución se mantiene (Mapas 4.2.5a y 4.2.5b). Cuando no se considera la supervivencia y solo se modeliza ausencia/presencia de la especie la reducción en el área de ocupación es mucho mayor en 2100 (Mapas 4.2.5c y 4.2.5d).

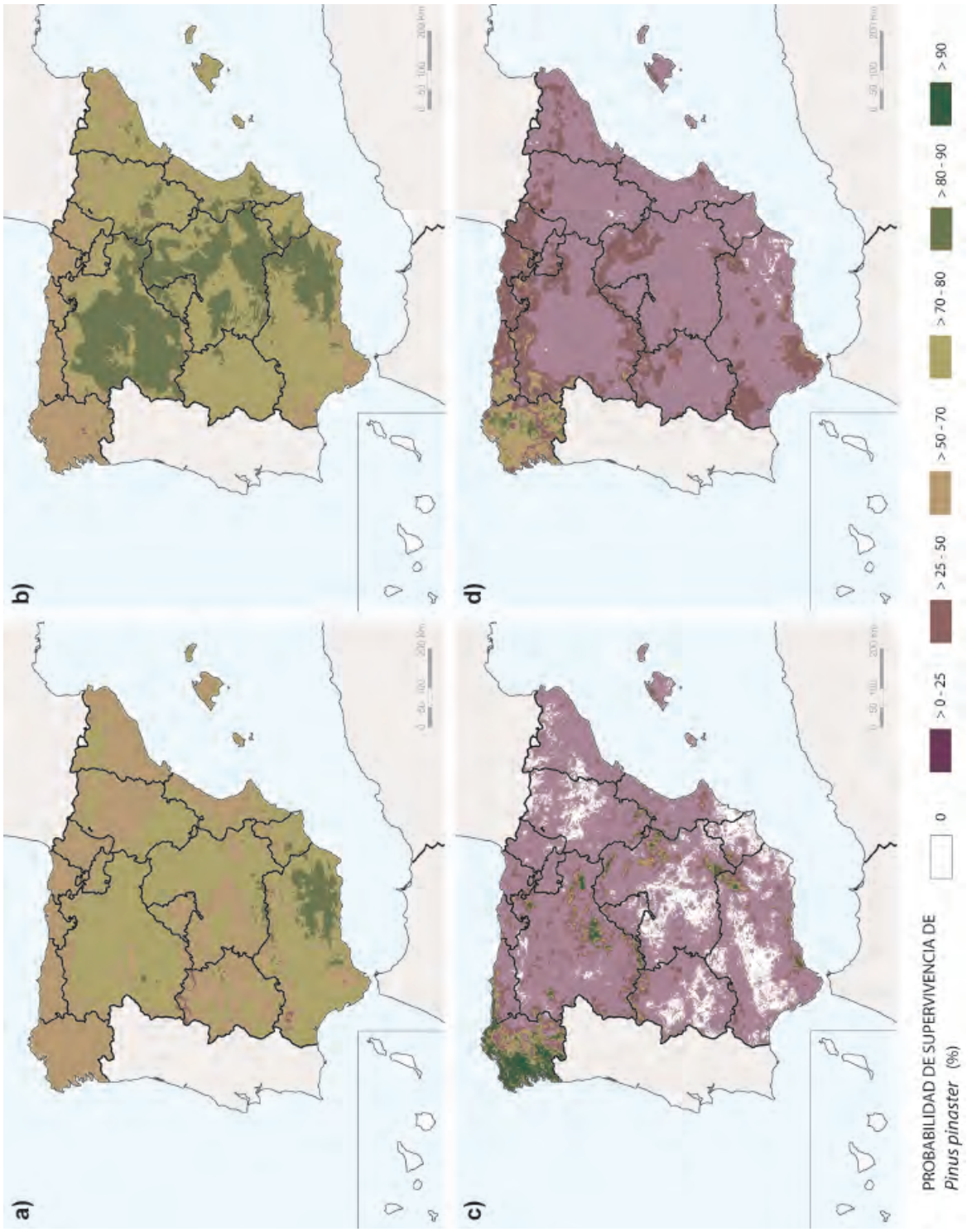


□ **Mapa 4.2.5.** Probabilidad de supervivencia para todas las procedencias de *P. sylvestris* consideradas conjuntamente para el presente y el año 2100 (a y b respectivamente) y probabilidad de supervivencia calibrando el modelo sólo con datos de presencia/ausencia para el presente y el año 2100 (c y d respectivamente).



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (38).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

□ **Mapa 4.2.6.** Probabilidad de supervivencia del grupo de procedencias de la Meseta de *P. pinaster* para condiciones actuales y para el año 2100 (a y b respectivamente) y predicción espacial de la especie calibrando el modelo sólo con datos de presencia/ausencia para el presente y el año 2100 (c y d respectivamente).



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (38).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

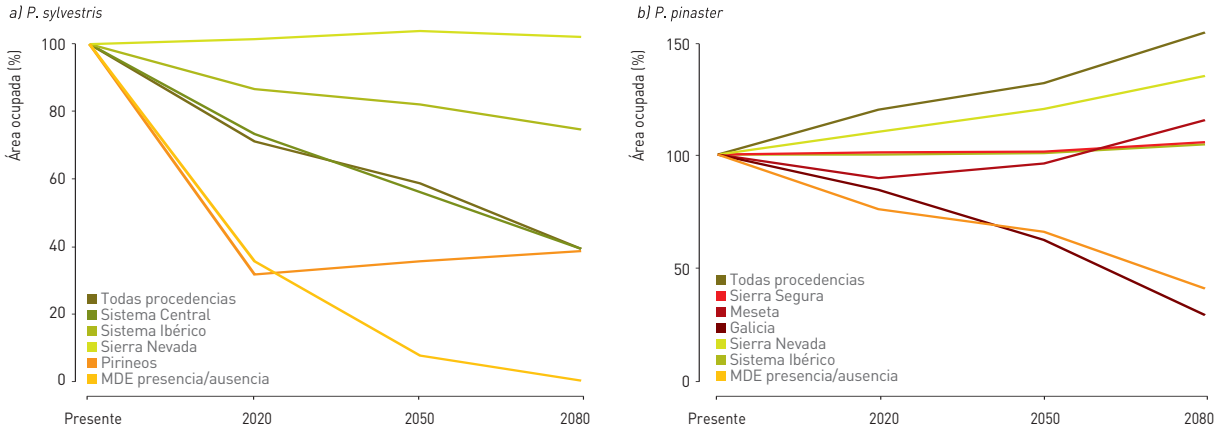
De forma similar, en el caso de *P. pinaster*, cuando se considera solo la presencia de la especie (Mapas 4.2.6c y 4.2.6d), la reducción del área de ocupación en 2100 es mucho mayor que cuando se considera la supervivencia de un sólo grupo de procedencias, la Meseta (Mapas 4.2.6a y 4.2.6b).

Por tanto, las distribuciones potenciales de las especies varían enormemente cuando se consideran datos de supervivencia poblacional en vez de presencia/ausencia para todo su rango. Estos resultados son especialmente importantes para poder cuantificar de forma realista la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales. Así, la respuesta al cambio climático de las especies es muy variable y puede depender de la adaptación local de cada una de las poblaciones.

Existen diferencias en la probabilidad de ocupación del espacio por las especies forestales entre los MDE clásicos y modelos que consideran la supervivencia y la adaptación local

A partir de los mapas de probabilidad de supervivencia generados por el modelo se obtuvieron mapas de ocupación de las especies para el escenario de cambio climático A2 HadCM3 en los años 2020, 2050 y 2100. Se considera una ocupación completa (100%), la ocupación predicha por el modelo para las condiciones actuales; la ocupación futura se calcula en relación a los cambios respecto a dicha ocupación completa. Los resultados obtenidos basados en la supervivencia se comparan con la ocupación obtenida considerando la presencia/ausencia de las especies. Los resultados para *P. sylvestris* muestran una disminución en el tiempo del área de ocupación, que es muy similar cuando se consideran todas las procedencias juntas o sólo el grupo del sistema Central (Fig. 4.2.3a). Sin embargo, el área de distribución de las procedencias más meridionales (Sierra Nevada), podría aumentar ligeramente en el futuro. Esto constata una adaptación local de dichas procedencias a la aridez, lo que favorecería su expansión en dichas condiciones. Por el contrario las procedencias septentrionales de *P. sylvestris* verían disminuida su área de ocupación en condiciones de mayor aridez. Resultados similares se observan en el caso de *P. pinaster* (Fig. 4.2.3b), donde sólo las procedencias gallegas verían disminuida su área de ocupación en los escenarios de cambio climático considerados, mientras que las demás procedencias podrían mantener o incluso aumentar su área de ocupación.

☐ **Figura 4.2.3.** Probabilidad de ocupación de *P. sylvestris* (a) y *P. pinaster* (b) para 2020, 2050 y 2080 (escenario A2 HadCM3), en porcentaje respecto al presente. Los resultados se muestran para cada uno de los grupos de procedencias por separado, todas las procedencias juntas y los resultados obtenidos por un modelo de nicho calibrado solo por ausencia y presencia de las especies.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (38).

Conclusiones

La plasticidad ecológica y la adaptación local de las especies a lo largo de sus áreas de distribución influyen fuertemente en las predicciones de ocupación del espacio en el futuro y, por tanto, deben ser incluidas en los MDE. Asimismo, la calibración de los MDE con datos experimentales, como la supervivencia, aumenta su realismo biológico al incorporar procesos de adaptación local y plasticidad. Para *P. sylvestris* y *P. pinaster*, las procedencias meridionales son las mejor pre-adaptadas para soportar aumentos de temperatura ligados al cambio climático. Por el contrario, las predicciones indican que las poblaciones del norte peninsular disminuirían sus áreas de distribución con el calentamiento global. Los resultados muestran la relevancia de la conservación de la diversidad genética para procesos de adaptación al cambio climático.

■ 4.2.3. PROCESOS ECOSISTÉMICOS COMO GENERADORES DE SERVICIOS AMBIENTALES

4.2.3.1. Productividad primaria neta potencial y real: variaciones según escenarios de cambio climático

Introducción

La productividad es una medida de la energía disponible en los ecosistemas y constituye un factor fundamental para que éstos puedan proporcionar bienes y servicios al ser humano. La productividad puede definirse como la producción de biomasa por parte de las plantas. La productividad primaria bruta es la energía total fijada por la fotosíntesis (39). Una proporción de esta productividad se pierde por la propia respiración de las plantas, de forma que la productividad primaria neta (PPN) viene determinada por la productividad primaria bruta menos la respiración, definiéndose como la biomasa neta incorporada en la vegetación por unidad de tiempo (40).

Los recursos necesarios para la productividad primaria son la luz, el dióxido de carbono, el agua y los nutrientes del suelo (39). Existe una relación directa entre la precipitación anual y la temperatura media con la PPN de los bosques. Otro factor limitante que puede reducir la productividad de un sistema es un suelo con un bajo contenido de nutrientes, por lo que en una misma región climática existe un mosaico de productividad condicionado por el suelo. Por otra parte, la productividad tiende a disminuir con la latitud y la altitud por la interacción con sus factores limitantes (temperatura, luz etc.). Los factores que determinan la PPN pueden variar en función de la escala. Así, a escala global, el clima y los patrones de perturbaciones ligados a éste juegan un papel esencial; a escala regional, el clima asociado con gradientes altitudinales y factores edáficos cobran mayor importancia; y a escala local los factores históricos, las perturbaciones y la composición especifica pueden jugar un papel clave (40,41). Por tanto, la productividad primaria neta real puede ser inferior a la potencial debido a cambios en el clima, el suelo o la diversidad (42).

Actualmente se están llevando a cabo diferentes modelos para evaluar los posibles efectos del cambio global sobre la PPN. La mayor parte de los modelos climáticos se basan en que el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero producirá incrementos de la temperatura de entre 1,5 y 4,5 ºC, así como variaciones en los patrones de precipitación. Las predicciones a nivel global indican un incremento de la PPN terrestre de entre un 20% y un 26%, asumiendo que se produce el doble de la concentración de dióxido de carbono, aunque existen diferentes respuestas en la productividad a escalas espaciales menores (43). En estos modelos se observa cómo la importancia relativa de las diferentes variables que afectan a la PPN varían entre ecosistemas, de forma que el incremento en la temperatura puede producir descensos en PPN, debido a descensos en la humedad del suelo o incrementos de las tasas de descomposición, mientras que en regiones húmedas, una precipitación menor puede provocar descensos en la productividad.

En la presente sección se ha calculado a la PPN real actual a partir del segundo y tercer Inventario Forestal Nacional (IFN2 e IFN3), para las principales especies forestales ibéricas, y la PPN potencial mediante el índice edafo-climático de Paterson. Además se han evaluado los cambios potenciales, bajo el escenario A2 HadCM3 de cambio climático, tanto de la productividad primaria neta potencial, como de la real. Ambas metodologías son fundamentales para predecir posibles variaciones en la productividad por el cambio climático, y el análisis de desfases entre ambas puede tener claras implicaciones de cara a la gestión de las masas forestales. Cabe señalar que, tradicionalmente en España, solamente se ha utilizado únicamente la productividad potencial para evaluar la productividad forestal.

METODOLOGÍA

Cálculo de la productividad primaria real

El cálculo de la productividad primaria real (m^3 por ha y año), se ha realizado para las parcelas de pies mayores (altura mayor que 1,30 m y diámetro a la altura del pecho mayor que 7,5 cm), que tienen un carácter permanente entre el segundo y tercer IFN para toda la península Ibérica. Así, a partir de la información del volumen sin corteza obtenida árbol a árbol, se ha calculado la productividad primaria neta sobre suelo considerando tres procedimientos demográficos básicos: reclutamiento, crecimiento y mortalidad. Estos cálculos se muestran para las especies más productivas de la península Ibérica.

Cambios en la productividad primaria neta potencial

Los índices de PPN potencial se calculan basándose en los principales factores que influyen sobre la productividad real: el clima y la litología. En este trabajo se ha utilizado el índice de Paterson, que es un índice de productividad potencial en el que se cuantifican los factores climáticos, corrigiéndose en función de los sustratos litológicos (16). Para ello, se crearon para toda España unas clases litológicas en función de su productividad potencial de acuerdo con la pedregosidad, textura, fertilidad potencial, pH y caliza activa. Se ha calculado la productividad primaria neta potencial usando el escenario de cambio clímatico A2 HadCM3 para 2020, 2050 y 2100. Las comparaciones se han realizado considerando 7 clases de productividad:

- Clase I (>7.5 m^3 por ha y año): sin limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase II (6.0-7.5 m^3 por ha y año): débiles limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase III (4.5-6.0 m^3 por ha y año): moderadas limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase IV (3.0-4.5 m^3 por ha y año): moderadamente graves limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase V (1.5-3.0 m^3 por ha y año): graves limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase VI (0.5-1.5 m^3 por ha y año): muy graves limitaciones para el crecimiento de bosques productivos.
- Clase VII (<0.5 m^3 por ha y año): limitaciones suficientemente graves como para restringir el crecimiento de bosques productivos.

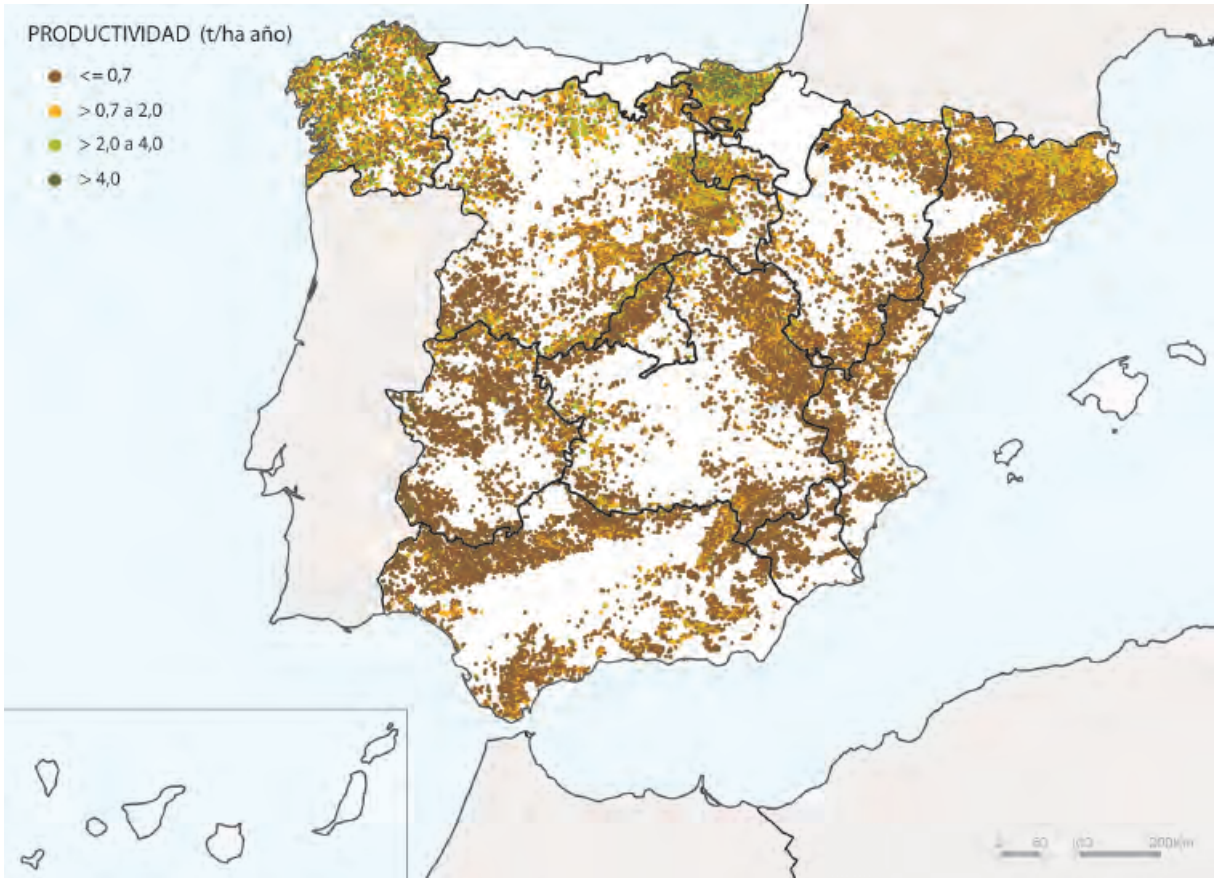
Proyección según escenarios de cambio climático

Se han desarrollado modelos no paramétricos calibrados con los principales predictores climáticos disponibles para calcular la productividad actual y futura (escenario de cambio clímatico A2 HadCM3 para 2020, 2050 y 2100). En concreto se han utilizado la temperatura media anual, la temeratura media de las máximas del mes más cálido, la temperatura media de las mínimas del mes más frio, la precipitación anual total, la altitud, la pendiente, la orientación y la insolación. El modelo usado utiliza el algoritmo de random forest (15), que incluye árboles de regresión usando técnicas de aleatorización muestral (boostraping), y que fue calibrado con la productividad calculada a partir del IFN.

La productividad primaria actual es mayor en el norte de la península Ibérica, siendo los pinos y los eucaliptos las especies más productivas

Las mayores productividades de los bosques españoles se localizan en el norte de la península Ibérica, especialmente en Galicia, País Vasco y la zona de Pirineos, en Aragón y Cataluña (Mapa 4.2.7). En el resto de la Península las productividades más elevadas se concentran en torno al sistema Central, sistema Ibérico y sistema Bético.

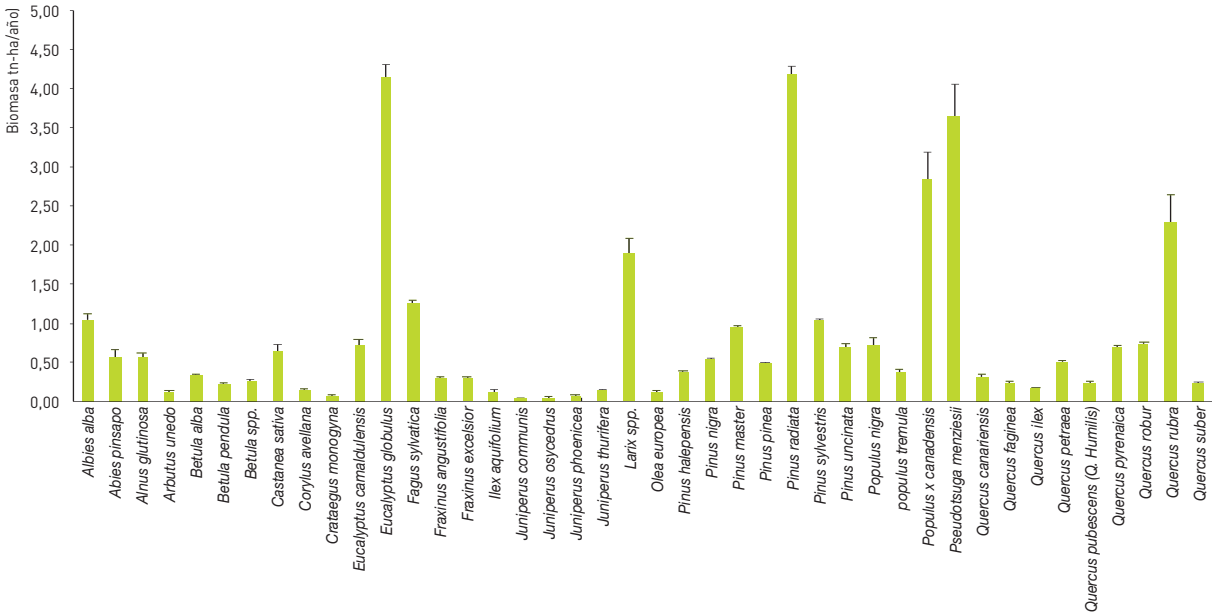
☐ **Mapa 4.2.7.** Productividad real (toneladas por hectárea y año) calculada a partir de datos de crecimiento en las parcelas permanentes entre el segundo y tercer IFN.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos del segundo y tercer IFN.
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Las CCAA Islas Baleares, Navarra, Principado de Asturias y Cantabria no se muestran al no ser directamente comparables las parcelas del segundo y tercer IFN.

La mayoría de las especies de pinos tienden a producir entre 0,3t y 1t de biomasa por hectárea y año, excepto el pino americano *(P. radiata)*, que produce 4,2 t/ha·año (Figura 4.2.4). Esta especie es original de California y ha sido ampliamente utilizada en plantaciones productivas en el norte de España. Los eucaliptos (género *Eucalyptus*), son otra de las principales especies alóctonas plantadas en la península Ibérica (especialmente en el norte y noroeste), por su rápido crecimiento (44). En el presente trabajo se han obtenido mayores valores de productividad para *Eucalyptus globulus* (4,1 t/ha·año) en relación con *Eucalyptus camaldulensis* (0,7 t/ha·año). En el caso de las especies del género *Quercus* (robles, encinas, alcornoques, quejigos, etc), la productividad es, como promedio, de 0,6 t/ha·año. El roble americano *(Quercus rubra)* es la especie del género *Quercus* que presenta mayores productividades, con un promedio de 2,3 t/ha·año. En comparación con el resto de especies, las pertenecientes al género *Juniperus* presentaron valores de productividad bastante bajos, inferiores a 0,1 t/ha·año.

☐ **Figura 4.2.4.** Productividad real promedio (toneladas por hectárea y año) de las principales especies forestales presentes en la península Ibérica (las barras representan el error estándar).

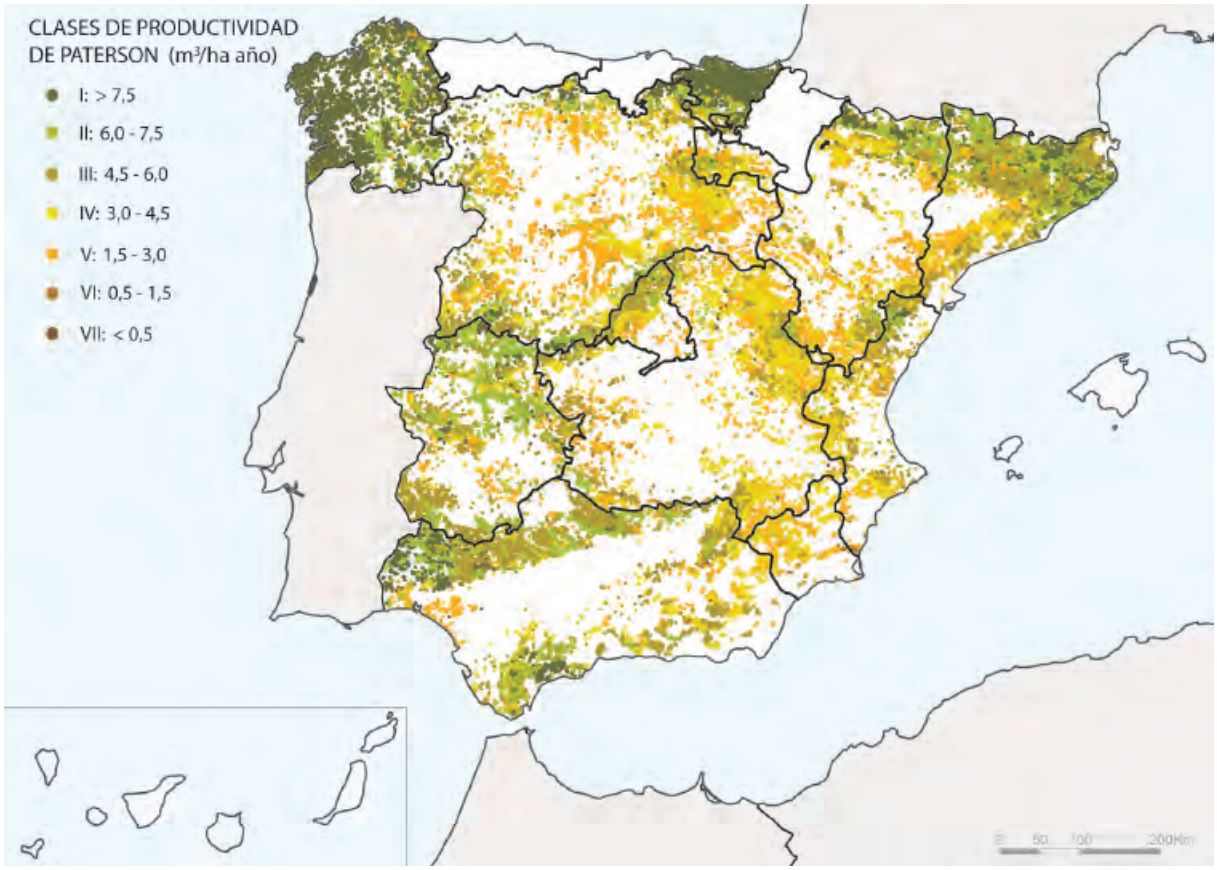


Fuente: Elaboración OSE a partir de datos del Segundo y Tercer IFN.

La PPN potencial puede variar en función del cambio climático, con tendencias diferentes en las regiones mediterránea y atlántica

Los cálculos descritos anteriormente sobre la productividad primaria neta se basan únicamente en el incremento de biomasa aérea, calculada considerando los árboles vivos en ambos inventarios forestales. El índice de Paterson considera además factores climáticos y litológicos para determinar la productividad potencial. En el Mapa 4.2.8 se observa la productividad primaria neta potencial de Paterson para las parcelas permanentes entre el segundo y tercer IFN. La mayor parte de la superficie de España (algo más del 73%), presenta limitaciones de moderadas a graves en relación con la productividad (clases de III a V). Las zonas más productivas potencialmente se encuentran en el norte de España, con bastante representación de la clase I (sin limitaciones para la productividad), que ocupa en España más del 10% del territorio. La clase VII (con limitaciones suficientemente graves como para impedir el crecimiento de bosques productivos), tiene una representación escasa y dispersa, y se encuentra en el sudeste peninsular, en áreas ocupadas por pantanos, embalses y marismas, así como en zonas de alta montaña.

□ **Mapa 4.2.8.** Productividad primaria neta potencial de Paterson en las parcelas permanentes entre el segundo y tercer IFN.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Sánchez Palomares y Sánchez Serrano (2000) (16).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Las CCAA Islas Baleares, Navarra, Principado de Asturias y Cantabria no se muestran al no ser directamente comparables las parcelas del segundo y tercer IFN.

La productividad primaria neta potencial, calculada en función del escenario de cambio climático A2 HadCM3, no muestra grandes cambios en 2020 y 2050 con respecto a la actualidad (Mapas 4.2.9b, 4.2.9c y 4.2.9a respectivamente).

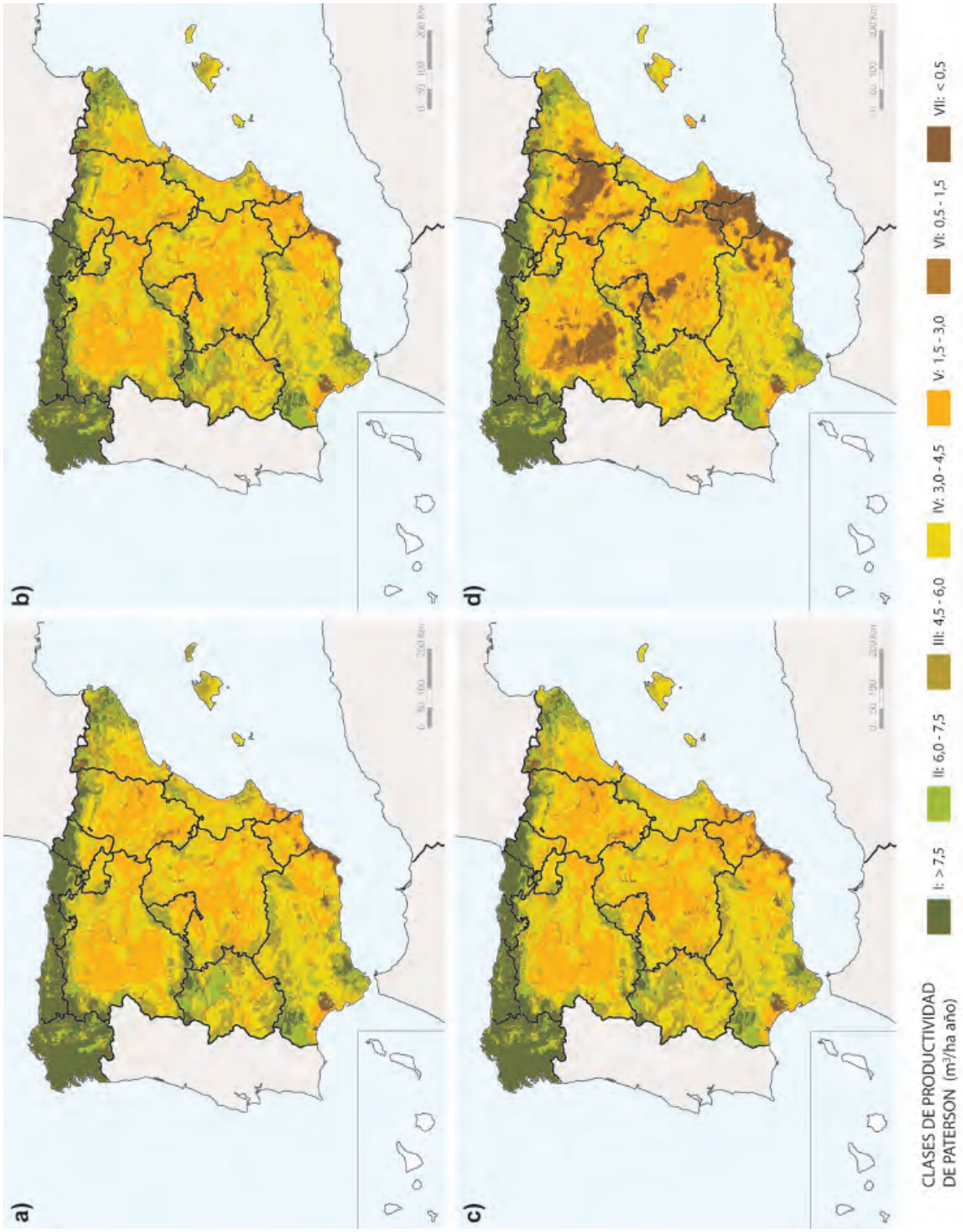
Cabe destacar el aumento de la superficie ocupada por la clase VII para el año 2100, que es la de menor productividad e impide el crecimiento de bosques productivos por limitaciones climáticas, (Mapa 4.2.9d). Este aumento se produce principalmente en la zona central de Castilla y León, la provincia de Zaragoza y el suroeste de la Península, donde estarían las zonas climáticas más desfavorables para el crecimiento arbóreo. Es importante remarcar que este índice únicamente considera condiciones climáticas y litológicas, sin incluir otras variables que pueden influir sobre la productividad potencial.

La PPN real calculada en los escenarios de cambio climático también predice cambios, especialmente heterogéneos en la región mediterránea

Los resultados de los modelos de productividad realizados considerando todas las variables climáticas y las de los escenarios de cambio climático A2 HadCM3 (variabilidad explicada del 46,1%), revelan que la productividad en el norte y parte de la costa noroeste de la península Ibérica tiende a mantenerse prácticamente constante o con leves aumentos en el próximo siglo (Mapa 4.2.10).

La región mediterránea muestra pequeños incrementos en la productividad de algunas zonas en 2020 y 2050 (Mapa 4.2.10b y 4.2.10c), que se acusan en el año 2100 (Mapa 4.2.10d). Los cambios observados son espacialmente muy heterogéneos. El incremento en la productividad primaria neta en la región mediterránea es acorde a los resultados de otros autores (46), aunque también deberían ser considerados en los modelos los factores antrópicos, que son fundamentales en la dinámica de los bosques ibéricos (47).

□ **Mapa 4.2.9.** Productividad primaria neta potencial de Paterson bajo las condiciones climáticas actuales (a), 2020 (b), 2050 (c) y 2100 (d), según el escenario IPCC A2 HadCM3.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (38).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

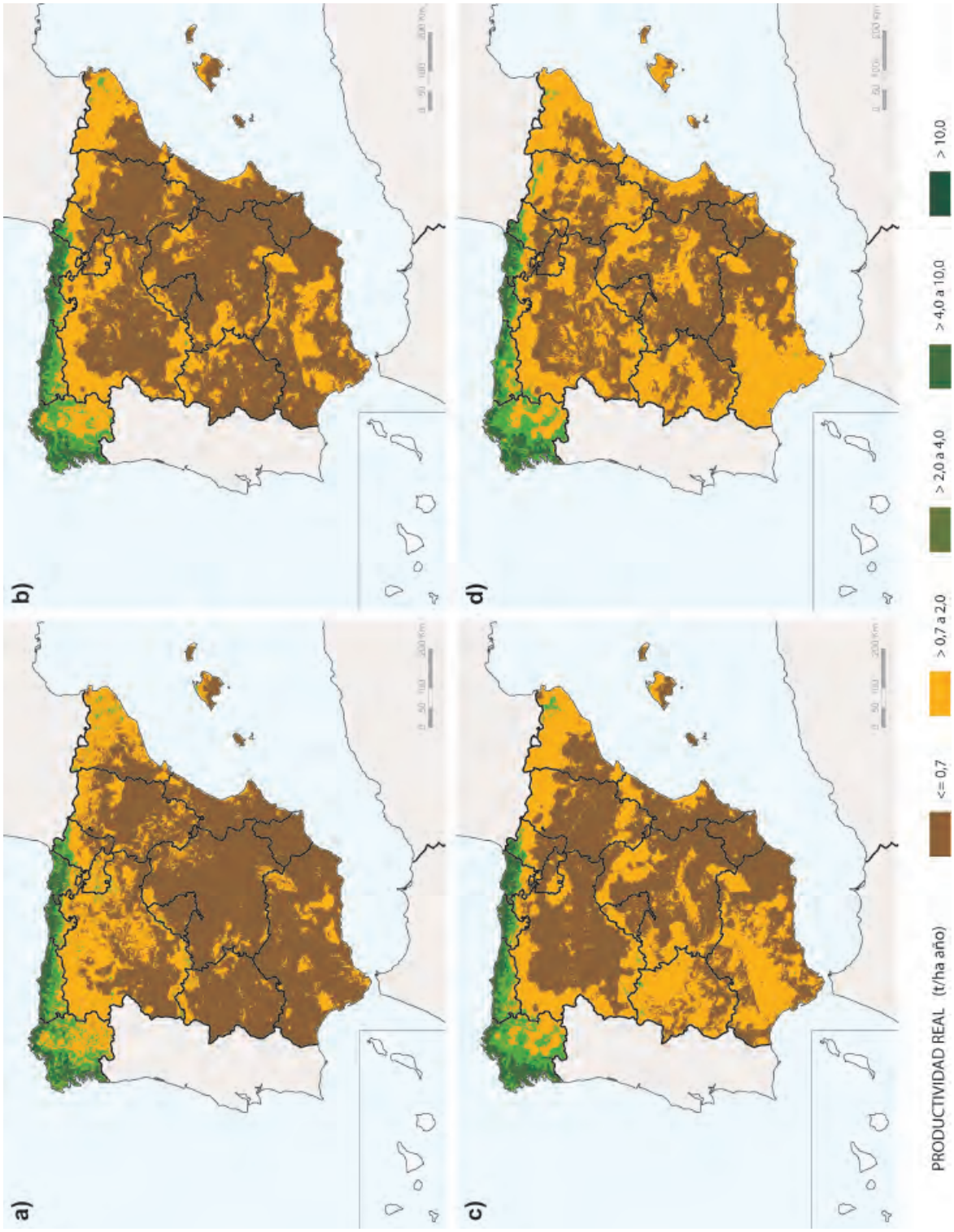
Conclusiones

La región atlántica tiene los mayores valores de productividad, tanto real como potencial, de la península Ibérica. En la región mediterránea las mayores productividades se observan en los principales sistemas montañosos, como Pirineos, sistema Central, sistema Ibérico y Bético. Algunas de las especies más productivas son alóctonas, como es el caso el caso de los eucaliptos (género *Eucalyptus*) y del pino americano *(P. radiata)*.

El cambio climático no parece que vaya a provocar cambios significativos en la productividad primaria neta real y potencial en la región atlántica, donde podrían producirse leves descensos. Por el contrario, en la región mediterránea, tanto la productividad real como la potencial muestran tendencias muy heterogéneas. Si se tiene en cuenta la productividad potencial, el modelo predice descensos de la misma, especialmente acusados para el año 2100, mientras que si se considera la productividad real, el modelo estima que habrá ligeros aumentos desde el año 2020. Según el *Plan nacional de adaptación frente al cambio climático* (48), la productividad podría aumentar en los ecosistemas atlánticos y disminuir en los mediterráneos.



□ **Mapa 4.2.10.** Productividad climática real calculada para las condiciones climáticas actuales y para 2020, 2050 y 2100, según el escenario IPCC A2 Had CM3, utilizando los valores de productividad real calculados a partir del Inventario Forestal Nacional.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de Benito Garzón et al. (2010) (38).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies.

4.2.3.2. Aprovisionamiento de madera en la región mediterránea

Introducción

Los bosques multifuncionales que, al mismo tiempo, sean productivos, son fundamentales para proporcionar bienes y servicios al ser humano (49), entre los que se encuentra el aprovisionamiento de madera. Las plantaciones forestales proporcionan aproximadamente el 50% de la madera a nivel mundial. Por tanto, constituyen una de las principales opciones para satisfacer la demanda humana que, probablemente, aumentará en el futuro (50). Uno reto importante consiste en gestionar estos sistemas mediante prácticas sostenibles que permitan reducir el impacto ambiental.

Desde un punto de vista forestal, la sostenibilidad es un concepto profundamente enraizado (50) que surge de los principios científicos de gestión desarrollados en Europa en el siglo XVIII, especialmente en Alemania, donde se aplicaban a la producción de madera en los bosques gestionados de forma intensiva (51). La aplicación de estos principios permitía una producción sostenida en el tiempo, por ejemplo compensando la regeneración con las extracciones de madera. Actualmente la gestión sostenible del bosque es un concepto mucho más amplio y abarca la preservación del hábitat, la diversidad biológica, la funcionalidad de los ecosistemas y otros servicios ambientales (50). Dentro de los criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible, el Foro de Naciones Unidas sobre bosques ha identificado siete elementos temáticos centrados en la extensión de los recursos forestales, la diversidad biológica, la salud y vitalidad de los bosques, las funciones productivas y protectoras de los recursos forestales, las funciones socioeconómicas y el marco legal, político e institucional (1). Por tanto, el concepto de sostenibilidad tiene en cuenta numerosas dimensiones. En la presente sección se evalúa el componente productivo de la sostenibilidad forestal, a través del balance entre crecimiento y producción, sin adentrarse en otros componentes de dicha sostenibilidad, como los citados anteriormente. En concreto, por la importancia que tiene la valoración de los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales para su gestión sostenible (52,53), se analiza el flujo anual de beneficio económico que han proporcionado los bienes madereros de la región mediterránea entre el segundo y tercer Inventario Forestal Nacional (IFN), proporcionando información espacialmente explícita.

METODOLOGÍA

Se han estimado las extracciones anuales de madera (m^3 por hectárea y año), realizadas entre el segundo y el tercer IFN para un total de 39 especies, de las que se tienen datos de precio por unidad de madera. Los precios de cada especie se han obtenido del Anuario de Estadística Forestal (54).

Además, teniendo en cuenta la información del Mapa Forestal Español 1:50.000 (MFE50), se ha analizado la sostenibilidad potencial de las cortas de árboles en función de la intensidad de la gestión. Cuando el crecimiento era superior a la mortalidad media, se consideró que las cortas realizadas eran "sostenibles" siendo "no sostenibles/intensivas" en caso contrario.

Existe una gran heterogeneidad espacial en el aprovechamiento de madera en la región mediterránea, ocupando más superficie las explotaciones extensivas

En una masa forestal, el balance de mortalidad vs. crecimiento constituye uno de los principales criterios para no comprometer a largo plazo la existencia de dicha masa. La selvicultura intensiva tiene lugar especialmente en zonas productivas con turnos cortos, mientras que la selvicultura extensiva es la que se aplica en bosques menos productivos o donde el objetivo principal es la conservación o la protección (55). Normalmente la gestión forestal intensiva conlleva la manipulación de los recursos del lugar, como la preparación del suelo, el uso de semillas genéticamente modificadas, la manipulación de la densidad de plantación, el control de la competencia o la fertilización (50).

Del análisis de la distribución de las cortas de madera en la península Ibérica se deduce un uso muy heterogéneo: del total de las zonas en las que se ha extraído madera, el 55,9% puede clasificarse como de extracción extensiva (crecimiento › mortalidad), mientras que el 44,1% restante tiene un aprovechamiento de madera intensivo (crecimiento ‹ mortalidad, Mapa 4.2.11).

Tomando cómo precio base el publicado en el Anuario de Estadística Forestal en 2006, se observa cómo el beneficio medio obtenido en las áreas clasificadas como sostenibles o de extracción extensiva es 19 euros por hectárea y año, mientras que para las no sostenibles o de extracción intensiva es de 32 euros por hectárea y año.

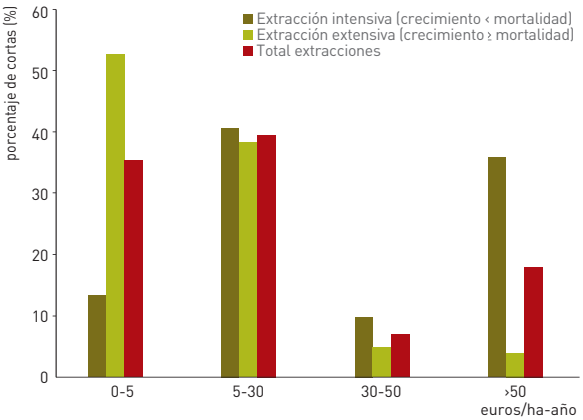
☐ **Mapa 4.2.11.** Clasificación de los polígonos del Mapa Forestal Español 1:50.000 en la región mediterránea como de extracción intensiva o no sostenible, o de extracción extensiva o sostenible, a partir del análisis del crecimiento y la mortalidad de los árboles según el segundo y tercer IFN.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos publicados por el MARM.

De los cerca de 2 millones de hectáreas forestales donde se ha producido una extracción maderera, el beneficio relativo por hectárea y año es muy diferente en función de que la extracción sea intensiva o extensiva (Figura 4.2.5): en el 53% de la superficie donde ha habido cortas extensivas o sostenibles se ha producido un beneficio anual neto de 0-5 euros por hectárea y año; en cerca del 40% de la superficie, el beneficio está comprendido entre los 5 y los 30 euros por hectárea y año. Es importante destacar, que en cerca del 8% del territorio con este tipo de cortas, el beneficio ha sido superior a los 30 euros por hectárea y año. En el caso de las cortas intensivas, la superficie ocupada por las mismas se reparte prácticamente a partes iguales entre las que tienen beneficios entre los 5 y los 30 euros por hectárea y año (41%) y las que tienen beneficios superiores a los 50 euros por hectárea y año (38%).

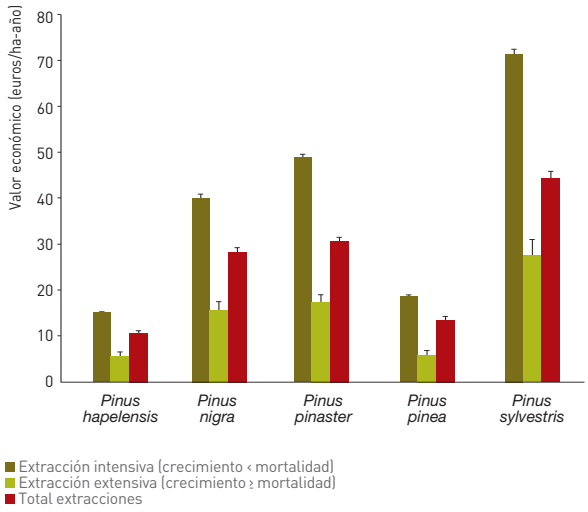
☐ **Figura 4.2.5.** Porcentaje de polígonos del Mapa Forestal Español 1:50.000 clasificados cómo de extracción intensiva (no sostenible) o de extracción extensiva (sostenible) en la región mediterránea de la península Ibérica, a partir del análisis del crecimiento y cortas según el segundo y tercer IFN.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos del MARM.

A partir del análisis del volumen de cortas de las especies presentes en más de 100 parcelas permanentes del segundo y tercer IFN, se obtiene que los pinos son los árboles que han generado mayores beneficios medios anuales en la región mediterránea -entre 10,7 y 44 euros por hectárea y año- siendo la mayor parte de las parcelas analizadas de extracción intensiva (Figura 4.2.6). En estas parcelas los beneficios económicos son mucho mayores que en las parcelas extensivas o sostenibles. No obstante, estas plantaciones altamente productivas son objeto de un intenso debate en el marco de la sostenibilidad forestal (49), y se plantea que la ubicación de estas zonas debe ser objeto de una planificación territorial sostenible que distinga áreas dedicadas a la conservación, áreas de aprovechamiento forestal sostenible y, por último, áreas con una gestión intensiva, sin excluir otros usos encaminados a la preservación de servicios ecosistémicos y actividades recreativas. Cuando se produce un uso intensivo, la gestión sostenible del resto del territorio y la creación de zonas dedicadas a la conservación en su entorno es crucial (51).

☐ **Figura 4.2.6.** Beneficios anuales medios por hectárea para las especies del género *Pinus*, en la región mediterránea, en función de la clasificación de la extracción como intensiva/no sostenible o extracción extensiva/sostenible a partir del análisis del crecimiento y la cortas según el segundo y tercer IFN.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de MARM.

Conclusiones

En los ecosistemas forestales mediterráneos la mayor parte de las zonas explotadas conllevan una gestión forestal extensiva o sostenible. Como es esperable, las zonas gestionadas de forma intensiva han experimentado un beneficio económico y un volumen maderero aprovechado superior a las zonas en donde se practica una selvicultura extensiva. En el escenario actual de cambio global, se hace cada vez más necesaria la gestión de las masas forestales desde una perspectiva multiobjetivo y de sostenibilidad, de tal forma que, además de un aprovechamiento desde el punto de vista maderero, existan otros servicios de los ecosistemas forestales como son la absorción de carbono, el control de la erosión, etc.

4.2.3.3. Los bosques como sumideros de carbono

Introducción

Una de las principales funciones ecosistémicas de los bosques es el importante papel que ejercen como sumideros de carbono, mitigando el calentamiento global provocado por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La vegetación arbórea contiene el 70% del carbono acumulado en la vegetación mundial (55). En las últimas décadas los cambios en el uso del suelo están contribuyendo de forma significativa al cambio climático (56,57), siendo la deforestación una de las principales transformaciones de uso del suelo, ya que supone el 35% de las emisiones de los países desarrollados y el 65% de los países en desarrollo (1).

El balance neto de carbono se puede definir como el incremento neto de carbono almacenado por un ecosistema (determinado por el carbono fijado por la fotosíntesis), y el emitido mediante la respiración. Los cambios ambientales a gran escala que están ocurriendo desde hace unas décadas están alterando este balance neto de carbono, sobre todo aquellos que afectan a los procesos de fotosíntesis y respiración, como por ejemplo el incremento del carbono atmósferico, que provoca mayores absorciones de carbono por la fotosíntesis (40). El balance de carbono también se ve afectado por otros procesos debidos a la acción humana, como los incendios, que producen emisiones a la atmósfera, y las limpiezas y cortas forestales. La mortalidad y los daños, o la incineración de productos forestales como el papel, la leña, etc. también tienen una importante influencia sobre este balance (59).

Aun con las políticas actuales de mitigación de los efectos del cambio climático y la implantación de prácticas de desarrollo sostenible, se prevé que las emisiones de GEI seguirán aumentando en los próximos decenios a nivel mundial (58). Ante este marco global, las tecnologías de mitigación aplicadas a la selvicultura deben articularse adecuadamente mediante medidas adecuadas, como son los incentivos financieros para aumentar la superficie forestal, reducir la deforestación y mejorar la gestión de los bosques. Se estima que, realizando acciones de reforestación y gestión forestal, los bosques podrían ser uno de los principales sumideros de carbono, secuestrando entre el 20 y 50% de las emisiones netas de dióxido de carbono a nivel mundial (2). De hecho, de acuerdo con el Protocolo de Kioto, es posible reducir las emisiones de GEI limitando el consumo de combustibles fósiles o, entre

otras medidas, mediante el aumento del secuestro neto de carbono por parte de los sumideros de carbonos terrestres (60). Se aceptan como sumideros para la absorción dentro del Protocolo de Kioto a los que se "deban a la a actividad humana directamente relacionada con el cambio del uso de la tierra y la silvicultura, limitada a la forestación, reforestación y deforestación desde 1990, calculadas como variaciones verificables del carbono almacenado en cada periodo compromiso".

En la presente sección se ha analizado el carbono acumulado y emitido por los ecosistemas forestales entre 2000 y 2006 en España debido a los cambios de uso del suelo, teniendo en cuenta los datos del proyecto CORINE Land Cover (CLC). Por otra parte, y dado que los bosques son uno de los principales sumideros naturales terrestres, se ha analizado el carbono acumulado en los bosques españoles a partir de los datos del segundo y tercer IFN. Por último, y con el fin de establecer el papel sumidero y/o fuente de las transformaciones en la cobertura del suelo y de las zonas forestales, se ha calculado el balance de carbono total de España y por CCAA.

METODOLOGÍA

Acumulación de carbono por cambios en la ocupación del suelo

Se ha evaluado el carbono atribuíble a la cobertura del suelo mediante la asignación de la densidad de carbono a cada categoría de CLC de tercer nivel (61). Además, se han determinado las variaciones entre los años 2000 y 2006 mediante las capas de cambios de CLC, que detecta variaciones a partir de las 5 ha, tanto a nivel nacional como por CCAA.

Stock y flujo de carbono en masas forestales

Se ha evaluado el stock de carbono actual en los bosques españoles (toneladas de carbono por hectárea) y el flujo de carbono (toneladas de carbono por hectárea y año). Para ello, a partir de los diámetros del tronco de los árboles recogidos en el IFN, se han calculado ecuaciones alométricas que estiman la biomasa aérea de 39 especies y la biomasa subterránea de 37 especies. La conversión de biomasa a carbono se ha realizado utilizando los valores de la fracción de carbono de la biomasa seca para las diferentes especies (62). Las variaciones espacio-temporales del flujo anual de carbono para toda la península Ibérica (toneladas de carbono por hectárea y año), se han obtenido a partir del segundo y tercer IFN. Para ello se han calculado las diferencias entre ambos inventarios forestales en relación con el stock por unidad de superficie, obtenidos considerando únicamente el crecimiento de árboles vivos, y el resultado se ha dividido entre el número de años trascurrido entre los inventarios.

Balance de carbono de las CCAA

Una vez calculado el flujo de carbono de los bosques a partir de los datos del segundo y tercer IFN, se han realizado los cálculos a nivel de CCAA, expresados en CO_2. Para la comparación con las emisiones de CO_2 a nivel de CCAA se ha calculado el CO_2 equivalente mediante la multiplicación de la relación entre el peso total de una molécula de dióxido de carbono y de un átomo de carbono (3,67). Para el balance de carbono se ha considerado el crecimiento y el reclutamiento y se ha restado la mortalidad entre ambos inventarios. Otros autores consideran la implantación de nuevas parcelas (63). El carbono acumulado y/o emitido a nivel de comunidad autónoma debido a los cambios en la ocupación del suelo se ha analizado entre 2000 y 2006, calculándose el promedio anual de CO_2. Las emisiones de CO_2 a nivel de CCAA se ha obtenido a partir de la serie 1990-2008 de MARM.

Los cambios de ocupación del suelo tienen una gran importancia en el flujo del carbono

Los cambios de ocupación del suelo son uno de los principales componentes del cambio global, ya que afectan a aspectos clave de los ecosistemas como la composición de las comunidades, flujos netos de carbono o intercambio de gases (64). El proyecto CLC constituye una de las principales bases de datos de ocupación del suelo para Europa y España, y permite modelizar los balances de CO_2 entre el suelo y la atmósfera (65). En el Mapa 4.2.12 se observa la densidad de carbono en 2006, calculada a partir de las categorías de nivel 3 de CLC. Las mayores densidades de carbono se corresponden con las zonas forestales, especialmente bosque y matorral boscoso de transición,. Dentro de las zonas agrícolas contienen más carbono los cultivos anuales con cultivos permanentes, seguidas de las zonas agrícolas heterogéneas y de secano (61).

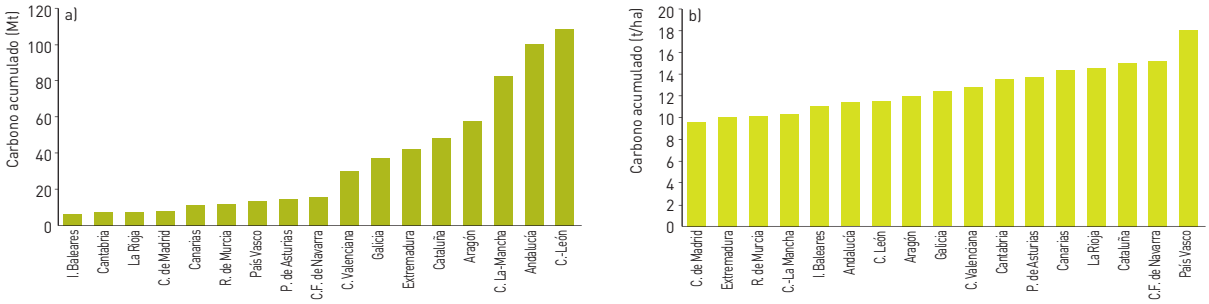
☐ **Mapa 4.2.12.** Densidad de carbono acumulada en España (expresada en t/ha), calculada a partir de los datos de ocupación del suelo de CLC, 2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir de CLC, IGN, Ministerio de Fomento.

Existen notables diferencias entre CCAA en cuanto a la cantidad absoluta de carbono acumulada en 2006 según CLC (Figura 4.2.7a). En términos generales, las CCAA más extensas son las que más carbono acumulan en sus ecosistemas: en primer lugar está Castilla y León, seguida de Andalucía y Castilla-La Mancha, superando estas tres CCAA las 80 Mt de carbono acumulado. Se sitúan en posiciones intermedias Aragón, Cataluña, Extremadura, Galicia y Comunidad Valenciana, con valores que abarcan desde las 20 a las 60 Mt. Por último, hay una serie de CCAA que tienen menos de 20Mt de carbono acumulado: Navarra, Asturias, País Vasco, Región de Murcia, Canarias, Comunidad de Madrid, La Rioja, Cantabria e Islas Baleares. Cuando se tiene en cuenta la superficie de las CCAA para el cálculo de la cantidad de carbono acumulada, las diferencias entre CCAA disminuyen notablemente (Figura 4.2.7b). País Vasco, Navarra, Cataluña y La Rioja son las CCAA que más carbono acumulan por unidad de superficie, aunque les siguen de cerca otras CCAA. Comunidad de Madrid, Extremadura y Región de Murcia son las que ocupan las últimas posiciones.

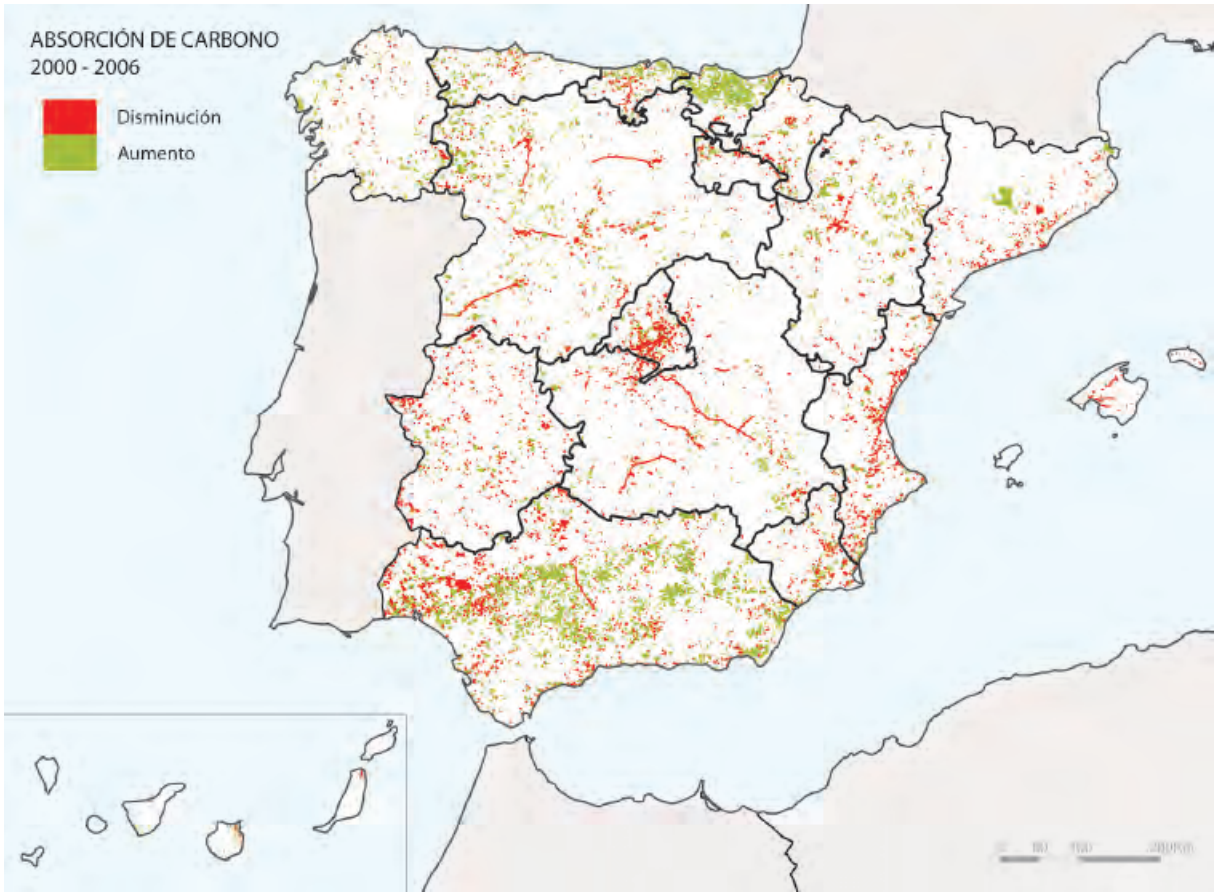
☐ **Figura 4.2.7.** Carbono acumulado en el 2006 por comunidad autónoma, calculado a partir de los datos de cobertura del suelo de CLC. a) Carbono acumulado en términos absolutos (Mt) y b) Carbono acumulado por unidad de superficie (t/ha).



Fuente: Elaboración OSE a partir de CLC, IGN, Ministerio de Fomento.

En el Mapa 4.2.13 se representan los cambios de ocupación del suelo que han supuesto aumentos de la absorción de carbono entre 2000 y 2006 y los que han supuesto reducciones de dicha absorción. Estos cambios suponen una superficie total de 827.899 ha, siendo el 44,3% de los mismos hacia tipos de ocupación del suelo que absorben más carbono, y el resto (55,7%), hacia tipos que absorben menos carbono. Los cambios en la ocupación del suelo son muy dispersos y heterogéneos a lo largo del territorio, aunque se observan ciertos patrones, como el aumento de la absorción de carbono en el norte de Cantabria, el norte del País Vasco y en Andalucía y la disminución de la absorción en Madrid y el litoral levantino, probablemente como consecuencia de la conversión de otros usos del suelo en zonas artificiales.

☐ **Mapa 4.2.13.** Zonas de aumento y reducción de la absorción de carbono obtenidas a partir de los cambios de ocupación del suelo entre 2000 y 2006.



Fuente: Elaboración OSE a partir de CLC, IGN, Ministerio de Fomento.

Además de la biomasa acumulada en la parte aérea de los árboles, es muy importante considerar también el carbono acumulado en las raíces y en el suelo

Para el cálculo del stock de carbono acumulado en las zonas forestales según los datos del IFN3, se ha considerado tanto la biomasa acumulada en la parte aérea de los árboles como la acumulada en sus raíces. La estimación de la biomasa total aérea y radical, y por tanto del carbono almacenado, se ha realizado considerando las principales especies forestales presentes en la península Ibérica (62). En el Mapa 4.2.14 se muestra la distribución del stock de carbono: los valores más elevados se sitúan en el norte de la Península, especialmente en la región atlántica y Pirineos. En la región mediterránea se observa un stock de carbono superior en torno a los sistemas montañosos. Éste es el caso del sistema Central, sistema Ibérico, sistemas Béticos y Sierra Morena, así como la coordillera Costero-Catalana y la submeseta Norte.

□ **Mapa 4.2.14.** Stock de carbono (toneladas por hectárea) de la parte aérea y de la raíz calculado para las principales especies forestales presentes en la península Ibérica a partir del tercer IFN, en parcelas permanentes.

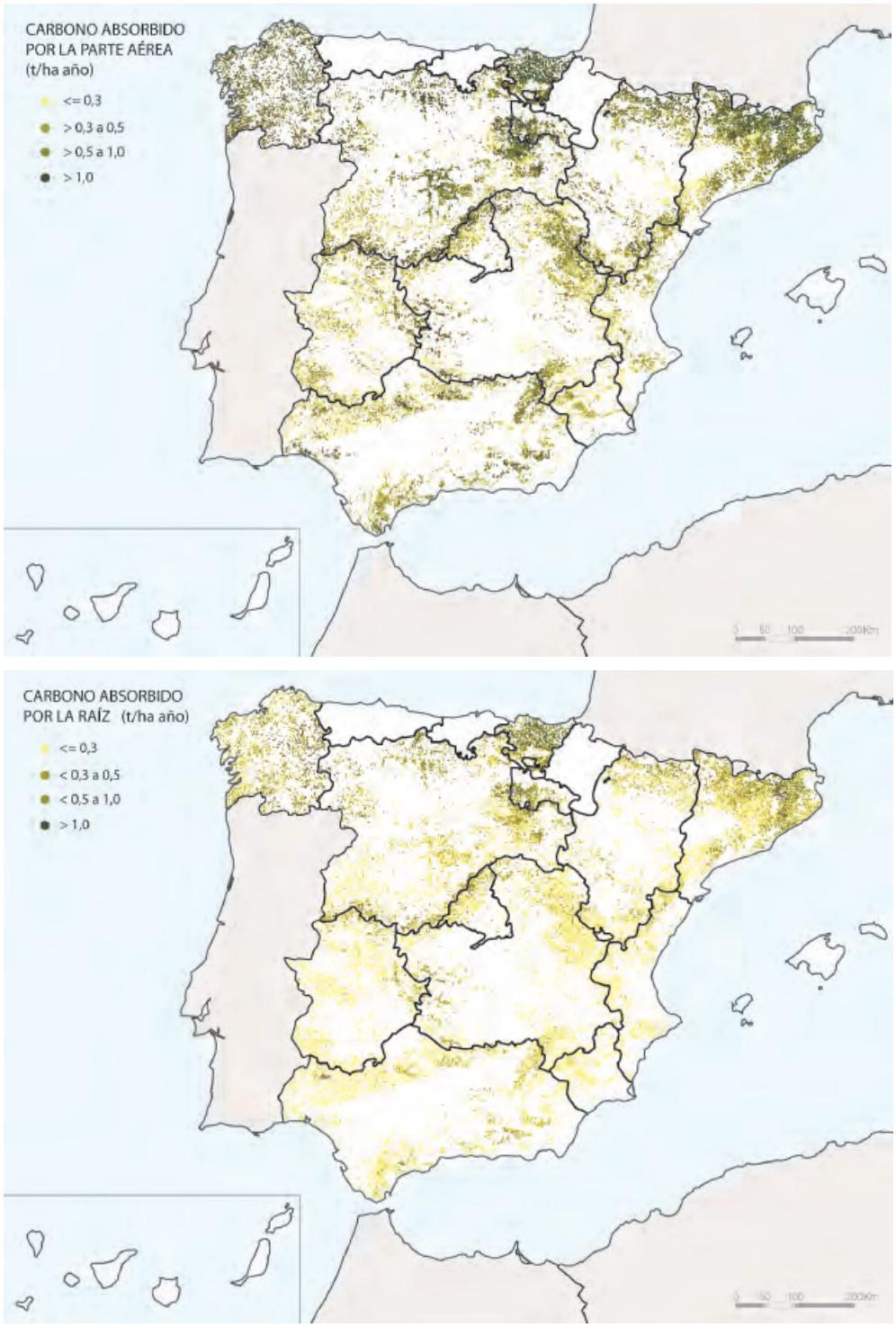


Fuente: Elaboración OSE a partir de las parcelas comparables del segundo y tercer IFN y de la publicación de Montero et al. (2005) (62).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Islas Baleares, Navarra, Asturias y Cantabria no se muestran al no ser directamente comparables las parcelas del segundo y tercer IFN.

La mayor parte del flujo anual de absorción de carbono realizada por la biomasa de la raíz es menor de 0,3 toneladas por hectárea, con valores algo superiores en determinadas zonas del norte de la península Ibérica (Mapa 4.2.15). En cuanto al carbono fijado por la parte áerea, tiende a ser mayor en el norte peninsular, especialmente en Galicia, País Vasco y Pirineos. En la región mediterránea se observa un stock de carbono acumulado superior en torno al sistema Central, sistema Ibérico, cordillera Costero-Catalana y determinadas zonas de la meseta Norte de la Península.



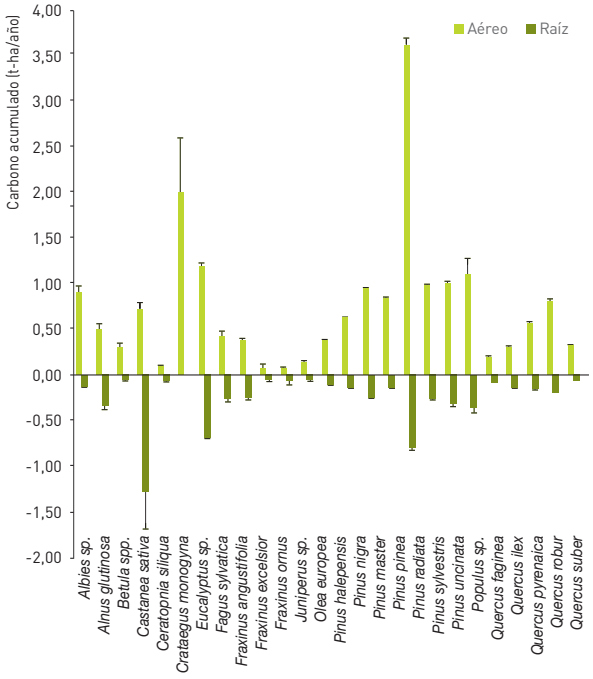
□ **Mapa 4.2.15.** Flujo anual de la absorción de carbono relativa, debida al crecimiento de árboles vivos entre el IFN2 e IFN3 (toneladas por hectárea y año) de la parte aérea total y de raíz para las principales especies presentes en la península Ibérica.



Fuente: Elaboración OSE a partir de las parcelas comparables del segundo y tercer IFN y de la publicación de Montero et al. (2005) (62).
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Islas Baleares, País Vasco, Asturias y Cantabria no se muestran al no ser directamente comparables las parcelas del segundo y tercer IFN.

En casi todas las especies la absorción media anual de carbono resultó mucho mayor en la parte aérea que en las raíces (Figura 4.2.8). Los eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) y los pinos (*Pinus* sp.) presentaron las tasas de absorción más elevadas. En el caso de los eucaliptos se aproximan, en promedio, a las dos toneladas por hectárea y año. La única especie de eucalipto que presenta un valor más bajo es *E. camaldulensis*, con 0,7 t/ha-año. Los pinos también presentan valores de absorción elevados, con una media de 1,2 t/ha-año, destacando el pino americano *(P. radiata)*, que supera las 3,5 t/ha-año. Las especies del género *Quercus* tienen una absorción media anual de carbono de 0,4 t/ha-año, con las mayores tasas para *Q. pyrenaica* y *Q. robur*. Destaca la elevada capacidad de absorción de carbono de las hayas *(Fagus sylvatica)*, que es de más de una t/ha-año. Los resultados obtenidos en el presente trabajo están en concordancia con los de Rodríguez-Murillo (60), que considera que los bosques del norte de España son importantes sumideros de carbono, acumulando como media 1,46 Mt de carbono por hectárea y año.

☐ **Figura 4.2.8.** Absorción media de carbono relativa (toneladas por hectárea y año) de la parte aérea y de la raíz de las principales especies presentes en la península Ibérica, a partir del segundo y tercer IFN y de la publicación de Montero et al. (2005) (62).

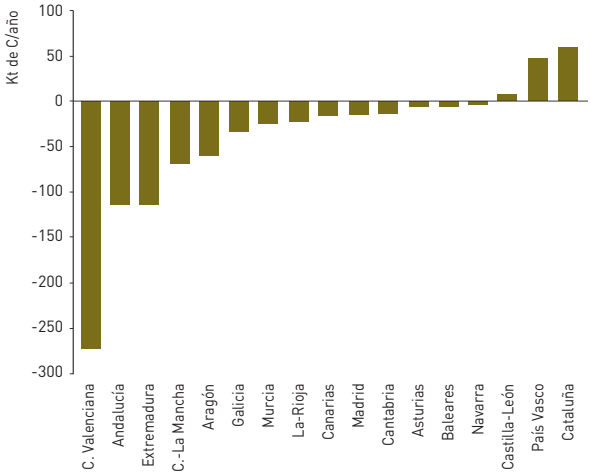


Fuente: Elaboración OSE a partir del segundo y tercer IFN y Montero et al. (2005) (62).
Nota: Para el género *Eucalyptus* no se ha podido calcular la biomasa de la raíz por no disponerse de los coeficientes para aplicar ecuaciones alométricas.

Los cambios de ocupación del suelo provocan una emisión neta de carbono, mientras que los bosques actúan como sumideros

La variación en la cantidad de carbono acumulada, calculada a partir de los datos de cambios de ocupación del suelo entre 2000 y 2006 (CLC), supone una emisión neta de carbono en España. No obstante, las emisiones debidas a los cambios en la ocupación del suelo representan un porcentaje muy bajo respecto a las emisiones anuales promedio de GEI entre 2000 y 2006, en todo caso inferior al 2% de las mismas. Las únicas CCAA para las que las transformaciones en la ocupación del suelo han supuesto un incremento en el carbono absorbido son País Vasco, Cataluña y Castilla y León (Figura 4.2.9). Cabe destacar el caso de Valencia, que tiene una emisión de GEI debida a los cambios de ocupación del suelo muy superior al resto de las CCAA.

☐ **Figura 4.2.9.** Carbono promedio anual absorbido (barras hacia arriba) o emitido (barras hacia abajo), por CCAA debido a cambios en la ocupación del suelo entre 2000 y el 2006.



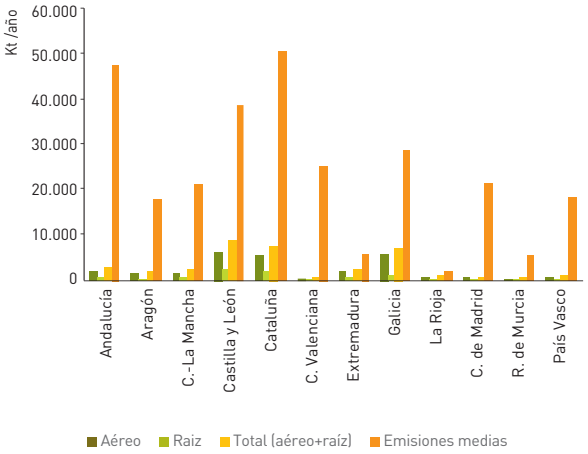
Fuente: Elaboración OSE a partir de CLC; IGN, Ministerio de Fomento.

En relación con los resultados obtenidos a partir del segundo y tercer IFN (Figura 4.2.10), en algunas CCAA el CO_2 total fijado entre 1990 y 2000 por la parte aérea y radical de las masas forestales es inferior al 10% del CO_2 emitido, tal y como ocurre en Comunidad Valenciana (2,4%), Comunidad de Madrid (4,5%), Andalucía (5,9%), Castilla y León (6,5%) y País Vasco (6,7%). En el resto de CCAA la fijación de carbono supera el 10% de las emisiones: Aragón (12%), Región de Murcia (12,2%), Cataluña (15,2%). La absorción de CO_2 llega a alcanzar más del 40% en Extremadura (44,9%) y La Rioja (54,9%).

Según los resultados obtenidos en el presente trabajo, los bosques españoles fijarían una cantidad neta de CO_2 del 14% de las emisiones totales de España. Otros autores han estimado este valor en un 19% (62). Esta diferencia puede

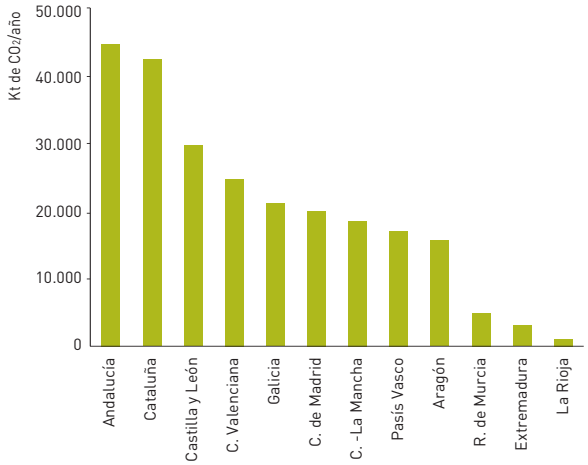
deberse a que la estimación que aquí se propone es más conservadora, al haberse realizado los cálculos solamente teniendo en cuenta las parcelas permanentes comparables entre el segundo y tercer IFN en 43 provincias.

☐ **Figura 4.2.10.** Cantidad de CO_2 medio anual absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz y cantidad media anual de CO_2 emitido en el periodo.



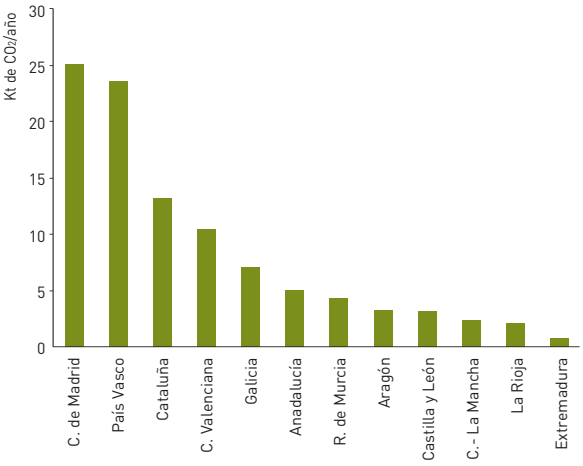
Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de MARM.
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Islas Baleares, País Vasco, Asturias y Cantabria no se muestran al no ser comparables las metodologías del segundo y tercer IFN.

☐ **Figura 4.2.11.** Balance neto de CO_2 medio anual obtenido a partir del CO_2 emitido respecto al absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz en el periodo 1990-2000, clasificado por CCAA.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de MARM.
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Islas Baleares, País Vasco, Asturias y Cantabria no se muestran al no ser comparables las metodologías del segundo y tercer IFN.

☐ **Figura 4.2.12.** Balance de CO_2 medio anual por unidad de superficie de las CCAA, obtenido a partir del CO_2 emitido respecto al absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz en el periodo 1990-2000.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos de MARM.
Nota: Las Islas Canarias no se han incluido en el análisis debido a que no se ha considerado la región Macaronésica por presentar marcadas diferencias climáticas y de composición de especies. Islas Baleares, País Vasco, Asturias y Cantabria no se muestran al no ser comparables las metodologías del segundo y tercer IFN.

Conclusiones

En la presente sección se ha constatado el importante papel que ejercen los montes como sumideros de carbono en la península Ibérica. Sin embargo, los cambios de ocupación del suelo pueden disminuir sustancialmente dicha función de sumidero. El carbono acumulado a nivel de CCAA se sitúa entre las 9,5 y las 18 t/ha, mientras que el flujo anual de carbono es muy variable. Por otra parte, el carbono acumulado varía en gran medida en función de las especies. Los eucaliptos (*Eucalyptus* sp.) y los pinos (*Pinus* sp.) son los árboles que presentan las tasas de absorción de carbono más elevadas.

Cuando se descuenta de las emisiones de CO_2 de cada comunidad autónoma el carbono absorbido por sus bosques, se obtiene el balance neto. Madrid y el País Vasco son, con diferencia, las CCAA con más emisiones de CO_2 por unidad de superficie. Las que menos emiten son Extremadura, Castilla y León y La Rioja.

Estudios recientes destacan la importancia de la conservación y protección de los bosques maduros, los cuales suponen grandes reservas de carbono (66). El papel de los bosques como sumidero de carbono es muy dependiente de factores climáticos y topográficos, pero también de otros factores antrópicos de gestión, que pueden aumentar o disminuir el carbono almacenado. Por tanto, la gestión forestal se configura como

una herramienta fundamental para la mitigación de los efectos del cambio climático. De hecho, el análisis del papel de los bosques y la gestión forestal frente al cambio climático es uno de los principales retos del sector forestal (67). El nuevo mecanismo internacional de reducción de emisiones REDD (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación), que funciona en mercados de carbono voluntarios y cuya incorporación a un acuerdo post-Kioto se debate en la actualidad, establece un sistema de pagos en el que los países en desarrollo son compensados por establecer programas para reducir las emisiones causadas por deforestación y degradación de los bosques. Debido al papel fundamental que tienen los bosques en la mitigación y adaptación frente a los efectos del cambio climático, mediante REDD se establece la deforestación evitada como un nuevo mecanismo de reducción de emisiones.

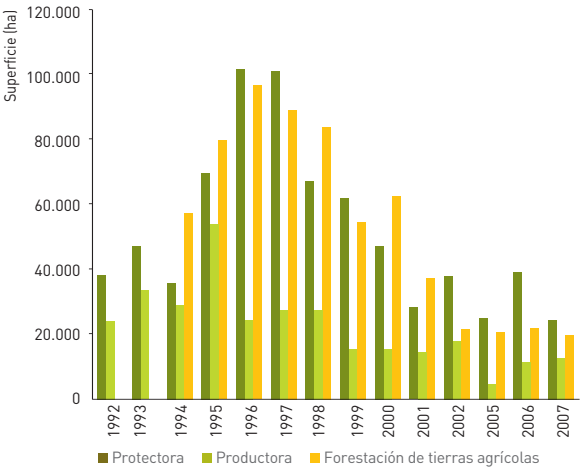
■ 4.2.4. RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD: EL CASO DE LAS REPOBLACIONES FORESTALES

Introducción

El ser humano ha sido uno de los principales agentes modeladores del paisaje forestal de la península Ibérica (68). A principios del siglo XX el paisaje se encontraba en gran parte deforestado por una acumulación de efectos milenarios derivados de una larga sucesión de civilizaciones. La extracción de madera para la industria naval (especialmente importante en el siglo XVIII), la revolución industrial y el proceso de Desamortización del siglo XIX llevado a cabo en España entre 1812 y 1862, así como la privatización de grandes extensiones de montes, contribuyeron de forma significativa a la deforestación (68, 69). Todo ello, junto al pastoreo abusivo, las roturaciones y los incendios forestales resultaron en una merma significativa del capital natural. En este escenario, el Plan Nacional de Repoblación de 1940 (45,70), se percibió como una oportunidad única para generar un punto de inflexión en el retroceso de la cubierta vegetal española. Dicho Plan estuvo vigente hasta 1984, e inicialmente pretendía la reforestación de 6 millones de hectáreas desarboladas en 100 años, aunque finalmente supuso la repoblación de unos 3,5 millones de hectáreas. El Plan contemplaba criterios como la diversidad o la regeneración, que sin embargo no siempre se tuvieron en cuenta al efectuar o gestionar las repoblaciones (45).

Las repoblaciones son una de las principales herramientas para la mitigación del cambio climático. En las repoblaciones forestales se puede diferenciar entre las que tienen un fin protector y las que tienen un fin productivo. El Anuario de Estadística Forestal (71) define que una repoblación es protectora si "su motivación principal es la defensa de embalses, riberas y vegas, la lucha contra la erosión, la fijación de dunas y otras actuaciones para la conservación o mejora del medio ambiente, sin perjuicio de que puedan utilizarse para la producción de madera y otros productos forestales", mientras que las preferentemente productoras son "las que su motivación principal es la producción de madera y otros productos forestales". Actualmente todavía se realiza la distinción entre repoblaciones productoras y protectoras, pero esta diferencia muchas veces no es clara, pudiendo existir diversos grados de producción/protección, a lo que además se le añaden los objetivos sociales y multifuncionales (72). En la Figura 4.2.13 se muestra la evolución desde 1992 hasta 2007 de la superficie repoblada en España, así como la finalidad de las repoblaciones.

□ **Figura 4.2.13.** Superficie (ha) de repoblaciones productoras, protectoras y de forestación de tierras agrícolas en España.



Fuente: Elaboración OSE a partir del Anuario de Estadística Forestal (MARM, 2007).
Nota: Para el año 1999 los datos de Navarra, Cataluña, Castilla y León, Madrid, provincia de Valencia y Andalucía son estimados; para el año 2000 los datos de Navarra, Cataluña, provincia de Valencia y Andalucía son estimados; para el año 2001 los datos de Navarra, provincia de Valencia, Andalucía y Canarias son estimados. Los años 2003 y 2004 no se muestran porque no se dispone de información completa para todas las CCAA.

Del total de repoblaciones realizadas entre 1940 y 1995, aproximadamente el 78% se llevaron a cabo con pinos. En cerca del 84% se emplearon especies autóctonas, siendo el resto alóctonas, especialmente pinos americanos, eucaliptos y chopos (70). Además de la importante extensión que ocupan los pinares en nuestro país, algunos de ellos constituyen hábitat de interés comunitario y están, por tanto, incluidos en la Red Natura 2000. Este es el caso de los pinares mediterráneos mesogeanos endémicos que integran las especies *P. halepensis*, *P. pinea* y *P. pinaster* (73), o los pinares (sub-) mediterráneos de *Pinus nigra* endémicos (74).

En la presente sección se comparan aspectos estructurales y funcionales relacionados con procesos ecosistémicos y con la diversidad biológica de los bosques de

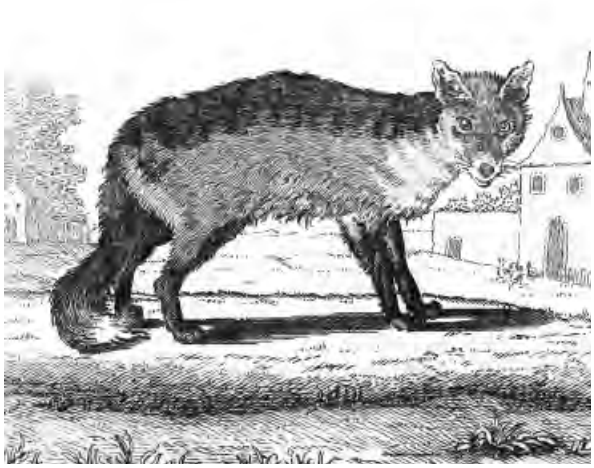
pinar originarios, esto es, las masas autóctonas o establecidas con anterioridad al Plan Nacional de Repoblación, respecto a las masas de repoblación, lo cual permite mejorar su gestión desde un punto de vista sostenible, en particular la de éstas últimas (75) . En concreto se comparan las masas de las siguientes especies: pino carrasco (*P. halepensis*), pino piñonero (*P. pinea*), pino resinero *(P. pinaster)*, pino salgareño (*P. nigra*) y pino albar (*P. sylvestris*). Las características que se han comparado son la regeneración de especies del género *Pinus* y *Quercus*, la riqueza de especies y las características ambientales de ambos sistemas (natural y repoblado). La regeneración se ha estimado a partir de observaciones de pies menores del IFN y la riqueza de especies incluye especies arbóreas y de matorral. Se han calculado diferentes características abióticas (climáticas y edáficas), bióticas (área basal, densidad y distancia a rodal más próximo de *Quercus*) y antrópicas (distancia a carreteras y número de incendios). La distancia a rodales de *Quercus* está relacionada con la facilidad con la que dicha masa puede ser colonizada por propágulos procedentes de la dispersión zoócora y por tanto tiene implicaciones sobre su posible reconversión a masa mixta y grado de "naturalización". La distancia a carreteras es un indicador aproximado de presión antrópica y, la frecuencia o número de incendios, es una variable clave de cara a la gestión futura de estas masas.

METODOLOGÍA

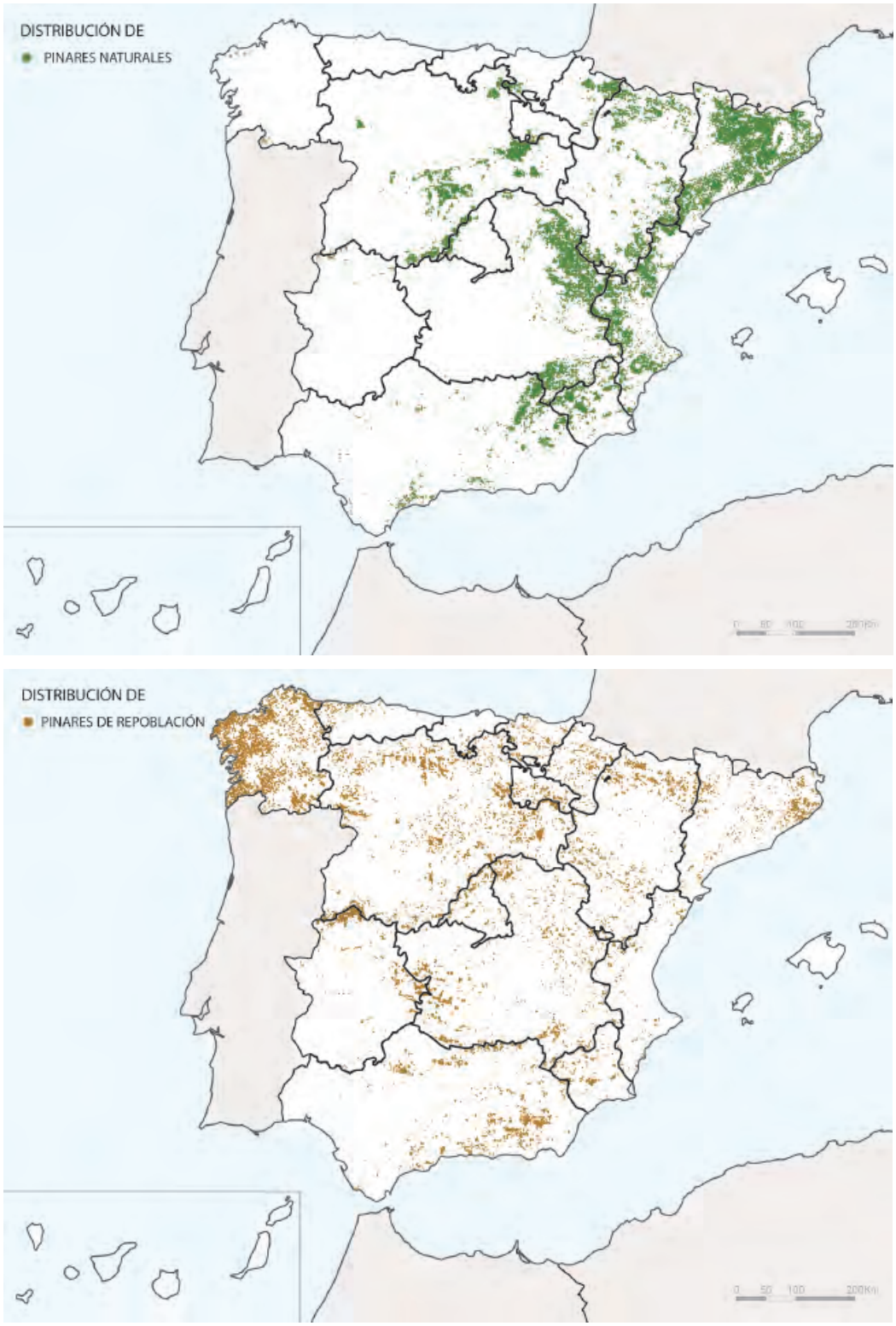
Para el estudio de los pinares de la península Ibérica se ha trabajado con la información del tercer IFN (1997-2007). La localización de las masas de pinar de repoblación y las masas establecidas con anterioridad al Plan Nacional de Reforestación de 1940 se ha basado en información de las regiones de procedencia (76,77). La delimitación del carácter no autóctono en la definición de las regiones de procedencia se basó tanto en información histórica (78), como en otra información nacional (79) y regional (76,77). De esta forma, se han analizado las cinco especies de pino que componen las masas naturales y repobladas de la península Ibérica con mayor extensión: *P. pinaster* (1.684 mill ha), *Pinus halepensis* (1.500 mill ha), *P. sylvestris* (1.210 mill ha), *P. nigra* (836 mill ha) y *P. pinea* (370 mill ha). Las parcelas incluidas en el análisis se han caracterizado en función de variables climáticas como la temperatura media (ºC) y precipitación anual (mm), variables edáficas como la rocosidad, textura y pH. Las variables bióticas que se han calculado a partir de información del tercer IFN, son el área basal (m^2/ha), la densidad de la parcela (árboles/ha) y la distancia a rodales de *Quercus*. Finalmente, a las diferentes parcelas se ha añadido información sobre variables antrópicas: la distancia a carreteras calculada a partir de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) y la frecuencia de incendios (observaciones DGB). Además, estos datos se han contrastado con la regeneración de *Pinus* y *Quercus*, y la diversidad de especies arbóreas y arbustivas, a partir de información del tercer IFN.

La distribución de los pinos en la península Ibérica depende en gran medida de las condiciones topográficas y climáticas, estando las repoblaciones altamente condicionadas por factores históricos

La distribución de las diferentes especies de pinar en función de su carácter autóctono o repoblado, a partir de las regiones de procedencia, se muestra en el Mapa 4.2.16. Los pinares de pino albar *(P. sylvestris)* se pueden enmarcar dentro de los pinares eurosiberianos, mientras que los de pino carrasco *(P. halepensis)*, pino piñonero (*P. pinea*), pino resinero *(P. pinaster)* y pino salgareño *(P. nigra)* dentro de los pinares mediterráneos. Se observa cómo en la región mediterránea los pinares presentan una amplia distribución, siendo en muchas ocasiones díficil distinguir su área de distribución natural (68). Las cinco especies de pino analizadas son las especies que suponen una mayor superficie repoblada de 1940 a 1995, junto con los eucaliptos *(Eucalyptus sp.)* (45). Las repoblaciones más extensas son las de *P. pinaster*, seguidas de *P. sylvestris*, *P. halepensis*, *P. nigra*, *Eucalyptus sp.*, *P. pinea* y *P. radiata*. En el caso del pino piñonero (*P. pinea*) es difícil definir su distribución natural puesto que se piensa que fue ampliamente dispersado por los seres humanos. Por otra parte, hay autores que consideran que el pino piñonero es espontáneo en algunas zonas del interior, algunas comarcas catalanas y arenales del suroeste peninsular (68).



□ **Mapa 4.2.16.** Zonas repobladas y autóctonas de pinar, a partir de las regiones de procedencia de las principales especies presentes en la península Ibérica: *P. halepensis*, *P. pinea*, P. pinaster, *P. nigra* y *P. sylvestris*.



Fuente: Elaboración OSE a partir de Alía et al. (2009) (70).

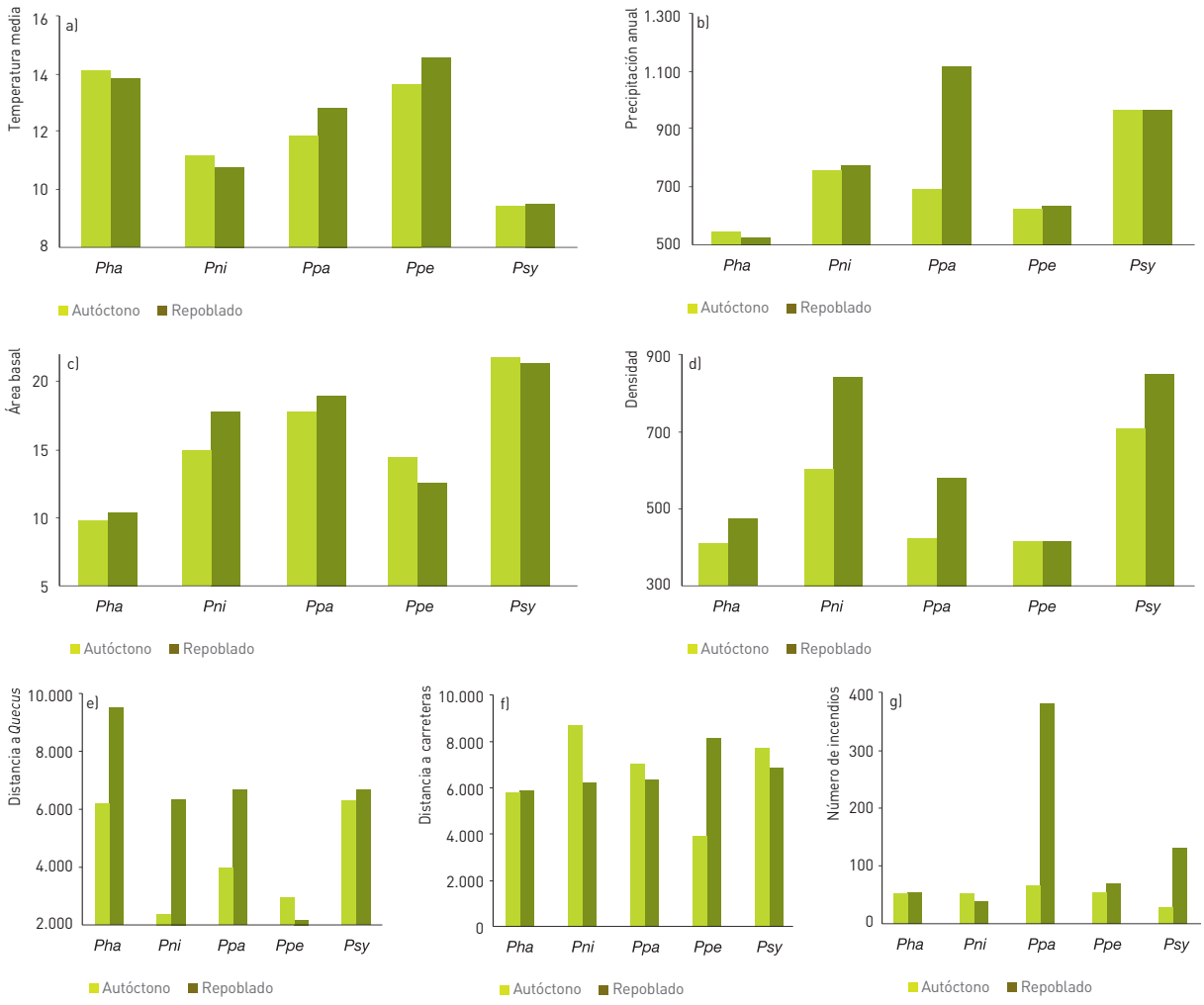
Las masas de pinar natural y repoblado presentan características abióticas, bióticas y antrópicas diferentes

La densidad de árboles es muy superior en los pinares repoblados con respecto a los naturales, excepto en *P. pinea*, con densidades similares en las parcelas naturales y repobladas (Figura 4.2.14d). Numerosas repoblaciones estuvieron diseñadas con densidades excesivas para objetivos de producción y calidad del fuste, pero también para acelerar la protección del suelo y el control de la erosión (68).

La distancia a posibles fuentes de semillas de Fagáceas tiende a ser superior en las masas de repoblación (Figura 4.2.14e), mientras que la distancia a las carreteras es menor (Figura 4.2.14f). Como consecuencia de la ausencia de *Quercus* en las parcelas repobladas y las elevadas distancias a masas de árboles de este género, es probable que la colonización por parte de éstas especies en las repoblaciones sea más lenta.

El número de incendios es superior en las masas de repoblación que en las masas naturales en el caso del pino resinero *(P. pinaster)*, del pino piñonero (*P. pinea*) y del pino albar (*P. sylvestris*, Figura 4.2.14g). Cabe remarcar que el fuego es uno de los mayores factores en la dinámica de los pinares mediterráneos, habiendo aumentado su frecuencia dramáticamente durante el siglo XX (80).

☐ **Figura 4.2.14.** Medias para (a) la temperatura media anual (ºC), (b) la precipitación anual (mm), (c) el área basal (m^2/ha), (d) la densidad de árboles (árboles/ha), (e) la distancia a bosques de *Quercus*, (f) la distancia a carreteras y (g) el número de incendios y para *P. halepensis* (Pha), *P. nigra* (Pni), P. pinaster (Ppa), *P. pinea* (Ppe) y *P. sylvestris* (Psy), considerando el carácter autóctono o repoblado de las masas forestales. Nota: el ancho de las cajas es proporcional al número de observaciones entre grupos.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM.

Los pinares naturales presentan mayor riqueza de especies y más regeneración que los pinares de repoblación

La densidad media de plantones de pinos y quercíneas en los pinares naturales es mayor que en los pinares de repoblación, excepto en el caso del pino piñonero (*P. pinea*, Tabla 4.2.1). El análisis de la regeneración a lo largo de gradientes ambientales permite identificar prioridades de cara a la gestión de estas masas y su reconversión en masas mixtas, favorecer la regeneración del propio pinar o disminuir su vulnerabilidad a riesgos de decaimiento o incendio forestal (81).

□ **Tabla 4.2.1.** Densidad de plántulas de semilla (número promedio de individuos y error estándar) de los géneros *Pinus* y *Quercus* en parcelas con *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*.

	Pinus		*Quercus*	
	AUTÓCTONO	REPOBLADO	AUTÓCTONO	REPOBLADO
P. halepensis	3,19 ± 0,07	2,09 ± 0,11	7,01 ± 0.15	5,44 ± 0,29
P. pinea	2,31 ± 0,12	2,47 ± 0,15	14,68 ± 0.45	9,84 ± 0,47
P. pinaster	4,77 ± 0,13	3,38 ± 0,08	9,37 ± 0.25	8,38 ± 0,16
P. nigra	4,42 ± 0,12	1,66 ± 0,09	13,85 ± 0.24	8,45 ± 0,31
P. sylvestris	3,86 ± 0,1	1,82 ± 0,1	9,73 ± 0.2	6,57 ± 0,24

Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM.

La riqueza de especies en los pinares naturales es mayor que en los pinares de repoblación para todas las especies consideradas (Tabla 4.2.2). Una mayor diversidad suele asociarse a una mayor estabilidad, proporcionando una mayor complejidad y mayor resistencia a perturbaciones, aunque la relación diversidad-estabilidad es un tema controvertido. Algunos autores han sugerido que las plantaciones pueden mostrar una mayor resiliencia (capacidad de volver a su estado original tras una perturbación), y los bosques maduros pueden experimentar una mayor resistencia al cambio, siendo ambos componentes de estabilidad de los ecosistemas (42).

□ **Tabla 4.2.2.** Riqueza de especies forestales (número promedio de especies y error estándar en parcelas con *P. halepensis*, *P. pinea*, *P. pinaster*, *P. nigra* y *P. sylvestris*).

	AUTÓCTONO	REPOBLADO
P. halepensis	11,19 ± 0.05	7,89 ± 0,09
P. pinea	9,13 ± 0.13	7,84 ± 0,12
P. pinaster	7,38 ± 0.06	7,27 ± 0,04
P. nigra	9,85 ± 0.05	7,96 ± 0,07
P. sylvestris	8,7 ± 0.05	6,58 ± 0,06

Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM.

Conclusiones

Se observa que, en general, las masas naturales y de repoblación muestran diferencias respecto a su distribución en el espacio, situándose las repoblaciones en zonas de mayor productividad potencial climática. Por otra parte, las repoblaciones también muestran diferencias con las masas naturales en cuanto a características bióticas, como una mayor densidad, una estructura más regular y una distancia mayor a fuentes de propágulos de Fagáceas. Estos resultados sugieren que, en determinadas repoblaciones, no se ha alcanzado el objetivo de promover la sucesión secundaria y facilitar la colonización por parte de otras especies. En general, la regeneración y diversidad de las masas de repoblación es inferior que la observada en las masas clasificadas como naturales. Además, la frecuencia de incendios presenta unos valores superiores en las masas repobladas, lo cual puede deberse a su estructura altamente densificada y a sinergias complejas entre factores ecológicos y socioeconómicos. Un análisis exhaustivo de la regeneración y diversidad a lo largo de gradientes ecológicos es fundamental para establecer medidas de gestión sostenible para estas repoblaciones (81). Entre otros, dicha gestión sostenible debe estar encaminada a identificar la especie y procedencia adecuada a cada lugar, a facilitar la regeneración de la especie principal, o bien de otras especies cuando el objetivo sea el de la diversificación, y a disminuir la vulnerabilidad de estas masas al decaimiento y a los incendios forestales.

Las repoblaciones han jugado un papel fundamental e histórico en la restauración de terrenos previamente deforestados, herramienta ampliamente usada a partir del siglo XIX. Además, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (82), reconoce las repoblaciones como una parte fundamental de la mitigación de los efectos del cambio climático. Uno de los aspectos básicos para lograr el éxito de las repoblaciones es una adecuada selección de las especies de acuerdo a las limitaciones ecológicas existentes. Debe abordarse sin dilación la elaboración de modelos que consideren una gestión adaptativa forestal al cambio climático, para lo que es muy importante no sólo una adecuación de las mismas a las condiciones abióticas de su entorno, sino también a las posibles variaciones de dichas condiciones.

4.3. Los ecosistemas agrarios

4.3.1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población, los cambios en la demanda de alimentos, la intensificación de la agricultura y la globalización de los mercados agrícolas han dado lugar en las últimas décadas a una rápida pérdida de la biodiversidad asociada a los medios agrarios. Las conclusiones de recientes reuniones de líderes mundiales muestran un sólido consenso en la necesidad de aumentar la productividad agrícola para alimentar a una población creciente, si bien se insiste en que estos incrementos deben lograrse de forma sostenible, compatible con la conservación de la biodiversidad, los suelos y el agua, y que el consumo de alimentos debe estar en consonancia con unas dietas diversificadas y equilibradas. La comunidad internacional también hace hincapié en la importancia de la producción de cultivos para la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus efectos (1). Estos elementos que manejan los agricultores en el campo y las administraciones y gobiernos en foros de decisión nacionales e internacionales se encuentran asimismo con el reto de sacar adelante una vida digna en el medio rural.

La hambruna en el mundo se ha estimado en más de 900 millones de personas, lo que se traduce en la necesidad de incrementar la producción de alimentos en un 70%, teniendo en cuenta que, además, la agricultura debe producir bienes y servicios no alimentarios para cubrir los aumentos de demanda en biocombustibles y, por otra parte, proveer de servicios ambientales.

Estos son retos de complicada conjugación en el escenario político y económico actual, que requieren de planificaciones estratégicas concertadas, que quedan muy distantes del pastor de una aldea o de una organización local, pero que acaban determinando su medio y calidad de vida y, por ende, el mantenimiento del campo y sus paisajes.

Uno de los atributos socioeconómicos reconocidos de los sistemas agrarios es la equidad -la posibilidad de que los agricultores tengan los mismos beneficios que la sociedad en general (2)-. Pero, de forma paradigmática, en muchas partes del mundo existe un fuerte desequilibrio entre el estado de bienestar en el campo y en las ciudades. Este ha sido el gran factor que, durante décadas, ha ido provocando el despoblamiento y envejecimiento del medio rural, con las dificultades añadidas que ello supone. De aquí, que en la actualidad se hable del pago a los agricultores por los servicios públicos que generan para la sociedad en su conjunto y que, en muchos casos, disfrutan los habitantes de las ciudades en mayor medida que los mismos pobladores rurales, que son quienes los controlan y gestionan.

En términos ambientales, la biodiversidad es un componente fundamental del medio rural, que contribuye a la perpetuación de los elementos indispensables para una buena agricultura. La agricultura y el medio seminatural o natural que queda en los campos, entre los campos y en el entorno de las explotaciones agrarias es un binomio indisoluble, cuya estabilidad conviene garantizar para el buen funcionamiento de los sistemas agrarios.

En este sentido, la biodiversidad agrícola incluye los cultivos, animales de granja, organismos acuáticos, especies forestales, microorganismos e invertebrados de los cuales dependemos para nuestra alimentación y para la producción agrícola, y por los fundamentales servicios ambientales que ofrecen. Esta biodiversidad, vital para conseguir la seguridad alimentaria y nutricional y para adaptarse al reto del cambio climático, se está perdiendo a un ritmo alarmante (*Declaración de Córdoba*, 16 de septiembre de 2010).

Este capítulo pretende dar unas pinceladas sobre algunos elementos de los sistemas agrarios que, en relación con el medio ambiente, contribuyen a abordar los retos que se han mencionado.

4.3.2 BIODIVERSIDAD AGRARIA

En España, gran parte de la biodiversidad existente está vinculada al medio agrario y depende en mayor o menor grado del modo en que éste se gestione. La biodiversidad en el medio agrario se encuentra sobre todo en los sistemas agrarios extensivos, en ocasiones, verdaderos hábitat seminaturales con elevados valores de biodiversidad (2).

Para que la agricultura sea compatible con la conservación de la biodiversidad, debe gestionarse de forma sostenible, es decir, a través de estrategias de desarrollo integral del medio rural, en las cuales el concepto de agricultura sostenible surge como respuesta frente a la agricultura y la ganadería intensivas y se presenta como una solución apropiada para facilitar el compromiso entre el campo y el medio ambiente. El modelo de uso integrado de la tierra con los cultivos y animales, junto con el mantenimiento de la diversidad genética de los sistemas agrarios, constituyen elementos básicos de la sostenibilidad de dichos sistemas (2). Ello implica la utilización óptima de los recursos y el potencial local y la protección de los hábitat de plantas y animales silvestres.

España cuenta con una gran superficie de territorio en la que se desarrollan agrosistemas con un alto componente ambiental. Un estudio efectuado en 2003 los identificaba y ofrecía algunas recomendaciones para conservar sus valores (3). Destacan los siguientes:

- Secanos extensivos herbáceos. Básicamente tierras arables, con mosaicos más o menos continuos de cereal, girasol, leguminosas grano, barbechos, pastos, eriales y bosquetes. Cultivos de herbáceos preponderantes, con ganadería extensiva de ovino.
  - Cuenca del Duero.
  - Tierras castellano-manchegas.
  - Depresión del Ebro.
  - Depresión del Guadalquivir.
  - Cuencas sedimentarias extremeñas.
  - Altiplanos y Hoyas del sureste.
  - Ocasionales del litoral del sureste.

- Secanos extensivos leñosos. Básicamente tierras arables con cultivos leñosos, acompañados intersticialmente de cereal, pastos y eriales. Cultivos leñosos preponderantes, con ganadería extensiva de ovino y caprino.
  - Olivar.

- Sistemas de ganadería extensiva.
  - Dehesas. Monte abierto y pastizales, con herbáceos intercalares. Ganadería extensiva preponderante. Incluye:
    - Septentrionales (Salamanca y Zamora).
    - Meridionales (Extremadura).
    - Paisajes adehesados en media montaña.
  - Sabinares ibéricos de paramera y pastizales de caméfitos, con cultivos herbáceos en las depresiones y valles.
  - Montañas septentrionales. Cordillera Cantábrica y Pirineos. Bosques atlánticos,repoblaciones y prados, con cultivos herbáceos y leñosos (frutales) intercalares.
  - Montañas interiores. Sistema Central y sistema Ibérico. Bosques y pastizales mediterráneos, con cultivos herbáceos intercalares en las depresiones.
  - Montañas meridionales. Sierras de Segura, Cazorla, Filabres, Nevada, Ronda. Bosques,matorral, espartizal y pastizales mediterráneos, con cultivos herbáceos y leñosos (olivar,almendro) intercalares, los olivos localmente abundantes.
  - Praderas atlántico-húmedas costeras: Prados de siega, con cultivos herbáceos leñosos (frutales) intercalares.
- Arrozales costeros.

Conseguir un modelo sostenible para el medio agrario supone resolver los principales problemas ambientales que presenta (2):

- Tendencias en la orientación de los cultivos.
- Intensificación de las explotaciones agrarias.
- Uso de fertilizantes.
- Uso de fitosanitarios.
- Intensificación de la producción ganadera.
- Abandono de las explotaciones agrarias.
- Uso del agua.
- Erosión del suelo.
- Emisión de gases de efecto invernadero.
- Generación de residuos.

Globalmente, estos problemas, aunque cada uno en mayor o menor medida según los países, son reconocidos por Naciones Unidas, por la OCDE y por la Unión Europea. El Convenio de Diversidad Biológica dedica un programa temático a la biodiversidad agrícola, que contempla la UE en sus políticas, y también ha lanzado la *Estrategia Global de Conservación Vegetal*, que incluye las variedades cultivadas, mientras que la OCDE ofrece información actualizada sobre cambios, tendencias y recomendaciones para su ámbito de influencia.

España debe desarrollar y cumplir los instrumentos internacionales suscritos, a lo que se va aproximando a través de las directrices comunitarias. Pero los agricultores, como actores fundamentales, deben poder situarse sin conflicto, entender, participar y asumir la misión en la que se ven implicados. Necesitan de una difusión comprensible de la información que les resulta indispensable para una gestión acorde de su explotación, sobre legislación, sobre limitaciones, sobre variedades y razas ganaderas con las que pueden trabajar para contribuir a recuperar la riqueza genética existente en épocas pasadas, sobre las ayudas a su disposición, sobre la tramitación de las mismas y de penalizaciones, en su caso, de los avances tecnológicos y del conocimiento de su entorno, etc. La estabilidad en las directrices y en la provisión de la información es esencial para que ellos puedan contribuir de forma efectiva a la agricultura que se demanda, sintiéndose dignos artífices de ello.

■ 4.3.3 LA INTENSIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS AGRARIOS

Un sistema agrario se estructura alrededor de un cultivo dominante que es el que genera mayores beneficios o por lo menos optimiza la relación entre el beneficio, el

tiempo invertido, la necesidad de conocimientos, o por otras relaciones que marca el agricultor (2).

La intensificación, facilitada por la especialización y concentración de la producción agraria ocurridas en las últimas décadas, es una de las tendencias asociadas a importantes presiones ambientales que afectan a la biodiversidad. En los últimos años, la producción agraria se ha ido concentrando en un número cada vez menor de explotaciones agrarias, creciendo el tamaño de las explotaciones, especializándose cada vez más y favoreciendo los monocultivos.

En España se observa una gran variación en la estructura agraria, en parte debida a las necesidades de redimensionamiento que exige la mecanización de la actividad. Por un lado, se ha reducido en un 22% el número de explotaciones agrarias entre 1989 y 1999 (2). Por otro, ha aumentado sustancialmente el tamaño medio de las explotaciones, un 25% la superficie total (ST) y un 36% la superficie agraria útil (SAU) y, por tanto, se ha incrementado el ratio de SAU por superficie total, un 8%. Por ejemplo, el sector lácteo en España ha pasado de tener 137.000 explotaciones a 22.000 en la actualidad, que producen más y tienen que ser más grandes para mantener el poder adquisitivo del ganadero.

También se ha producido un aumento aún mayor de la dimensión económica de las explotaciones, tanto como consecuencia del aumento del tamaño físico (un 71%), como de la mejora de la productividad por superficie cultivada debida a la intensificación: el margen bruto total (MBA) por ha, medido en unidades de dimensión económica (UDE) se ha incrementado un 61%.

La producción de cultivos se ha ido intensificando, utilizando más *inputs* (semillas, fertilizantes, pesticidas), sustituyendo capital por labor (maquinaria, riego, medidas de mejora del suelo) y siguiendo criterios de orientación técnico económica. Con la intensificación, la agricultura disminuye su dependencia de las condiciones del suelo o del clima, logrando reducir los riesgos e incrementar los rendimientos, la producción y los tipos de alimentos que se pueden producir. Pero este aporte adicional de insumos externos tiene impactos negativos sobre los recursos naturales, sobre todo a través de la contaminación de las aguas continentales, de los suelos, de la atmósfera y de la propia flora y fauna, generando, por tanto, una pérdida de biodiversidad.

La intensificación de la producción agraria ha ido provocando una homogeneización del paisaje, reflejado en el extremo en los monocultivos y en los cultivos bajo plástico, destruyendo los elementos tradicionales de conservación de suelo, como linderos, barrancos y surgencias, que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad y del paisaje. Los invernaderos son un modo de explotación cuasi industrial y suponen un cambio absoluto del paisaje, con una intensa afección sobre la biodiversidad. Los residuos de plásticos y el excesivo uso de los fitosanitarios y fertilizantes causan severos problemas de contaminación ambiental, además de los impactos sobre el régimen hídrico que pueden generar cuando la disponibilidad de agua es escasa.

La valoración de los impactos causada por la intensificación agraria es compleja debido, entre otras causas, al carácter difuso de sus efectos sobre el medio ambiente, a la lejanía entre el foco emisor y el impacto y a la gran variedad de características de transmisión de los contaminantes, que varían localmente dependiendo de las sustancias utilizadas y de la vulnerabilidad del medio receptor.

Los problemas ambientales derivados por los procesos de intensificación agraria han motivado cambios profundos en las políticas tras las evidencias mostradas sobre las tendencias mantenidas de pérdida de recursos naturales e incremento del riesgo por desastres naturales.

4.3.4 EL ABANDONO DEL CAMPO

Asociado a la intensificación, el aumento de la productividad se ha reforzado en los terrenos más fértiles y accesibles. La falta de competitividad de las prácticas agrarias tradicionales, mantenidas todavía en algunas zonas, ha conducido a que muchas áreas agrícolas marginales hayan sido abandonadas, porque los agricultores y ganaderos que las regentaban, en general, con pequeñas explotaciones y baja renta, se han visto obligados a cesar la actividad (las explotaciones más pequeñas, de menos de 5 ha, se redujeron un 35% entre 1990 y 2003). Este proceso, que ha sido particularmente acusado en las zonas de montaña, tiene importantes consecuencias negativas, no solamente desde el punto social y económico, sino también para la conservación de la biodiversidad.

La agricultura tradicional, característica de las economías de subsistencia, está adaptada a los factores limitantes y a los obstáculos que imponen las condiciones ambientales. A través de métodos tradicionales de cultivo y cría de ganado, este tipo de actividad agraria ha creado hábitat "seminaturales" que albergan una variedad más amplia de especies de la que se encontraría de otro modo en las formaciones vegetales "puramente naturales" en su estado maduro. Los pastos "ricos en especies", los prados de heno, los humedales objeto de ramoneo y los páramos son todos ejemplos de valores ambientales asociados o producidos por la agricultura extensiva.

Algunos ejemplos, en España, se encuentran en zonas

agrarias tradicionales en mosaico de cultivos o de cereal de secano, que han ido desapareciendo en muchos casos dando paso a una cubierta de matorral y repoblados, perdiéndose los hábitat originales y, particularmente, esteparios, con la consiguiente pérdida de diversidad biológica, acompañada de una pérdida también cultural y paisajística (2).

■ 4.3.5 POLÍTICA AGRARIA Y FINANCIACIÓN

Los avatares del campo español han estado sujetos a las variaciones de la Política Agrícola Común (PAC) a lo largo de su historia. La protección de aranceles, de precios, de superficies según las sucesivas reformas, han determinado vaivenes en la implantación de tipos de cultivo y cuotas de productos ganaderos, con los subsiguientes cambios en las explotaciones y en los paisajes que, en muchos casos, no han podido adaptarse adecuadamente al curso real de los mercados. Agricultores y ganaderos han recibido ayudas económicas, mediante pagos directos de la PAC y, últimamente, también a través del fomento del desarrollo rural, pero no han conseguido en muchos casos hacer sostenibles y rentables sus explotaciones en términos económicos, ni tampoco medioambientales.

La última revisión de la PAC, y la que se está negociando en la actualidad, intentan hacer compatibles competitividad y medio ambiente, lo que se ha trasladado al uso de los fondos agrarios, FEAGA para los pagos directos y FEADER para el desarrollo rural. En este sentido, los agricultores y ganaderos que reciben pagos directos por su actividad deben de cumplir con unos mínimos medioambientales so pena de perder o ver reducido dicho apoyo económico. Además, entre las actividades de desarrollo rural se contemplan medidas pro-ambientales (agroambientales) o incluso de gestión activa para la conservación de la biodiversidad y de los espacios naturales protegidos. El uso adecuado del agua, evitar la pérdida de suelos, el freno de la pérdida de biodiversidad y la aminoración del cambio climático, así como la adaptación a sus efectos, son directrices básicas y de primordial importancia en el diseño de las ayudas y de las programaciones regionales de desarrollo rural.

En España, a pesar de las ayudas, el mantenimiento del campo se ve amenazado, como ya se ha mencionado, por la imposibilidad de mantener pequeñas explotaciones de productividad no muy alta, y la biodiversidad sigue descendiendo. En el contexto del fomento de la agricultura sostenible y de calidad, auspiciada por las últimas reformas de la PAC, se ha potenciado en España el cooperativismo, la incorporación de jóvenes agricultores, el asesoramiento, la eficiencia del regadío, las industrias agroalimentarias, las medidas agroambientales y algunas medidas de conservación directa. Todo ello organizado en programas dirigidos a una gestión rural en su conjunto, desde la perspectiva humana, ambiental, de integración territorial, social y de género, fomentando la actuación e iniciativa local.

■ 4.3.6 LOS SISTEMAS AGRARIOS DE ALTO VALOR NATURAL

Llegados al punto de reconocer los graves impactos derivados de la intensificación y del abandono de la agricultura, la propia Comisión Europea acordó la introducción en las programaciones de desarrollo rural de unos indicadores que permitieran evaluar la incidencia en la calidad ambiental del territorio, de las partidas presupuestarias del FEADER, invertidas en diferentes medidas. Bajo esta idea, se introdujeron los indicadores "Sistemas agrarios y forestales de alto valor natural" en el panel de indicadores de evaluación de la programación de desarrollo rural.

Los sistemas agrarios de alto valor natural serán aquellos basados en prácticas, ya sean agrícolas o ganaderas, que determinan el alto valor natural del territorio en el que se realizan. Es decir, el alto valor natural del territorio, riqueza de especies silvestres y, especialmente, de especies amenazadas, sería una consecuencia directa de la aplicación de dichas prácticas.

En la medida en que la programación de desarrollo rural de un territorio se asocie a un incremento de los sistemas de alto valor natural, se entenderá que la ejecución presupuestaria se aplica en términos de alta sostenibilidad. Hoy por hoy, sin embargo, las medidas potencialmente favorables para los sistemas de alto valor natural, en virtud de la regulación del desarrollo rural -el segundo pilar de la PAC- suponen menos del 10% del gasto total de la PAC y parecen débilmente orientadas a la conservación de dichos sistemas. De hecho, la amplia mayoría de las ayudas de la PAC sigue beneficiando a las zonas productivas y los sistemas agrarios más intensivos (4).

Los cálculos realizados para toda España arrojan unas estimas de cerca de 100.000 km^2 de sistemas agrarios de alto valor natural distribuidos por todas las Comunidades autónomas (5). En general, estos sistemas son muy abundantes en zonas de montaña, pero también se encuentran en otros medios, como en páramos, en enclaves con determinada composición de cultivos próxima a zonas húmedas, en sitios con mezcla de cultivos de secano con vegetación silvestre, en otras situaciones de mosaico, en algunos pastos extensivos de baja carga ganadera, en bastantes dehesas, etc. No han podido obtenerse unos sistemas mejores que otros para toda España, sino que en cada comunidad autónoma destacan unos u otros dependiendo de las especificidades de cada territorio.

Estas estimaciones se están realizando en todos los países de la UE, con distintos criterios concretos, pero bajo unas directrices generales impartidas por la Comisión

Europea, en las que se reconoce las zonas extensivas, zonas de mosaicos de cultivos y vegetación seminatural y zonas con presencia de especies amenazadas, como criterios de alto valor natural. Por su parte, la Agencia Europea de Medio Ambiente ha elaborado una cartografía para la UE (27) siguiendo su propia interpretación del concepto de alto valor natural (Mapa 4.3.1).

Buena parte de esta superficie coincide con la Red Natura 2000, pero debe de tenerse en cuenta que las funciones de ambos tipos de áreas son bien distintas. Mientras la Red Natura 2000 se configura de acuerdo con los valores destacados en los anexos de la Directiva Hábitat, y su objetivo es la preservación de determinados hábitat, especies y sus entornos necesarios, los sistemas agrarios de alto valor natural son la manifestación de un manejo correcto del territorio y el apoyo a los mismos debería repercutir en una extensión de dicha forma de gestión. Estos sistemas son un buen ejemplo de lo mejor de la agricultura sostenible.

□ **Mapa 4.3.1.** Distribución aproximada de los sistemas agrarios de alto valor natural en la UE-27.



Fuente: AEMA (2010) (3).

■ 4.3.7 CONCLUSIONES

La agricultura parece haber venido perdiendo valor ante la sociedad y frente a otras políticas, que fomentan un desarrollo económico más asociado a las metrópolis. De aquí, el éxodo continuado del campo a las ciudades desde mediados del siglo XX, con el consiguiente despoblamiento, envejecimiento de la población, desequilibrio de género y abandono de la actividad.

La mecanización, el avance de la tecnología, la competitividad y las directrices impuestas por los acuerdos internacionales han derivado en un incremento de la productividad de determinados productos, asociado al incremento del tamaño de las explotaciones y la reducción en número, sobre todo de las más pequeñas, a la concentración de las tierras de cultivo, con la eliminación de los elementos naturales intermedios, al incremento de insumos en forma de fertilizantes y pesticidas químicos y a la selección de las semillas.

Los diferentes modelos agrarios derivados de las sucesivas reformas de la PAC han determinado la configuración de los paisajes agrarios españoles y, con ellos, los

ecosistemas, la abundancia, riqueza y distribución de especies silvestres y la diversidad genética de variedades cultivadas y razas ganaderas, pero también la identidad y costumbres culturales de los habitantes del campo.

Las medidas de protección de especies y de espacios naturales han permitido la conservación de parte del territorio, pero han impuesto nuevas limitaciones a la actividad agraria, en una situación general de precariedad para el sostenimiento de la economía rural.

Se ha tomado consciencia de que los modelos agrarios durante décadas han aprovisionado los mercados, aunque de forma insuficiente, pero no han conseguido el mantenimiento de una estructura rural competitiva y equilibrada en la variedad de situaciones sociales que se manifiestan en el medio rural español. Las pequeñas explotaciones y los pastores han disminuido alarmantemente, la extensificación se ha ido reduciendo, el mosaicismo de paisajes tradicionales ha ido desapareciendo de muchas zonas y se ha reducido diversidad tanto en lo cultural como en lo silvestre, de forma paralela al deterioro de suelos y aguas.

Técnicas de cultivo tradicionales, como la rotación de cultivos, la conservación de los pastos permanentes, la conservación y restauración de los elementos naturales del paisaje intercalados en los cultivos, son esenciales, junto con medidas agroambientales, medidas directas de conservación de los hábitat y de la biodiversidad y el cumplimiento general de la legislación, para continuar con una agricultura en términos de sostenibilidad. Europa está en condiciones de vender alimentos y calidad en los mercados mundiales, por lo que la agricultura ecológica se va ampliando en superficie en toda su geografía.

Pero los agricultores hoy en día necesitan apoyo económico para mantener el campo y sus servicios públicos, entre ellos, los servicios ambientales, comenzando por los más pequeños, para reencontrar una estructura económica y social del campo que permita vitalizarlo y perpetuarlo gracias a su propia actividad. La nueva tendencia de la PAC empieza a reconocer el pago por servicios ambientales y el fomento de la información, de la innovación, de la tecnología y de su propia iniciativa, lo que permitiría a los habitantes rurales cumplir su cometido, también dentro del estado del bienestar, siendo conocedores de lo necesario para poder producir alimentos, conservar la biodiversidad y los recursos naturales, contribuir a aminorar el cambio climático y prepararse para soportar en las mejores condiciones los avatares de los efectos que se predicen.



4.4. Los ecosistemas de montaña

■ 4.4.1 INTRODUCCIÓN

Las regiones de montaña ocupan cerca del 25% de las superficies continentales (1). Aproximadamente, el 26% de la población del mundo reside en las zonas de montaña (2), y un 40% de la humanidad habita en las vegas de los ríos que tienen su origen en diferentes cadenas montañosas. Los recursos de las montañas proveen indirectamente a más de la mitad de la población mundial (3). Por ejemplo, las montañas proporcionan agua a la mayor parte de las regiones del mundo. La función crítica de las montañas como reservas de agua, tanto temporales como a largo plazo, implica que el cambio climático y otros cambios ambientales en las montañas del mundo podrían generar graves impactos, no solamente en las regiones situadas en sus proximidades, sino también en áreas mucho más amplias (4). De acuerdo con los resultados de investigaciones recientes, la contribución hidrológica de las regiones montañosas a las tierras bajas adyacentes es, en proporción, muy elevada. En las zonas húmedas, los recursos hídricos procedentes de las montañas representan entre el 20% y el 50% del caudal total circulante, mientras que en las zonas semiáridas y áridas la contribución de las montañas al caudal total se sitúa entre el 50% y el 90%, llegando incluso a exceder el 95%. Aproximadamente el 44% de las zonas montañosas proporcionan recursos hídricos esenciales o de apoyo a los habitantes de las tierras bajas y funcionan como "depósitos naturales" de agua.

En la actualidad está ampliamente reconocido que las montañas son ecosistemas frágiles, de vital importancia no sólo por ser fuente de la mayor parte del agua dulce de la Tierra, sino también como relevantes reservas de diversidad biológica, lugares propicios para el esparcimiento y el turismo, y espacios de vida de comunidades con fuerte identidad, que atesoran un notable patrimonio de conocimientos y culturas.

La conciencia sobre la importancia de las comunidades y los ecosistemas de montaña ha aumentado desde la aprobación del capítulo XIII del Programa 21, titulado *Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña*, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en 1992 en Río de Janeiro. En dicho capítulo se reconoce que los ecosistemas de montaña están cambiando rápidamente y que la gestión adecuada de sus recursos y el desarrollo socioeconómico de la población que vive en ellas requiere de una acción inmediata.

En 2004, el Convenio sobre la Diversidad Biológica aprobó el *Programa de trabajo sobre diversidad biológica de montañas* con el fin de alcanzar una reducción importante de la pérdida de la biodiversidad en estas zonas antes de 2010, a escala mundial, regional y nacional. El programa de trabajo tiene como objetivo último preservar la capacidad de los ecosistemas de montaña para suministrar los bienes y servicios necesarios para el bienestar humano, la mitigación de la pobreza y la consecución de los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

El *Programa de trabajo* señala algunas características y problemas específicos de la biodiversidad de las montañas:

a) La concentración particularmente elevada de zonas especialmente ricas en diversidad biológica en las regiones montañosas, que comprenden una gran variedad de ecosistemas, una gran riqueza de especies, una gran cantidad de especies endémicas y amenazadas y una gran diversidad genética de cultivos y razas ganaderas.
b) La diversidad cultural y la función particularmente importante de las comunidades indígenas y locales en la conservación y gestión de la diversidad biológica de las montañas.
c) La fragilidad de los ecosistemas y las especies de montaña y su vulnerabilidad ante las perturbaciones humanas y naturales, en particular ante los cambios de uso del suelo y el cambio climático.
d) Las interacciones entre tierras altas y tierras bajas que caracterizan a los ecosistemas de montaña, haciéndose hincapié especial en la importancia de los sistemas de tierras altas para la gestión de los recursos hídricos y del suelo.

De los 98 países que presentaron informes en relación con la biodiversidad de las zonas de montaña, el 73% comunicó que había adoptado medidas para prevenir y mitigar los efectos negativos de las amenazas principales sobre la diversidad biológica en las montañas. Se firmó un memorando de cooperación conjunto entre algunas iniciativas en el ámbito europeo -la Convención Alpina y el Convenio de los Cárpatos- y el Convenio sobre la Diversidad Biológica en lo relativo a la aplicación de su *Programa de trabajo sobre diversidad biológica de montañas*.

Las áreas de montaña constituyen la parte más importante de las zonas de Europa menos transformadas, abarcando el 36% del continente y el 29% de la UE (5). El 41% de dicha superficie está cubierta por bosques. A pesar de que solamente el 3% del área terrestre total está ocupada por ambientes alpinos, es decir, los que se desarrollan por encima del límite del bosque, estas zonas albergan el 20% de las especies nativas de plantas vasculares del continente: se estima que más de 2.500 especies y subespecies forman la flora alpina.

La mayor parte de los "puntos calientes" *(hotspots)* de biodiversidad de Europa se encuentran en las áreas de montaña (5). De las 1.148 especies incluidas en los Anexos II y IV de la Directiva Hábitat, 181 están ligadas de forma exclusiva o casi exclusiva a las zonas de montaña y 130 se encuentran mayoritariamente en ellas. En el caso de los hábitat, de los 231 tipos incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat, 42 están asociados de forma exclusiva o casi exclusiva a las áreas de montaña, siendo la mitad hábitat forestales.

En cuanto al grado de protección de las áreas de montaña por la Red Natura 2000, del total de esta Red, el 43% está constituido por zonas de montaña, de tal forma que el 14% de las áreas de montaña de la UE estarían incluidas en la Red Natura 2000 (5). Por otra parte, en la UE-27, el 92% de las áreas de montaña han sido designadas como zonas desfavorecidas y el 51% como zonas de alto valor natural (5).

■ 4.4.2 LAS MONTAÑAS COMO RESERVORIOS DE BIODIVERSIDAD

Las montañas son zonas que se caracterizan por su elevada diversidad biológica, como consecuencia, entre otros factores, de la gran variedad de ambientes que se originan por la variación de la altitud, la pendiente, las condiciones topográficas, edáficas, etc. Por ejemplo, la temperatura cambia rápidamente con la altura en distancias horizontales relativamente cortas, con el consiguiente cambio de la vegetación y las condiciones hidrológicas (6). Tal y como se ha comentado, además de los cambios rápidos en las condiciones ambientales debidos a la altitud, existen otros relacionados con la pendiente y la orientación, que tienen una influencia muy grande sobre la temperatura, la exposición al viento, la humedad y la composición del suelo, generando un mosaico de microclimas muy variado. Éste, junto con otros factores como el aislamiento y la relativa inaccesibilidad por parte del ser humano, da lugar a una elevada biodiversidad que se ha conservado mejor en relación con las zonas bajas, donde la acción humana ha sido mucho más intensa. Por otra parte, los patrones de distribución de la nieve refuerzan la diversidad del paisaje afectando a los suelos, la duración del período vegetativo y el microclima (7). Los microambientes selectivos, como por ejemplo los hábitat con cubierta de nieve excesiva o insuficiente, se caracterizan por comunidades de organismos especializados que se pueden situar a distancias muy próximas. Todos estos factores dan lugar a un elevado grado de endemicidad, debido a que muchas especies permanecen aisladas a altitudes elevadas en comparación con lo que ocurre en las zonas bajas, donde pueden ocupar nichos climáticos distribuidos a lo largo de bandas latitudinales más amplias.



En el caso de las plantas, su elevada diversidad en las zonas de montaña se explica en parte por el pequeño tamaño de las especies alpinas, cuya talla media está en el rango de una décima parte de la que alcanzan sus parientes más cercanos de bajas altitudes (8), lo que aumenta la probabilidad de que haya más taxones en un área pequeña. Otra causa importante de la elevada riqueza biológica de las montañas es el moderado régimen de perturbación en estas áreas. Dicho nivel de perturbación puede estar relacionado, bien con el estado dinámico del ambiente físico, que mantiene a las comunidades de las franjas altitudinales más elevadas en un estado sucesional temprano, o por el ganado doméstico y/o el ramoneo natural (7).

Las condiciones únicas de las montañas, además de generar una amplia variedad de especies, hacen de ellas ecosistemas extremadamente frágiles. Cambios muy leves de temperatura, precipitación o estabilidad del suelo pueden tener como resultado la pérdida completa de comunidades de plantas y animales. Esto se debe en gran parte a que las condiciones climáticas extremas llevan a los límites de adaptación a los organismos, que desarrollan mecanismos de supervivencia específicos, como por ejemplo, en el caso de las plantas, un conjunto de ajustes morfológicos y fisiológicos como formas de crecimiento achaparradas y hojas pequeñas, requerimientos térmicos bajos para las funciones básicas y estrategias reproductivas para evitar el riesgo asociado con las fases tempranas de la vida (9).

■ 4.4.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Dado que la temperatura disminuye con la altitud entre 0,5 y 1ºC por cada 100 m, una primera aproximación en relación con la respuesta de la vegetación al cambio climático es que las especies migrarán hacia arriba en el futuro para encontrar condiciones climáticas similares a las actuales (10,11). De acuerdo con este paradigma, los impactos esperados del cambio climático en las montañas incluirán la pérdida de las zonas climáticas más frías en los picos de las montañas y el desplazamiento ladera arriba del resto de bandas altitudinales de vegetación. Dado que las cumbres de las montañas son menos extensas que sus bases, las bandas de vegetación ocuparán cada vez áreas más pequeñas, y las especies correspondientes sufrirán reducciones de sus poblaciones, por lo que pueden tener una mayor vulnerabilidad ante las presiones genéticas y ambientales (11,12,13). Sin embargo, la hipótesis de migración no siempre será aplicable debido a las diferentes tolerancias climáticas de las especies implicadas, incluyendo la variabilidad genética entre especies, las diferentes longevidades y tasas de supervivencia, y la competencia por parte de las especies invasoras (14). Además de variaciones asociadas a la altitud, otro impacto potencial del cambio climático es el cambio en los tipos biogeográficos, de tal modo que, por ejemplo, las montañas árticas pueden ser cada vez más boreales, mientras que las montañas boreales pueden cambiar hacia tipos templados, y las templadas hacia mediterráneas, etc. (15). Este patrón de cambio es más difícil de detectar que el desplazamiento altitudinal porque implica la colonización a lo largo de grandes distancias.

Estudios recientes han mostrado el riesgo desproporcionado de extinciones en los ecosistemas de montaña y, en particular, entre especies endémicas (16). Muchas especies de anfibios, pequeños mamíferos, peces, aves y plantas son muy vulnerables a los cambios en el clima que ya están ocurriendo y a los cambios previsibles, que alteran sus nichos de montaña, altamente especializados (17). La flora europea de montaña va a sufrir alteraciones muy considerables en respuesta al cambio climático. Los cambios en la duración de la cubierta nival por debajo del límite del bosque son, de hecho, un factor más importante que los efectos directos de la temperatura (17). Por otra parte, el incremento de los caudales como consecuencia de la fusión de los glaciares tendrá efectos significativos sobre los ecosistemas acuáticos situados corriente abajo. Las áreas de montaña de latitudes elevadas en Europa estarán más expuestas al cambo climático que las de latitudes medias (15).

No hay una respuesta biótica común al calentamiento global, al aumento de la concentración de CO_2 o al aumento de la deposición de nitrógeno soluble (18). Las respuestas a estos factores están determinadas por el contexto y por las especies de plantas y los tipos de vegetación (19). En resumen, puede decirse que las plantas que se verán más afectadas por el cambio climático en las regiones de montaña son las de las etapas tardías de la sucesión vegetal, especies con pequeñas poblaciones restringidas y especies confinadas a las cumbres de las montañas, mientras que las especies ruderales, las de amplia distribución con grandes poblaciones y las de altitudes intermedias se verán menos afectadas (20).

■ 4.4.4 EFECTOS DE LA ACCIÓN DEL HOMBRE SOBRE LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

La biodiversidad de las montañas se enfrenta a una serie de impactos que pueden aumentar en el futuro. La degradación de los hábitat derivada del uso insostenible del territorio tiene como consecuencia un incremento en la erosión de los suelos fértiles y aumenta el riesgo de avalanchas, deslizamientos de tierra e inundaciones, lo que provoca pérdida de biodiversidad. El desarrollo de infraestructuras es una de las principales causas de la fragmentación de los ecosistemas de montaña en Europa. Las políticas orientadas hacia las zonas más

bajas, que ignoran la vulnerabilidad de las montañas, y la elevada demanda de sus recursos por parte de las poblaciones del llano, son factores que provocan un fuerte impacto sobre las regiones de montaña. Por ejemplo, la construcción de carreteras y autopistas aumenta el aislamiento y la fragmentación de los ambientes naturales de montaña y el número de barreras físicas para el movimiento de muchos organismos. En determinadas zonas, el desarrollo de infraestructuras para la práctica del esquí puede ocasionar un daño considerable a los suelos, la vegetación y la fauna. Los suelos se hacen más vulnerables a la erosión hídrica, y las laderas desprovistas de vegetación tienen niveles de escorrentía más elevados, lo que aumenta el riesgo de inundación en las zonas más bajas. Por último, la producción de nieve artificial aumenta el consumo de agua, lo cual puede alterar el ciclo hidrológico del hábitat de elevado interés desde el punto de vista de la conservación, como las turberas y los humedales de altitudes elevadas (21,22).

Las condiciones ambientales específicas y los recursos de las montañas (pendientes pronunciadas, suelos pobres y poco profundos y condiciones climáticas extremas), han dado como resultado una diversidad cultural elevada y una gran variedad de prácticas de uso del suelo adaptadas a dichas condiciones, que reflejan no sólo el conocimiento tradicional sino también una multitud de valores culturales y espirituales. Los campesinos de las montañas cultivan miles de variedades de plantas, muchas de las cuales viven solamente a altitudes y bajo microclimas específicos. Frecuentemente, se promociona la fecundación cruzada entre variedades cultivadas y naturales. Sin embargo, se ha producido en las últimas décadas un abandono de las prácticas tradicionales en detrimento de técnicas agrícolas modernas más productivas, pero que precisan de una mayor intensidad de riego y del uso de pesticidas, herbicidas y fertilizantes, lo cual ha dado lugar a una pérdida de biodiversidad. Esta pérdida del conocimiento tradicional local requiere de una acción inmediata a través de la gestión adecuada de los recursos de montaña y el desarrollo socioeconómico de la población que vive en estas zonas. Es más, la conservación y mejora de la cubierta vegetal en ecosistemas naturales, seminaturales, agrícolas, bosques y sistemas agroforestales es un factor esencial para mantener un medio ambiente sano en las montañas, para ayudar a prevenir desastres naturales, como avalanchas, y para mantener la calidad del agua.

Las montañas y los lagos de montaña son utilizados frecuentemente para generar electricidad de origen hidráulico. A pesar de que se trata de una fuente renovable, la energía hidroeléctrica tiene fuertes impactos sobre los ríos y los ecosistemas de los rodean. La creación de lagos artificiales y la modificación del caudal de los ríos puede alterar sustancialmente los hábitat y los ecosistemas.

La extracción de minerales, metales y otros recursos de las áreas de montaña tiene impactos severos sobre los hábitat de la zona explotada y puede causar problemas de contaminación del agua que afecten a las zonas situadas corriente abajo.

Las elevadas tasas de precipitación en las cadenas montañosas las convierten en principales receptoras de contaminantes del aire. En muchos casos estos contaminantes pueden acumularse en el manto de nieve y en



los suelos, originando efectos a largo plazo en los ecosistemas y, especialmente, en las especies sensibles a las sustancias tóxicas. La muerte de árboles como consecuencia de la lluvia ácida es solamente un ejemplo de las consecuencias de la contaminación en las zonas de montaña. Muchos impactos son menos visibles y requieren de una intensa investigación y un seguimiento detallado de los contaminantes depositados y de sus fuentes de emisión.

En suma, quedan muchos retos por abordar en lo que respecta a la conservación de la biodiversidad de las montañas, como son la creciente demanda de agua, las consecuencias del cambio climático, el crecimiento del turismo, y las presiones de la industria y la agricultura. Muchas de las comunidades más afectadas por la pobreza y la falta de seguridad alimentaria viven en las zonas de montaña. En consecuencia, hay que trabajar para garantizar la integridad ecológica y el avance económico y social de las zonas de montaña en beneficio de sus habitantes, cuyas oportunidades de subsistencia y bienestar general están gravemente comprometidas. Como zonas de alta energía, las montañas son a menudo un medio propenso a los desastres naturales. Integrar las acciones para la prevención de riesgos en el contexto más amplio del desarrollo sostenible podrá ayudar a los habitantes de las montañas a reducir su vulnerabilidad frente a esos desastres. Indudablemente se necesita un nivel mayor de financiación e inversiones en las zonas de montaña, mayor coordinación y colaboración y un entorno propicio más consolidado con leyes, políticas e instituciones más favorables.

■ 4.4.5 LAS ÁREAS DE MONTAÑA EN ESPAÑA

España se encuentra entre los países más montañosos de Europa. Las zonas de montaña cubren una parte muy extensa del territorio nacional, y en ellas se ubican importantes valores naturales. En la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, se recoge una definición oficial de áreas de montaña, según la cual son "territorios continuos y extensos, con altimetría elevada y sostenida respecto a los territorios circundantes, cuyas características físicas causan la aparición de gradientes ecológicos que condicionan la organización de los ecosistemas y afectan a los seres vivos y a las sociedades humanas que en ellas se desarrollan".

Como complemento a la definición de la Ley 42/2007, se recomienda tener en cuenta las siguientes cuatro especificidades de las montañas, todas ellas relacionadas con la altitud: alta fragilidad ecológica, efectos a larga distancia de todo cuanto en ellas sucede, carácter de denso "mosaico" ecológico, funcional y paisajístico concentrado en dimensiones territoriales comparativamente reducidas y carácter de elemento frontera entre términos municipales, comunidades, regiones o países.

Las zonas de montaña se caracterizan por una serie de problemáticas medioambientales y socioeconómicas específicas en cuanto a la conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales, que están estrechamente ligados a las actividades agroganaderas. Los procesos sociales, económicos y políticos en las montañas españolas han sido diferentes de los que han tenido lugar en otras montañas de la UE, especialmente en los países del arco alpino, donde ha habido una explotación mucho más intensa del territorio. Como consecuencia, las montañas españolas se encuentran, en general, en mejor estado de conservación, pero presentan asimismo un mayor atraso estructural y menor densidad de población. Dicho atraso ha venido produciendo un abandono progresivo del medio rural que provoca, no sólo la pérdida de biodiversidad y calidad paisajística, sino también la penetración de actividades económicas no compatibles con la conservación (23). Por tanto, es necesario mantener la presencia humana y una actividad económica sostenible para una conservación más efectiva de las zonas de montaña. Se precisa impulsar, y en ciertos casos recuperar, las actividades capaces de mantener los bienes y servicios de los ecosistemas, así como introducir y favorecer nuevas actividades productivas en estas zonas.

Entre los principales aspectos de la problemática de las montañas españolas cabe destacar, a nivel socioeconómico, el incremento de la despoblación y el abandono de las zonas de montaña más desfavorecidas, el debilitamiento del sector agropecuario y, en especial, de la ganadería en régimen extensivo, con la consiguiente pérdida de los conocimientos tradicionales. Por último, también debe tenerse en cuanta el vuelco económico hacia el sector servicios, vinculado a la sobreexplotación urbanística.

Mientas que otros países montañosos han desarrollado una política de mantenimiento de los sistemas agroganaderos de montaña, España ha concentrado sus inversiones para el desarrollo rural en ciertos sectores y puntos del territorio (regadíos, forestación, modernización etc.), de tal forma que se ha tendido a favorecer las zonas, las explotaciones y los sectores con mayor dinamismo, con el efecto de aumentar aún más la desventaja de los sistemas agrarios más tradicionales que conservan el medio natural en las zonas de montaña.

En general, a nivel socioeconómico, se pueden citar las siguientes tendencias, las cuales se han acentuado en los últimos años:

- Aumento de la despoblación y abandono en las zonas de montaña más desfavorecidas. Las principales causas son la desaparición de servicios primarios como la escolarización o la asistencia médica, en paralelo a la emigración, con mayoría femenina.

- Debilitamiento del sector agropecuario y, en especial, la ganadería en régimen extensivo, actividad que hasta tiempos recientes ha sido la clave de un gran número de externalidades positivas derivadas de la presencia humana en la montaña. Los ganaderos se jubilan sin sucesión; se pierden los conocimientos de manejo del medio y de las razas de montaña; son muy escasos los ejemplos de promoción de esta profesión (escuelas de pastores o similar); las medidas de sanidad que tratan de prevenir epizootias y garantizar la seguridad alimentaria y el bienestar animal se convierten en factores de disuasión que endurecen las condiciones en que se desarrolla la actividad; también disuasorios resultan los conflictos, antiguos o emergentes, con la fauna silvestre (enfermedades contagiosas, competencia por los recursos, predación).

- Vuelco económico hacia el sector servicios, vinculado a la sobreexplotación urbanística de ciertas zonas clave y muy visible en el entorno de las estaciones de deportes de invierno y en montañas próximas a grandes núcleos urbanos. Tanto en su vertiente de construcción como en el desequilibrado énfasis en el sector turístico, el resultado es una dependencia cada vez mayor de los espacios urbanos y una creciente pérdida de control sobre el propio futuro. Este efecto tiende a extenderse bajo la forma de proyectos nuevos o ampliaciones de instalaciones deportivo-turísticas como estaciones de esquí, complejos de ocio, teleféricos u otras, siempre con vinculación a desarrollos urbanísticos.

- Expansión urbanística generalizada, con recalificaciones masivas y especulación del suelo. El fenómeno se ha extendido por todas las áreas de montaña con carácter turístico asentado, o en el entorno de grandes urbes o como segundo frente de crecimiento cerca de zonas ya saturadas por las superficies artificiales: Pirineos, ambas vertientes de la sierra de Guadarrama, serranías interiores catalanas, levantinas y andaluzas, etc.

- Tendencia, sobretodo en ciertas comunidades autónomas, al incumplimiento por parte de las administraciones de la normativa ambiental y urbanística, así como a la comisión de irregularidades graves en los procedimientos de evaluación de impacto de planes, programas y proyectos, con el resultado de insostenibilidad y sobreexplotación de los recursos naturales. Así, son frecuentes las ilegalidades e irregularidades en actividades como explotaciones mineras, especialmente a cielo abierto y de áridos; explotación forestal (repoblaciones inadecuadas o talas abusivas); implantación de la industria eólica, incremento del veneno como herramienta de control cinegético, etc.

- Proyectos de infraestructuras y obra pública que afectan gravemente a zonas de montaña, y que a menudo tienen su origen en el fallo en la aplicación de la normativa o en la falta de integración en las políticas sectoriales de los criterios de sostenibilidad ambiental y ahorro de recursos: embalses y transvases; carreteras, autovías y desdoblamientos; vías de evacuación eléctrica, etc.

- Crecimiento de la población inmigrante que, si bien todavía tiene una importancia relativamente débil en áreas rurales y de montaña, empieza a cobrar una importancia cada vez más fuerte en núcleos de montaña de carácter muy turístico o en las proximidades de grandes urbes, ocupando masivamente puestos de trabajo marginalizados por la población autóctona, en el sector hostelero y de servicios.

- Otro factor con posible trascendencia socioeconómica para el futuro de las áreas de montaña podría ser la prevista disminución de los fondos europeos para España después de 2012.



Marco político y jurídico de las zonas de montaña en España

En España, el punto jurídico de partida para la consideración diferenciada de las áreas de montaña, se recoge en el artículo 130.2 de la Constitución Española, donde se reconoce explícitamente la necesidad de un tratamiento especial de las áreas de montaña, con el fin de equiparar el nivel de vida de todos los españoles.

A principios de la década de los ochenta, se aprobó la Ley 25/1982, de 30 de junio, de Agricultura de montaña, y su posterior desarrollo. Dicha ley tiene por objeto el establecimiento de un régimen jurídico especial para las zonas de agricultura de montaña con el fin de posibilitar su desarrollo social y económico, especialmente en sus aspectos agrarios, manteniendo un nivel demográfico adecuado y atendiendo a la conservación y restauración del medio físico, como hábitat de sus poblaciones.

En 1983 el Parlamento de Cataluña promulgó la Ley 2/1983, de 9 de marzo, de Alta montaña. Esta Ley constituyó un precedente innovador, al ofrecer una perspectiva global para la gestión del territorio de montaña. Valoró las funciones que la montaña desempeña en beneficio del resto de la colectividad protegiendo, mejorando y defendiendo la calidad de vida de sus habitantes, su medio ambiente y sus recursos naturales, compensándola de las desventajas físicas y socioeconómicas derivadas del clima riguroso, la altitud, el relieve, el aislamiento y el déficit de infraestructuras y servicios básicos.

Han sido muchas las actuaciones sectoriales realizadas en las montañas españolas en todas las Comunidades Autónomas, pero el único aspecto que se ha trabajado conjuntamente ha sido el programa de indemnización compensatoria en zonas de montaña, desarrollado con arreglo a las pautas marcadas por la UE en la Directiva 75/268/CEE, sobre Agricultura de montaña y agricultura en ciertas áreas desfavorecidas.

La celebración del Año Internacional de las Montañas, en 2002, bajo el auspicio de la ONU, supuso el reconocimiento del interés por parte de numerosas organizaciones, gubernamentales y no gubernamentales de todo el mundo, para poner de manifiesto la importancia de las montañas. Como consecuencia de esta celebración, el Consejo de Ministros de España creó el Comité Español, adscrito al Ministerio de Medio Ambiente. Dicho comité tuvo como fines difundir las directrices de Naciones Unidas para la celebración del Año Internacional de las Montañas y, además, coordinar y promover los esfuerzos de todas las administraciones y entidades interesadas en la conservación y el desarrollo sostenible de las zonas de montaña españolas.

Bajo la organización del comité se desarrollaron numerosos actos en toda España y se aprobó la propuesta del Ministerio de Medio Ambiente de elaborar una Carta Española de las Montañas que realizara el diagnóstico de la situación de las montañas españolas y concretara para España las líneas estratégicas a seguir para su conservación y uso sostenible. En la Carta de las Montañas se reconoció que la preservación del medio natural de las montañas (sus valores naturales, paisajísticos y culturales) constituye "... la única vía para garantizar la equidad, el bienestar y el desarrollo equilibrado de sus habitantes, satisfaciendo, a la vez, las aspiraciones, intereses y expectativas espirituales, recreativas, deportivas, éticas, científicas, intelectuales y vitales del conjunto de la sociedad".

Como continuación del trabajo desarrollado para elaborar el borrador de la Carta Española de las Montañas, en 2006, desde la Dirección General para la Biodiversidad, se realizó el estudio "Fundamentos para la definición de zona de montaña en España y estudio de la aplicación de la indemnización compensatoria en zonas de montaña".

Desde otras áreas ambientales, el *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, aprobado en julio de 2006, dedica un capítulo al trabajo en montañas. En éste se destaca que todas las evaluaciones de impacto realizadas hasta el momento reconocen a las zonas de montaña entre las áreas más vulnerables al cambio climático. La montaña española concentra importantes áreas de alta biodiversidad y endemismo, y formas de gestión tradicional de los diferentes sectores (bosques y pastos, agricultura y ganadería, aguas) de alto valor cultural. Por ello, recomienda las siguientes actuaciones: 1) Integración de las evaluaciones sectoriales en el ámbito territorial de la montaña: cartografía de impactos del cambio climático en los principales sistemas montañosos españoles; 2) Desarrollo de una red de seguimiento del cambio climático en la alta montaña española y 3) Seguimiento y caracterización del impacto del cambio climático sobre los glaciares y sus efectos en la dinámica hidrológica y biocenosis asociadas.

La Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, además de recoger la definición oficial de áreas de montaña, ya citada anteriormente, consagra, por primera vez a nivel estatal, a las áreas de montaña como objeto de protección jurídica de un modo específico, otorgando a las montañas un papel prioritario en la preservación de los corredores ecológicos que, junto a las vías pecuarias, "deben participar en el establecimiento de la red europea de corredores biológicos definidos por la Estrategia Paneuropea de Diversidad Ecológica y Paisajística y por la propia Estrategia Territorial Europea", tal y como indica en su Preámbulo.

En 2008 el MARM publicó el "Programa de promoción, apoyo y sensibilización para la conservación de las

montañas" y unas primeras orientaciones para abordar la creación de la Red Territorial de Centros de Orientación Técnica para las zonas de montaña de España. La finalidad de este programa es permitir compatibilizar la conservación de los valores de las montañas con el bienestar sostenible de sus habitantes, con el fin de garantizar el flujo de servicios ambientales derivados de los ecosistemas de montaña y beneficiar así al conjunto de la sociedad. El mencionado fin general ha de conseguirse a través del cumplimiento conjunto de tres objetivos: (1) conservación del patrimonio; (2) uso racional de los recursos y (3) bienestar equitativo de los habitantes de las montañas.

Para conseguir estos objetivos, el programa para las montañas propone acciones y procesos destinados a facilitar la coordinación y la concertación entre administraciones, instituciones y agentes con competencias en la materia, promover la participación y el consenso de los diferentes sectores de la sociedad, aplicar los conocimientos científicos en las fases pertinentes, rescatar y poner en valor el saber local y las tradiciones, simplificar y optimizar la financiación de las actuaciones necesarias, generar información fácilmente utilizable y, por último, facilitar el oportuno seguimiento y revisión de las medidas y actuaciones.

En el programa se recogen una serie de objetivos y metas a los que se juzga oportuno prestar atención en el conjunto de las montañas españolas. En el caso del eje del Programa que promueve la conservación del patrimonio de las montañas, los objetivos y metas son los siguientes:

1. Protección del suelo
   - Preservación de la integridad de los suelos de montaña que están bien conservados en el momento presente.
   - Corrección de deficiencias en suelos que presentan problemas de conservación.

2. Protección de la biodiversidad
   - Preservar la integridad de los ecosistemas de montaña bien conservados en el momento presente.
   - Recuperar la biodiversidad y restaurar procesos allí donde se ha perdido la integridad.

3. Conservación del patrimonio cultural
   - Garantizar la preservación del patrimonio cultural en buen estado de conservación.
   - Recuperación, en la medida de lo posible, del patrimonio deteriorado o perdido.
   - Recuperación, preservación y puesta en valor de las redes locales de caminos y vías Pecuarias.

4. Conectividad, efectos de largo alcance y cambio climático
   - Mejorar, transmitir y poner en juego la información disponible.
   - Mejorar la coordinación entre administraciones y sectores.
   - Gestión adaptativa para el cambio climático.
   - Frenar la fragmentación de los hábitat.

Puesto que las áreas de montaña son diferentes entre sí, es fundamental adaptar la relación de objetivos, metas y medidas a los requerimientos de la comarca, mancomunidad de valle o ámbito seleccionado, establecidos por un proceso previo de análisis territorial y diagnóstico de la problemática específica local. El objetivo es diseñar fórmulas flexibles, participadas y localmente específicas que permitan llegar a pactos operativos para el trabajo a largo plazo y la introducción progresiva de avances y mejoras.



4.5. Los ecosistemas acuáticos continentales

4.5.1 INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas acuáticos continentales españoles (EACE) son muy diversos, de pequeño tamaño en general, 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. Su importancia internacional se deriva de que: 1º) las características climáticas, geológicas, fisiográficas, hidrológicas y paisajísticas de la península Ibérica determinan que España posea la mayor diversidad de sistemas acuáticos continentales de Europa; 2º) hay 68 humedales incluidos en la lista del Convenio Ramsar; 3º) son, en su mayoría, ambientes distintos de los europeos templados fríos, con multitud de lugares endorreicos y ecosistemas temporales, así como con floras y faunas singulares y muy específicas, parte de las cuales datan de la Era Terciaria; 4º) los lagos alpinos de Sierra Nevada son los lagos glaciares más meridionales de Europa; 5º) la nueva Directiva-Marco Europea del Agua los incluye en la Región Ibérico-Macaronésica, distinguiendo además a los Pirineos como una región particular.

Las principales acciones antrópicas que afectan a la biodiversidad de los EACE son la esquilmación del recurso hídrico y la contaminación. La destrucción de ecosistemas acuáticos ha sido notable durante el siglo XX, asociada al combate contra el paludismo y a la recuperación de terreno para actividades agrícolas, y se vio favorecida por la Ley Cambó de 1918 y por la ley de Saneamiento y Colonización de 1956 (1). La esquilmación del recurso hídrico, asociada al uso desmedido de agua para regadío, comienza en la década de 1970 y afecta a ambientes de aguas superficiales y subterráneas (2). Los efectos de la contaminación debida a aguas residuales urbanas e industriales empiezan a notarse a mediados de la década de 1960 (3). Especial importancia ha tenido la contaminación por fósforo (eutrofización) de origen urbano y por nitratos debidos a la agricultura extensiva (4,5). De otros procesos, como la erosión de las cuencas hidrográficas o la salinización, apenas se ha estudiado su efecto sobre la biodiversidad de los EACE. Las afecciones a la biodiversidad por los efectos del cambio climático sólo muy recientemente empiezan a reconocerse y será difícil evaluar qué cambios en la biodiversidad se deban a cambios en el clima o al resto de cambios antrópicos globales o de paisaje que hemos comentado.

En cualquier caso, es importante señalar aquí la frecuente dificultad metodológica de aislar una sola causa de afección sobre la biodiversidad de genotipos o fenotipos y el comportamiento de las poblaciones en un ecosistema determinado, lo cual hace que resulte difícil adscribir los cambios de la biodiversidad a un único proceso antrópico. Por ejemplo, la reducción de los aportes hídricos favorece una concentración de sustancias que incrementa los posibles efectos de contaminación y, con ello, la pérdida de especies (6). O la contaminación por aguas residuales procedentes de ciudades con desarrollo industrial no sólo generará eutrofización, sino también contaminación por metales y compuestos orgánicos, pero los efectos sobre la biodiversidad de una y otra rara vez se independizan.

Los primeros estudios realizados sobre impactos antrópicos que afectan a la biodiversidad de los EACE se remontan a los años veinte del pasado siglo (7) y fueron continuados por Margalef (8) en su libro fundacional sobre organismos indicadores. El desarrollo de la ecología acuática continental española comienza tras el franquismo y ha alcanzado unos niveles notables en las últimas dos décadas. Parte de las investigaciones realizadas se orientan hacia el tema de este capítulo, pero la mayoría padece la limitación metodológica ya reseñada, con lo cual se hace difícil aportar cifras de biodiversidad de los EACE en relación con los distintos impactos humanos que padecen.

En el presente capítulo, se realiza una revisión del conocimiento actual que los impactos antrópicos tienen sobre la biodiversidad de los EACE y, dado que los posibles efectos del cambio climático son los menos conocidos, se hace referencia a algunos resultados publicados para países próximos y se aportan datos y opiniones de algunos expertos cuando no existe información publicada.

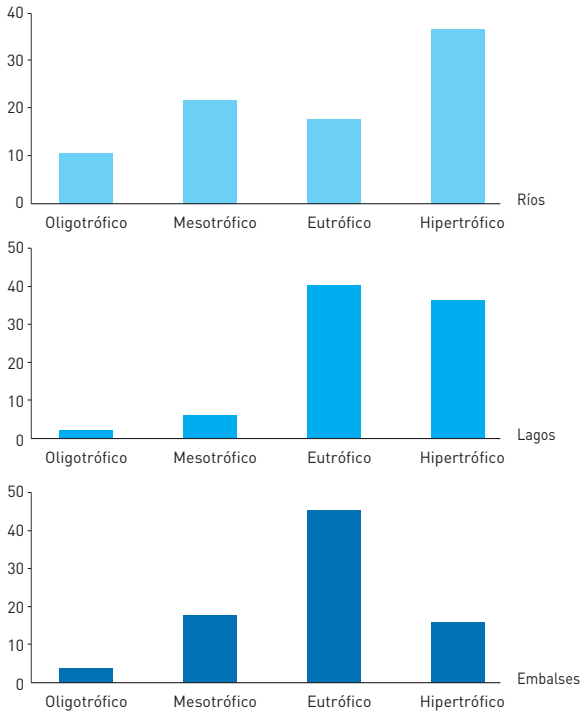
■ 4.5.2 EFECTOS SOBRE EL AMBIENTE ABIÓTICO

Que sepamos, no hay un estudio sobre la disminución reciente del recurso hídrico en España, difícil de hacer -por otro lado- dada la variabilidad de la precipitación, de la evapotranspiración y del almacenamiento de agua en los acuíferos.

Tampoco hay una evaluación detallada de los aportes sedimentarios a las cuencas hidrográficas, procedentes de la erosión. Existe una cuantificación a nivel de grandes cuencas (Duero, Tajo, etc.) y que se ha realizado a partir de estudios de colmatación en embalses (9). El trabajo propone máximos de erosión en el sur peninsular, pero el análisis de materia mineral en suspensión en las aguas fluviales y estancadas apenas se ha realizado desde una perspectiva ecológica (5).

Un estudio global sobre la eutrofización puede encontrarse en Alvarez Cobelas et al. (4). Los datos se recogieron en la década anterior a la publicación del estudio y destaca que ya en 1992 un 61% de los ríos, un 84% de los lagos y un 70% de los embalses eran eutróficos o hipertróficos (Figura 4.5.1), siguiendo la tipificación de la OCDE (10). No se ha realizado un estudio posterior que establezca la situación actual, dos décadas más tarde.

□ **Figura 4.5.1.** Porcentaje de ecosistemas acuáticos españoles, ordenados por su grado de eutrofia siguiendo los criterios de la OCDE (1982). Los datos son de la década de los ochenta.



Fuente: Alvarez Cobelas et al. (1992) (4).

La contaminación por pesticidas y metales pesados se ha evaluado en zonas concretas -por ejemplo, en las aguas de Valencia para los pesticidas (11); o para los metales pesados en aguas de Madrid (12)- pero no hay un estudio nacional, que sepamos. Se ha referido también una contaminación por cianuros en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (13), de origen externo.

Otras contaminaciones menos comunes, como la térmica o la radiactiva, se han documentado poco. Así, el vertido de agua radiactiva causado por un accidente en el reactor experimental de la Junta de Energía Nuclear de Madrid en 1970 (14), que alcanzó la cuenca del Tajo, se ocultó y no se publicaron nunca los datos de radiactividad en aguas y sedimentos de la cuenca hidrográfica. El único ambiente estancado tropical que hay en España, el embalse de Bárcena (León), afectado por el vertido térmico de una central eléctrica, sí ha sido estudiado (15).

Aunque frecuentes en algunas zonas de España (País Vasco, Huelva), los efectos de la contaminación por lluvia ácida no se han descrito para los EACE.

Las modificaciones en el ambiente abiótico debidas al cambio climático -dentro de su dificultad- son más fáciles de detectar que los cambios en la biodiversidad porque suele haber series de datos más largas para poder realizar estudios estadísticos. Los cambios en el ambiente abiótico ya tienen su efecto sobre la biota, aunque las pruebas se vayan consiguiendo lenta y dificultosamente (16) y para la península Ibérica se tengan pocos datos. La lógica ambiental indica que si hay cambios en el ambiente abiótico, lo más probable es que también los haya en la biodiversidad, y por eso mencionamos aquí aquéllos, pero las pruebas de esos cambios en la biodiversidad son muy circunstanciales.

En los últimos años, el carbono orgánico ha sido objeto de mucha investigación en las cuencas hidrográficas (17), porque se ha ligado con el hecho de que la producción primaria es menor que la respiración de los ecosistemas en muchos casos, y esa respiración se ve incentivada por las entradas de carbono orgánico que son respiradas por las bacterias y aumentan la respiración total del ecosistema (18). Se ha llevado a cabo un estudio de simulación sobre las cuencas mediterráneas que predice que la dinámica del carbono orgánico será muy sensible al cambio climático debido al incremento del grado de irregularidad de los caudales y a la frecuencia y magnitud de las crecidas (19). La presencia de embalses en las cuencas mitigará estos efectos. El régimen de caudales elevará la tasa de exportación de carbono orgánico, mientras que los cambios térmicos aumentarán el metabolismo del carbono orgánico dentro del río. De todos modos, el efecto de los cambios en los caudales sobre el carbono orgánico será mayor que el de los cambios en el metabolismo fluvial.

Por otra parte, se ha documentado un efecto débil, pero detectable, del cambio climático reciente sobre la calidad de las aguas fluviales españolas, que ha empeorado, en parte, por efecto del aumento térmico y por la variabilidad del mismo (20). Las cuencas más afectadas han sido las de la mitad septentrional de España.

Finalmente, se ha detectado una teleconexión entre la oscilación meridional de El Niño, en el Océano Pacífico Sur, y la anoxia profunda en el embalse catalán de Sau, que abastece de agua a Barcelona (21). Este efecto estuvo mediado por cambios en la evapotranspiración en la cuenca hidrográfica, los cuales redujeron el oxígeno presente en las capas profundas en un 20% en los últimos 44 años.

■ 4.5.3. CAMBIOS EN LA RIQUEZA DE GENOTIPOS

En la Península no se ha descrito que la eutrofización, la contaminación, la reducción del recurso hídrico o la salinización tengan impacto sobre los genotipos presentes en los ecosistemas acuáticos. Ello no quiere decir que no los pueda haber, sino que aún casi no se han explorado. Alguna mención a resultados obtenidos en ecosistemas de la península Ibérica se encuentra en la relación entre riqueza genotípica de Rotíferos y salinidad, por la mayor deriva genética que se da en ambientes de contenido salino más extremo (22), o con el aislamiento de las masa de agua y su extrema temporalidad, como se ha visto en el Rotífero *Brachionus plicatilis*, presente en pequeñas masas de agua españolas como las de Hoya Rasa y Salobrejo (Albacete), el Hondo de Elche (Alicante), Poza Sur de la marjal de Torreblanca (Castellón), la Balsa de Santed y la laguna Salada de Chiprana (Zaragoza) (23).

Los cambios en la riqueza genotípica en relación con el cambio climático en organismos acuáticos parecen bastante complejos y aún se conocen poco. Sin embargo, la riqueza genotípica de adaptaciones locales al estrés (23) se supone que favorecerá a estas poblaciones, frente a los genotipos de lugares de hidrología y salinidad más estables, cuando debido al cambio climático aumente el aislamiento, la temporalidad y la concentración de sales en los pequeños ecosistemas acuáticos continentales. En el pequeño crustáceo *Simocephalus vetulus*, presente también en aguas españolas (24), se ha descubierto una rápida respuesta microevolutiva al cambio climático que se manifiesta en incrementos de su tasa de crecimiento y de su tasa de supervivencia con el aumento de la temperatura (25), aunque todavía no se haya detectado cambio genético alguno.

En todo caso, esa microadaptación de los genotipos locales los vuelve más resistentes a las invasiones de genotipos que puedan llegar desde zonas más cálidas, como revela otro estudio de los mismos autores (26) con el Cladócero *Daphnia magna*, también presente en nuestras aguas (24). En otro estudio se ha señalado que los cambios microevolutivos frente al cambio global dependen de la dinámica de poblaciones en esa misma especie, donde se aprecia también una plasticidad térmica (27).

Finalmente, en el salmón atlántico, *Salmo salar*, se ha referido un aumento del flujo genético entre las poblaciones del Cantábrico, relacionado con la oscilación climática del Atlántico Norte (28) y estas autoras creen que esto se acentuará con el cambio climático.

■ 4.5.4. CAMBIOS EN LA RIQUEZA DE FENOTIPOS

La contaminación en ríos tiene una respuesta singular sobre la diversidad de los diferentes grupos de organismos presentes en ellos y resulta evidente que en la actualidad hay pocos trabajos en la Península que relacionen la biodiversidad de poblaciones lóticas con la contaminación (29). La eutrofización da como resultado un empobrecimiento en el número de fenotipos presente en las comunidades de los EACE (30,31,32,33). Además, en ambientes estancados, suele darse un enriquecimiento en especies de Cianobacterias y de Rotíferos planctónicos, mientras que en los sedimentos la comunidad de macroinvertebrados se desplaza hacia una dominada por larvas de Dípteros y por Oligoquetos (34,35). El número de las especies piscícolas se reduce sobremanera (36).

La esquilmación del recurso hídrico por el uso insostenible del mismo tiene su "mejor" exponente en el caso de Las Tablas de Daimiel (37). Este efecto, asociado también a fenómenos crónicos de contaminación (38), ha dado como consecuencia una reducción notable de los fenotipos (plantas, peces, invertebrados) en el Parque Nacional.

Un episodio notable de contaminación ocurrido hace 12 años ha sido el de la rotura de la presa de Aznalcóllar, con el vertido de aguas ricas en metales pesados al río Guadiamar, que ha supuesto una importante reducción en la diversidad de fenotipos (39). Una contaminación crónica de veinte siglos en el río Tinto también ha dado como resultado una disminución de especies (40), aunque aparezcan algunas especialmente adaptadas a ambientes ácidos (41).

En cuanto al cambio climático, la riqueza específica de muchos EACE se reducirá y sus ciclos biogeoquímicos probablemente se verán alterados. Parece verosímil que sus floras y faunas migren hacia ambientes situados a mayor altitud, si los ecosistemas receptores no padecen otros impactos adicionales (42, 43).

Centrándonos en los organismos y sus respuestas al cambio climático, el alga de agua dulce *Tetrasporidium*

javanicum (Clorofita Tetrasporal), descubierta en los trópicos (Java, Asia) y especie indicadora de agua turbias y de altas temperaturas, se ha observado en el canal de Montijo, cerca de Mérida (Badajoz) (44, 45) en 2005-2006, pero también en el río Algar (Alicante) (46), en los tramos bajos del río Ebro (Marina Aboal, comunicación personal), en ríos del macizo central gallego (47) y en el norte de Portugal (48). Este alga no había sido detectada con anterioridad a las fechas citadas.

Por otro lado, no se han encontrado cambios durante los últimos veinte años en la flora de algas planctónicas de una laguna meromíctica, Las Madres, próxima a Madrid, que pudieran relacionarse con efectos del cambio climático (Alvarez Cobelas & Rojo, datos inéditos; véanse también los datos abióticos de la laguna a largo plazo en www.redote.org/estacion-laguna-madres.htm). Es probable que esa ausencia de cambios se deba a que el complejo comportamiento de la meromixis (49) haya impedido que los efectos térmicos se hayan manifestado todavía sobre el plancton de esta laguna. Además, y como pasa siempre que se estudian los procesos durante más tiempo, los efectos del cambio climático pueden verse confundidos por los cambios bióticos, como atestigua un estudio sobre los cambios en el máximo primaveral del fitoplancton en lagos que estratifican (50).

Un estudio paleolimnológico sobre Diatomeas en lagos del Hemisferio Norte que se hielan, incluyendo el lago Redon, en el Pirineo de Lleida, indica que ha habido ya una sustitución de las especies del género *Aulacoseira* por las del género *Cyclotella*, lo cual se plasma en un aumento de las abundancias relativas de éstas últimas, efecto que se ha relacionado con la reducción del número de días con capa de hielo superficial (51). Los restos de Diatomeas planctónicas en los lagos pirenaicos se han usado también para deducir la producción primaria del lago Redon (Lleida) -un ecosistema muy dependiente de las condiciones climáticas- en los últimos 10.000 años (52). Los resultados principales sugieren que, en las épocas más cálidas, la producción primaria del lago fue menor, a juzgar por la presencia de distintas especies de Diatomeas en el registro sedimentario, lo cual da una pista de qué puede pasar en el futuro en estos lagos de alta montaña cuando el calentamiento global aumente.

También en relación con el plancton, se ha descubierto que los efectos negativos de un aumento de la radiación ultravioleta sobre el fitoplancton en lagos de alta montaña se verían paliados si aumentara el aporte de fósforo a los mismos, como atestigua un estudio sobre un lago de Sierra Nevada (La Caldera) (53).

En relación con las plantas superiores, el helecho de origen tropical *Azolla filiculoides* podría haberse introducido en la península Ibérica, en parte, favorecido por el enriquecimiento de las aguas en nutrientes, aunque no quepa descartar aspectos de su invasión debidos al aumento de las temperaturas, producto del cambio climático (Santos Cirujano, comunicación personal). Aunque las primeras citas para la península Ibérica daten de comienzos del siglo XX (río Montego, Portugal, en 1920), la expansión de esta especie ha tenido lugar en la última década y ahora el helecho se encuentra ya en las provincias de Ávila, Barcelona, Badajoz, Cáceres, Cádiz, Ciudad Real, Córdoba, Huelva (marismas de Doñana), Huesca, La Coruña, Lugo, Madrid, Orense, Pontevedra, Salamanca, Santander, Sevilla, Tarragona, Toledo, Valencia (entorno de la Albufera) y Zamora. En Portugal también se ha observado ya en las provincias del Alto Alentejo, Baixo Alentejo, Beira Alta, Beira Litoral, Extremadura y Ribatejo (Santos Cirujano, comunicación personal).

Otra planta invasora notable es el jacinto de agua, *Eichhornia crassipes*. Su expansión sí se vería más ligada a la disminución de las heladas y a la homogeneización del clima en la Península, según supone Santos Cirujano (comunicación personal). La planta fue citada por primera vez en Portugal en la década de los setenta; su primera presencia española fue detectada en un arroyo del término municipal de Bolulla (Alicante) en 1988. Hasta ahora, se ha citado su presencia en las provincias de Alicante, Badajoz, Cáceres, Valencia y Tarragona, así como en las del Alto Alentejo, Beira Litoral, Douro Litoral y Ribatejo, en Portugal (Santos Cirujano, comunicación personal). En concreto, en el río Guadiana, a la altura de Badajoz la Confederación Hidrográfica del Guadiana lleva varios años retirando toneladas de biomasa del jacinto de agua.

En cuanto a las poblaciones animales en relación con el cambio climático, un estudio experimental con la fenología del crustáceo planctónico *Daphnia hyalina* en Alemania, adelantada en el año por el cambio climático, sugiere que también se adelantará la fenología del fitoplancton, con lo cual no habrá desacoplamiento de redes tróficas en lagos profundos (54). De todos modos, este estudio se ubica en otra realidad climática, distinta de la nuestra, por lo cual sus conclusiones hay que tomarlas con suma precaución.

En cuanto a los animales, los Moluscos del género *Pisidium* viven en lagos de aguas frías y siguen encontrándose, por ahora, en muchos lagos pirenaicos (Rafael Araujo, comunicación personal). De todos modos, un estudio francés en la cuenca del Saône determinó que la densidad de este grupo disminuyó mucho en 2004 debido a la ola de calor de 2003 (55). Como es previsible que la variabilidad de la temperatura aumente con el cambio climático, ascenderán también el número de olas de calor, lo cual podría llevar a la extinción de estas pequeñas especies. Por otro lado,

si hubiese un aumento de las riadas, también podría afectar a la distribución de las grandes náyades del género *Margaritifera*, como se ha sugerido para Gran Bretaña (56).

El Insecto Tricóptero *Sericostoma vittatum*, recogido en la cuenca del río Lousã (en las montañas de Coimbra), y presente en el centro de la península Ibérica, ve reducida su tasa de crecimiento por el aumento de la temperatura del agua (57). Según el citado estudio, los efectos del cambio climático sobre esta especie detritívora podrían ser mayores si interaccionaran los aumentos térmicos con la disminución de la cantidad de detritos. En Gran Bretaña se han observado cambios en la fenología (el primer vuelo) de las libélulas en relación con el cambio climático. Ese vuelo se ha adelantado unos tres días por cada grado de aumento térmico (58). Las especies británicas, además, están expandiendo hacia el norte su límite de distribución (59).

En nuestro país, la larva acuática del insecto efemeróptero *Ephoron virgo* ha adelantado su desarrollo larvario un mes y aumentado su producción secundaria como resultado del incremento de la temperatura del agua en el bajo Ebro (60).

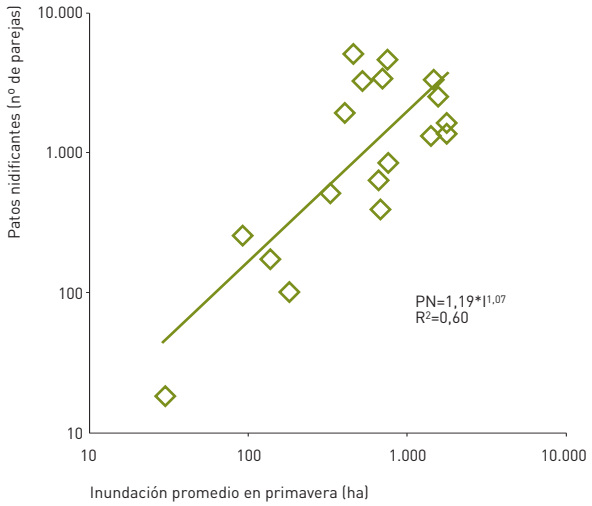
La densidad de los Insectos Chironómidos (cuya larva es acuática) y la composición específica, pero no su riqueza de especies, se vio reducida en un ambiente canadiense relacionado con las aguas subterráneas (61) y no debemos olvidar que en España hay muchos ecosistemas acuáticos influidos por aguas subterráneas (62). De todos modos, en la península Ibérica las faunas de estos insectos están claramente influidas por impactos (contaminación principalmente) independientes del cambio climático (Oscar Soriano, comunicación personal). En general, los efectos sobre los macroinvertebrados fluviales se cree que serán en el sentido de favorecer a especies más termófilas (Rosario Vidal Abarca, comunicación personal), pero aún se carece de datos reales sobre el particular.

Los peces de ambientes mediterráneos, como los de la mayoría de la península Ibérica, se espera que aumenten su distribución en Francia (63) porque la proporción de especies de aguas cálidas en aguas francesas ha aumentado en los últimos 15-25 años (64). La limitación a ese proceso en la península Ibérica resultaría debida al aumento de la irregularidad de los caudales y al paso de muchos cauces de permanentes a estacionales, pero sería preciso un estudio específico para la fauna piscícola peninsular que pudiera caracterizar mejor las tendencias futuras.

Un estudio de proyección hacia el futuro de la distribución de anfibios en Europa, en relación con varios escenarios de cambio climático hasta 2050, indica que dichas distribuciones dependerán no sólo de aquél, sino también de la capacidad de dispersión de las poblaciones. Para el caso concreto de la península Ibérica, donde se espera un aumento de la aridez, se cree que el número de especies se reducirá, como está sucediendo ya con las del norte de África (65).

Finalmente, otro estudio que indirectamente apunta a posibles efectos del cambio climático es el de las aves acuáticas en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel: usando los censos de patos invernantes y nidificantes, se constató que el número de parejas nidificantes se relacionaba con el área inundada (Figura 4.5.2), hecho que no ocurría con los patos invernantes (66). Por lo tanto, si el cambio climático da como resultado una menor precipitación -por disminución de la pluviosidad- o una mayor evapotranspiración -por aumento de la temperatura-, el área inundada disminuirá y, con ella, el número de patos nidificantes y, a consecuencia de ello, el número de crías.

□ **Figura 4.5.2.** Modelo de regresión entre la superficie inundada en primavera (I, en la ecuación) y el número de patos nidificantes (PN) en Las Tablas de Daimiel. Los ejes se dibujan a escala logarítmica. Datos del periodo 1983-2007.

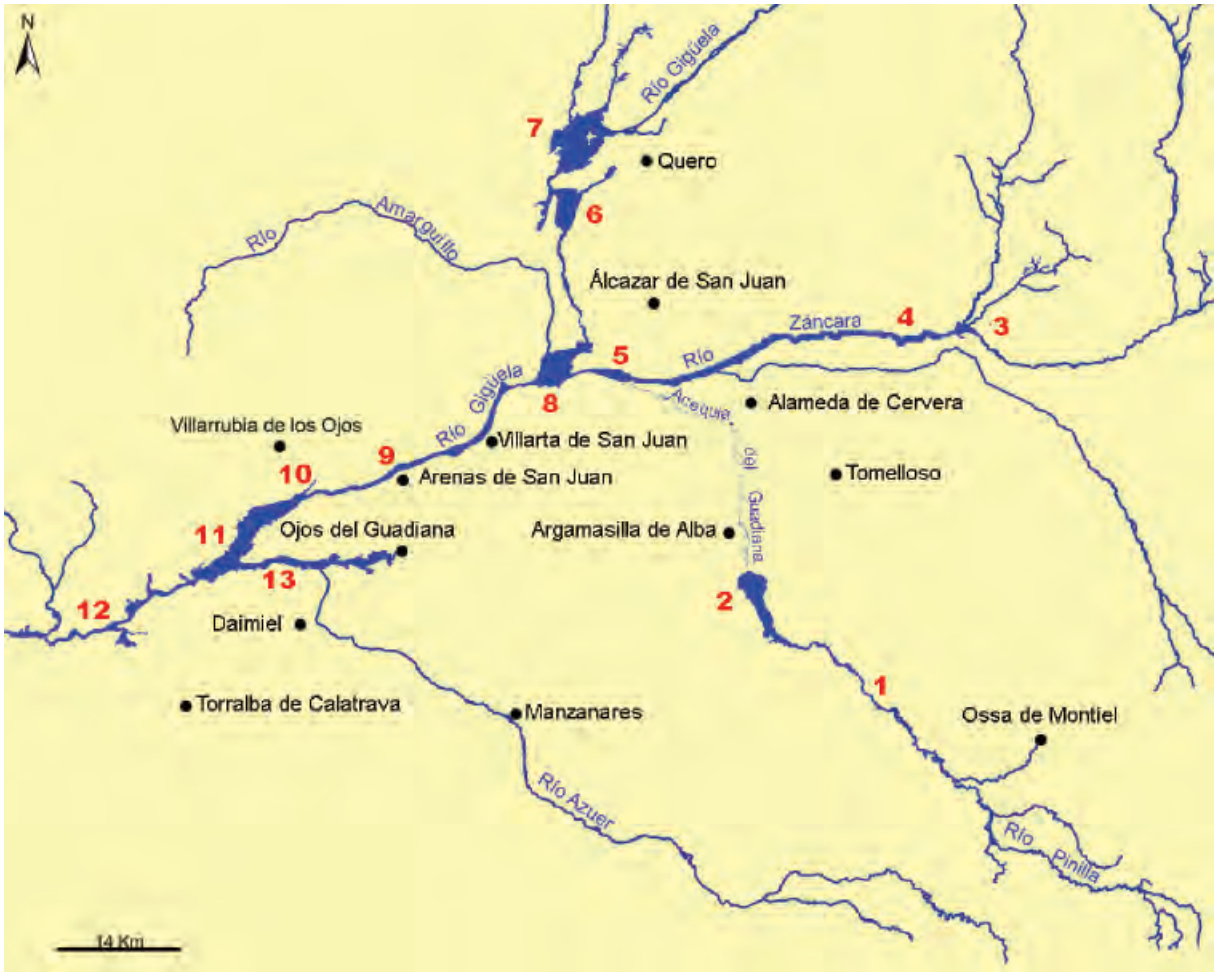


Fuente: Alvarez Cobelas (2010) (66)

■ 4.5.5. CAMBIOS EN LA RIQUEZA DE ECOSISTEMAS

La puesta en marcha de la Ley de Saneamiento y Colonización de 1956 dio como resultado, entre otros, la desecación de numerosas lagunas y humedales, como las de Antela (Lugo) (67), la Janda (Cádiz) y los humedales asociados a la llanura de inundación del Alto Guadiana (Mapa 4.5.1.).

□ **Mapa 4.5.1.** Los humedales del Alto Guadiana asociados a los ríos, antes de que gran parte de ellos fueran desecados gracias a la Ley de Saneamiento y Colonización de 1956. 1: Lagunas de Ruidera; 2: vega de Argamasilla de Alba; 3: embalse de Los Muleteros; 4: Tablas del Záncara; 5: lagunazos de la Acequia del Guadiana y del Zánzara; 6: lagunas Grande y Chica de Villafranca y vegas inundadas de Quero-Villafranca de los Caballeros; 7: laguna de El Taray y vegas inundadas de los ríos Riánsares y Gigüela en Quero; 8: Junta de los ríos Záncara y Gigüela; 9: Tablas de Villarta y Arenas de San Juan; 10: Tablas de Villarrubia de los Ojos; 11: Tablas de Daimiel; 12: Flor de Ribera y Tablas de Torralba de Calatrava; 13: Tablas del Guadiana.



Fuente: Alvarez Cobelas et al. (2009) (68).

Desde el punto de vista del cambio climático, en un estudio anterior (42) se aseguraba con un gran nivel de certeza que el cambio climático haría que parte de los EACE pasen de ser permanentes a estacionales y algunos desaparezcan. Los aumentos de la evapotranspiración en lagos, humedales y cuencas hidrográficas, debidos al aumento de la temperatura atmosférica, podrían afectar al número de ecosistemas acuáticos, pero aún no se ha dado ningún ejemplo de ello. Desgraciadamente, la magnitud de estos cambios aún no puede precisarse. Los ecosistemas más afectados por el cambio climático probablemente serán: ambientes endorreicos, lagos, lagunas, ríos y arroyos de alta montaña (1.600-2.500 metros), humedales costeros y ambientes dependientes de las aguas subterráneas.

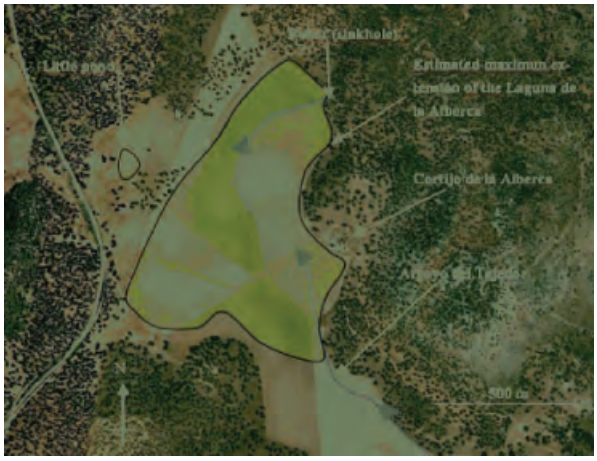
Para el caso del efecto de la disminución de la pluviosidad, que es uno de los efectos verosímiles del cambio climático en la península Ibérica (69), existen dos ejemplos indirectos. La laguna de la Miliciana, sita en las lagunas de Ruidera (Ciudad Real, Figura 4.5.3), y la laguna de la Alberca, sita en la Serranía de Ronda (Málaga), han "reaparecido" en 2010, a consecuencia de las lluvias extraordinarias. La primera, un humedal somero cárstico, se consideraba desaparecida (70). De la segunda, una laguna cárstica, no se tenían noticias desde el siglo XIX (71). Esta última laguna había pasado a ser un humedal temporal en el siglo XIX y luego "desapareció" para volver a observarse tras las lluvias extraordinarias de 2010 (Figura 4.5.4).

☐ **Figura 4.5.3.** La laguna de la Miliciana, inundada en 2010 por primera vez desde hace décadas.



Fuente: Fotografía de Santos Cirujano (Real Jardín Botánico, CSIC).

☐ **Figura 4.5.4.** Extensión máxima que alcanzaba la laguna de la Alberca (Ronda, Málaga).



Fuente: Durán Valsero et al. (2010) (71).

■ 4.5.6. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS EACE

El principal motivo de la escasez de resultados sobre el efecto del cambio climático sobre los EACE es que sólo muy recientemente se han empezado a financiar estudios sobre el tema, algunos de los cuales se refieren en la Tabla 4.5.1. Tanto el Plan Nacional (Ministerio de Ciencia e Innovación) como el Organismo Público Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino) y la Junta de Andalucía, están financiando proyectos de investigación sobre cambio climático y sus efectos sobre la biodiversidad acuática continental. Hay incluso una acción financiada por el Ministerio de Asuntos Exteriores a través de la AECID, aunque se ha destinado a estudiar los lagos andinos argentinos. Es de esperar que en pocos años los frutos de estos proyectos se plasmen en publicaciones y que ello permita disponer de más información real sobre las afecciones del cambio climático a la biodiversidad de los EACE.

Como se puede apreciar en la Tabla 4.5.1 el espectro de temas a analizar resulta amplio, pues va desde los efectos de la radiación ultravioleta hasta las respuestas del carbono, y desde la problemática en espacios naturales protegidos hasta la vida de los anfibios o del fitoplancton.

Tabla 4.5.1. Algunos proyectos financiados por entidades españolas desde 2005 para el estudio de los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos continentales españoles.

Título	Investigador Principal	Centro de Investigación	Organismo Financiador	Fecha de inicio
Fuentes y sumideros de carbono en el Parque Nacional Las Tablas de Daimiel	M. Alvarez Cobelas	CSIC-Instituto de Recursos Naturales	Parques Nacionales	2005
Efectos interactivos radiación ultravioleta-aporte de nutrientes sobre la biodiversidad y la producción de ecosistemas vulnerables al cambio global: mecanismos biológicos de protección	P. Carrillo Lechuga	Universidad de Granada	Plan Nacional	2005
Evolución climática y sus posibles impactos ambientales en áreas sensibles de Andalucía	L. García Barrón	Universidad de Sevilla	Junta de Andalucía	2006
Cambios climáticos recientes y riesgo de reaparición de la malaria en Andalucía Occidental (España)	A. Sousa Martín	Universidad de Sevilla	Plan Nacional	2006
Biodiversidad funcional en ecosistemas sensibles al cambio global: el papel de la radiación ultravioleta	P. Carrillo Lechuga	Universidad de Granada	AECI	2007
Vulnerabilidad de ecosistemas acuáticos del Sur de la península Ibérica frente a factores de cambio global. Radiación Ultravioleta y aporte de nutrientes minerales	P. Carrillo Lechuga	Universidad de Granada	Junta de Andalucía	2008
Impacto acumulativo de múltiples estresores sobre interacciones tróficas en ecosistemas acuáticos: Resolviendo sorpresas ecológicas no aditivas	P. Carrillo Lechuga	Universidad de Granada	Plan Nacional	2008
Detección remota de los efectos del cambio global en la ecología y la biogeoquímica de las comunidades de macrófitas del Parque Nacional Las Tablas de Daimiel: Diseño de medidas adaptativas y programas de seguimiento para la conservación	S. Sánchez Carrillo	CSIC-Instituto de Recursos Naturales	Parques Nacionales	2008
Variaciones poblacionales e interespecíficas en la biología de anuros: influencia del cambio climático	J.F. Beltrán Gala	Universidad de Sevilla	Plan Nacional	2009
Adaptación del fitoplancton tóxico al cambio climático: consecuencias en embalses de abastecimiento y humedales refugio de fauna salvaje	J. Figuerola Borrás	CSIC-Estación Biológica de Doñana	Junta de Andalucía	2009
Estado ecológico y vulnerabilidad de ecosistemas acuáticos al cambio climático: indicadores biológicos, ecológicos y funcionales para la monitorización de la adaptación de macrófitos al estrés ambiental	F. López Figueroa	Universidad de Málaga	Plan Nacional	2009

Fuente: Elaboración Alvarez Cobelas MA y Rojo C.

■ 4.5.7. MITIGACIONES Y ADAPTACIONES

La destrucción de EACE por desecación parece haber acabado. Hay algunos planes de restauración de ecosistemas acuáticos, como el Plan Especial del Alto Guadiana (Real Decreto 13/2008), que se propone restaurar los niveles de los acuíferos como paso previo para mejorar la funcionalidad de los EACE vinculados a ellos, pero la medida principal del mismo -el rescate de derechos de agua- se encuentra ahora limitada por la falta de dinero público, resultado de la crisis económica actual. Los Planes Nacionales de Depuración, por otro lado, están reduciendo los aportes de contaminantes a los EACE, pero ello no supone que la contaminación almacenada en los sedimentos no continúe afectándolos durante décadas, lo cual determina que su grado trófico continúe siendo elevado, con la consiguiente afección sobre la biodiversidad de fenotipos.

Por otro lado, teniendo en cuenta los previsibles conflictos por el agua que surgirán con el cambio climático, hay una certeza razonable de que la conservación de los EACE pueda ser la menor de las prioridades y la más fácil de ignorar. Los cambios que verosímilmente experimentarán los EACE afectarán a la conservación ambiental y a los sectores del turismo, la protección

civil, el abastecimiento de aguas y la pesca continental. En la relación del cambio climático con los EACE hay una serie de limitaciones que se deben a: 1º) carencia de series de datos fiables a largo plazo, 2º) información aún escasa sobre el estado ecológico y la biología de las especies más importantes, 3º) desconocimiento de los procesos de histéresis (retorno del ecosistema a unas condiciones próximas, pero no iguales, a las iniciales tras un impacto determinado; 72), y 4º) desconocimiento de los efectos que sobre los EACE pueden tener los cambios abruptos o graduales de las comunidades vegetales terrestres y de la geología de las cuencas hidrográficas en que se enclavan aquéllos. Las necesidades de investigación son grandes, pues prácticamente no se ha abordado aún el conocimiento de los EACE en relación con el cambio climático (42).

■ 4.5.8. CONCLUSIONES

Las respuestas genotípicas de las especies a los impactos antrópicos derivados de la esquilmación del recurso y la contaminación de las aguas dulces apenas se conocen. Desde el punto de vista fenotípico, se asiste a una disminución de la biodiversidad a medida que esos impactos aumentan. La destrucción de ecosistemas acuáticos continentales ha sido notable en España durante el siglo XX, fruto de las políticas de combate del paludismo y de reutilización de terrenos para la agricultura, propiciados por sendas leyes en 1918 y 1956. En cualquier caso, lo dominante sobre la biodiversidad son los efectos sinérgicos de distintos impactos antrópicos y resulta difícil metodológicamente independizar unas causas de otras, lo cual ha dado como resultado el hablar de "calidad de agua" como un concepto global que incluye numerosas causas coocurrentes y no de "efectos debidos al fósforo" como un factor aislado, por ejemplo.

Aunque todos estos factores (esquilmación, contaminación, etc.) son -con diferencia- los que más han condicionado el impacto humano sobre la biodiversidad de los EACE, en los últimos tiempos parecen haberse olvidado en favor de otras "modas" más recientes, como la del cambio climático. De la revisión aquí presentada puede deducirse que aún no se conocen bien los efectos de la contaminación por sustancias orgánicas o por metales pesados sobre la biodiversidad y, más específicamente, que no hay una imagen global y actualizada de cómo se distribuye esa contaminación en España y cómo afecta a la biodiversidad. La compilación de bases de datos de biodiversidad en los EACE, promovida por el ministerio de Medio Ambiente, podría ser una herramienta útil para abordar estudios de ese tipo para todo el territorio español, pero estos estudios no se están sugiriendo siquiera todavía.

Por otro lado, el conocimiento de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad de los EACE no ha avanzado mucho en España aún. Cierto es que se han dotado varios proyectos de investigación para estudiarlo, pero apenas se han publicado aún resultados para la península Ibérica, cosa que no ocurre en otros países europeos donde el número de estudios publicados con datos reales es muy superior. Esto determina que buena parte de las conclusiones referidas aquí sigan debiéndose a la "opinión de los expertos", y no a estudios concretos sobre aspectos específicos. De todos modos, algunas conclusiones sí pueden avanzarse para nuestro país con las cautelas debidas a unos procesos que ocurren en un plazo temporal que supera al de los habituales proyectos de investigación. Así, parece estar habiendo una llegada de especies a los ecosistemas españoles de agua dulce, adaptadas a temperaturas más elevadas, especialmente en el caso de las plantas acuáticas. Estimaciones indirectas indican que las densidades de la avifauna ligada al medio acuático podrían estar reduciéndose. También se han constatado empeoramientos en la calidad de las aguas de embalses y ríos debida al cambio climático. Finalmente, tal y como se deduce de evidencias inversas (en años de mucha agua aparecen ambientes que se creían desaparecidos), podría producirse la desaparición de ecosistemas debido a la reducción de la cantidad de agua disponible, resultado del aumento de la evapotranspiración o de la reducción de la pluviosidad.

Los humedales en España

Los humedales constituyen en conjunto una extensión de superficie relativamente escasa en comparación con la de otros ecosistemas. Sin embargo, los rasgos ambientales que confluyen en su entorno confieren a este tipo de biotopos una productividad y diversidad biológicas de las más altas del planeta (73,74). España es un país con un gran patrimonio natural de humedales, tanto por la riqueza de tipos ecológicos de ambientes acuáticos que existen, como por la diversidad de especies que albergan y de usos que sostienen, que han conformado a lo largo del tiempo una valiosa cultura asociada a estos aprovechamientos. Los servicios que prestan los humedales al ser humano son muy variados, incluyendo el control de inundaciones, la recarga de acuíferos, la retención y exportación de sedimentos y nutrientes, la mitigación del cambio climático, la depuración del agua, ser un reservorio de biodiversidad, la producción de bienes materiales, así como el uso educativo y de turismo y de ocio (75).

España se adhirió en 1982 a la "Convención Relativa de los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" o Convenio de Ramsar (1971), que integra, en un único documento, las bases sobre las que asentar y coordinar las principales directrices relacionadas con la conservación de los humedales de las distintas políticas sectoriales de cada Estado. Cuando un país se adhiere al Convenio de Ramsar contrae una serie de compromisos generales de conservación y uso racional de sus humedales, pero también tiene la obligación más concreta de designar al menos un humedal para ser incluido en su Lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como Lista Ramsar. En el caso de España, en el momento de su adhesión al Convenio incluyó Doñana y las Tablas de Daimiel en la Lista Ramsar. Desde entonces se han incluido muchos más humedales españoles en esta lista, hasta un total de 68 humedales (datos de septiembre de 2009, Mapa 4.5.2).

□**Mapa 4.5.2.** Humedales incluidos en la Lista del Convenio Ramsar.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM (2009)

En aplicación de las directrices del Convenio de Ramsar, España elaboró el "Plan Estratégico Español para la Conservación y Uso Racional de los Humedales", para así coordinar y controlar una multiplicidad de actuaciones de forma compatible con la conservación de estos ecosistemas. Sus fines atienden a la conservación y el uso racional, a la restauración y a la necesaria integración de la conservación de estos ecosistemas en las políticas sectoriales que les afectan. Más concretamente, y según recoge el propio documento, estos fines son:

- Garantizar la conservación y uso racional de los humedales, incluyendo la restauración o rehabilitación de aquellos que hayan sido destruidos o degradados.
- Integrar la conservación y el uso racional de los humedales en las políticas sectoriales, especialmente de aguas, costas, ordenación del territorio, forestal, agraria, pesquera, minera, industrial y de transportes.
- Contribuir al cumplimiento de los compromisos del Estado Español en relación a los convenios, directivas, políticas y acuerdos europeos e internacionales relacionados con los humedales, así como a la aplicación de la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica y de la Estrategia de Humedales Mediterráneos.

Posteriormente, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, se inspira en unos principios directamente aplicables a los humedales y sus componentes como parte fundamental de nuestro patrimonio natu-

ral. Esta Ley incluye, además, algunas obligaciones específicas con respecto a los humedales, como la necesaria referencia a su inventario o a la planificación de directrices de conservación de los humedales Ramsar.

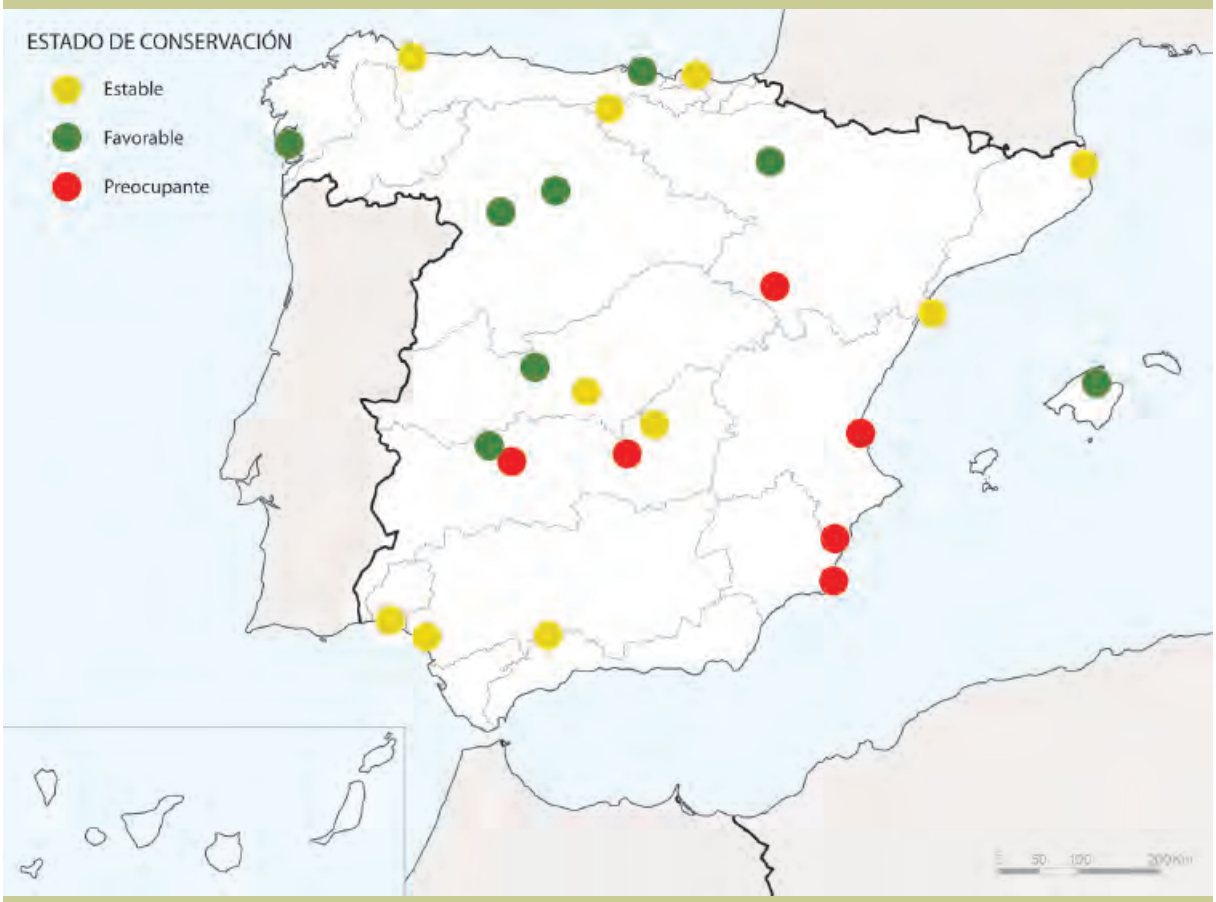
Estado de conservación de los humedales en España

Según el Plan estratégico español para la conservación y el uso racional de los humedales, la rápida regresión que han sufrido estos ecosistemas de todo el mundo durante el presente siglo, tanto en extensión como en estado de conservación, ha ocurrido también en España, de tal forma que a principios de la década de los noventa, se estimaba que el 60% de los humedales españoles habían desaparecido en los 40 años anteriores. De una superficie total estimada de 280.228 ha, quedaban 114.000 ha, siendo los más afectados las llanuras de inundación y los humedales interiores de agua dulce. Los sistemas de montaña y los cársticos eran los que habían sufrido menos alteraciones de superficie.

SEO/BirdLife evaluó en 2008 el estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves. Según este estudio, en el que se tuvo en cuenta el grado de las amenazas que afectan a estos humedales y la tendencia de las poblaciones de las aves invernantes a lo largo de un periodo de 15 años, 6 humedales se encontraban en una situación "preocupante", en 12 la situación era "estable" y 7 tenían un estado "favorable" (Mapa 4.5.3). Los humedales peor conservados según este análisis eran las Tablas de Daimiel, la Laguna de Gallocanta (Aragón), la Albufera de Valencia, el Hondo (Alicante), el Mar Menor (Murcia) y el Embalse de Orellana (Badajoz). Todos estos humedales son sitios Ramsar y se encuentran en el interior de algún espacio de la Red Natura 2000. Por el contrario, las marismas de Santoña (Cantabria), las lagunas de Villafáfila (Zamora), el embalse de Sierra Brava (Cáceres), la albufera de Mallorca y las lagunas de la Nava y Boada (Palencia) resultaron ser los humedales mejor conservados. Doñana y el delta del Ebro, los dos humedales más importantes de España, se encontraban en un estado intermedio.

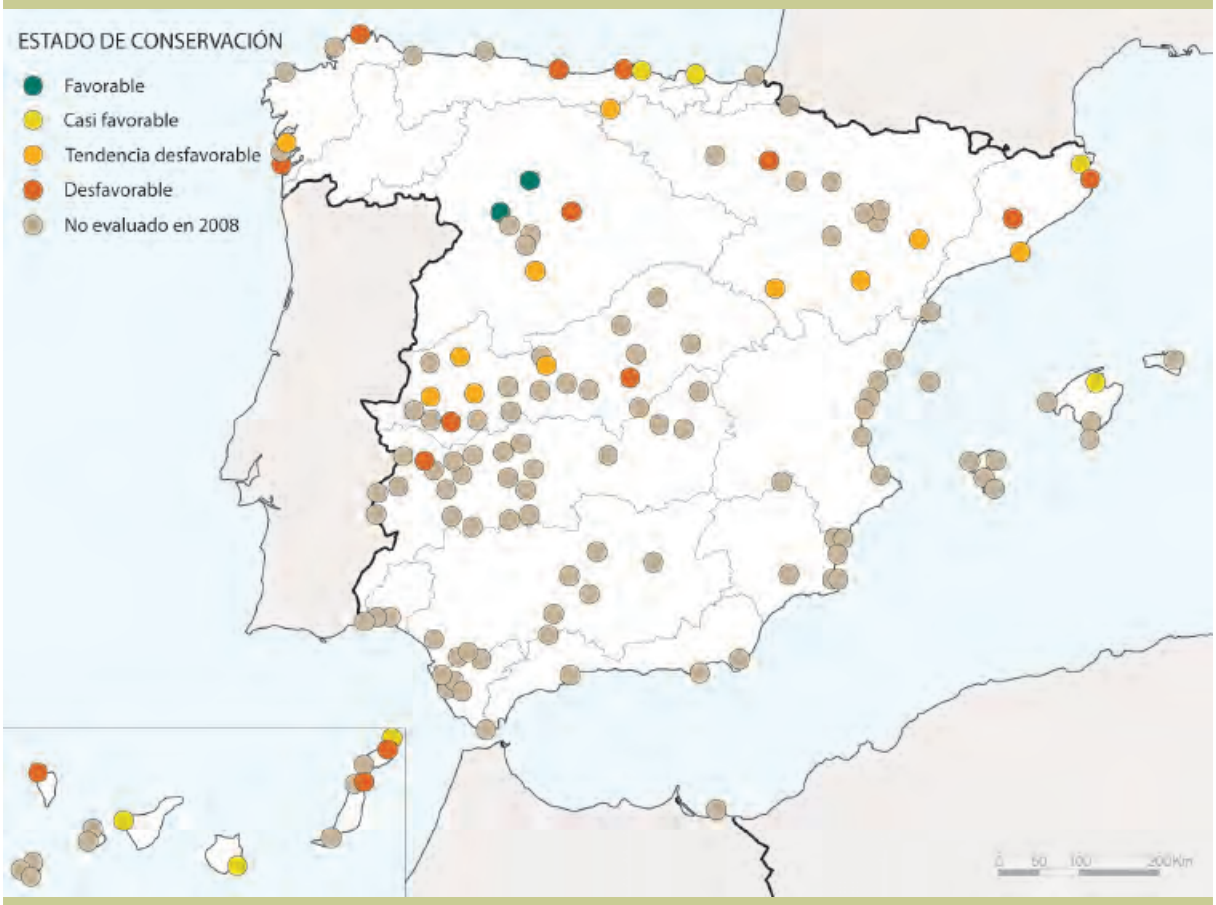
También en 2008, SEO/Birdlife analizó el estado de conservación de 35 Áreas importantes para la conservación de las aves (IBA) con presencia de aves dependientes del agua. Los resultados fueron que cerca de 75% de las IBA evaluadas se encontraban en un estado de conservación "desfavorable" o con "tendencia desfavorable" (Mapa 4.5.4).

Mapa 4.5.3. Estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves.



Fuente: Elaboración OSE a partir de SEO/BirdLife (2010) (76).

Mapa 4.5.4. Estado de conservación de 35 IBA con presencia de aves dependientes del agua.



Fuente: Elaboración OSE a partir de SEO/BirdLife (2010) (76).

El Centro Español de Humedales

El Centro Español de Humedales (CEHUM) es una iniciativa de la Fundación Biodiversidad en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Valencia y el Ayuntamiento de Gandia, que surge de la necesidad de crear un centro de referencia, a nivel nacional e internacional, que permita desarrollar acciones para la conservación sostenible de los humedales españoles. Se puso en marcha en el año 2009 y está ubicado dentro del enclave natural de la marjal de Gandia (Valencia), que forma parte del Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana y pertenece a la ZEPA Montdúver-Marjal de la Safor de la Red Natura 2000.

El Centro Español de Humedales se crea para dar cauce al desarrollo de las acciones de conservación identificadas en el territorio nacional y tiene entre sus objetivos el promover acciones que contribuyan al conocimiento, conservación y protección de las características ecológicas, la cultura y sus valores, y los bienes y servicios que proporcionan los humedales en el desarrollo de las sociedades, identificar y promover iniciativas para beneficiar a las comunidades locales a partir de la puesta en valor del patrimonio cultural; realizar estudios científicos de los humedales y proporcionar herramientas de gestión de los mismos basadas en dicho conocimiento, establecer una red de conocimiento sobre usos tradicionales para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad de éstos; impulsar programas de intercambio cultural que ayuden a acercar los pueblos que habitan los humedales, constituirse en lugar de referencia y foro de encuentro en la gestión de las zonas húmedas; y promover proyectos de investigación, conservación, restauración, sensibilización y uso público de los humedales.

4.6. Los ecosistemas marinos

4.6.1 INTRODUCCIÓN

Si entendemos biodiversidad como: "la variedad de organismos considerados a todos los niveles, desde las variantes genéticas pertenecientes a la misma especie alcanzando al conjunto de especies, y llegando a los géneros, familias e incluso a los niveles taxonómicos superiores; incluye la variedad de ecosistemas, los cuales comprenden ambos, las comunidades de organismos dentro de hábitat particulares y las condiciones físicas bajo las que ellos viven" (1), los océanos son una parte sustancial de la biodiversidad de la Tierra. La extensión y dinámica de la biodiversidad marina desempeñan un papel muy significativo desde el punto de vista de los servicios que nos proporcionan los sistemas naturales (2).

Los océanos y mares cubren más del 70% de la superficie terrestre, y acumulan el 97% del agua de la Tierra. Por su volumen, (aproximadamente 1.340 millones de km^3), y por su contenido salino y de gases, son uno de los principales reservorios de materiales activos de la Tierra. Debido a su capacidad para almacenar y transportar calor, son uno de los principales componentes del sistema climático mundial. Juegan también un papel importante como reservorio de carbono, facilitado por la reserva alcalina -sobre todo de calcio- y como sumidero de una parte significativa del CO_2 emitido por la acción humana; sin embargo este servicio tiene una contrapartida sumamente preocupante, la acidificación del océano. El conjunto de la biota marina juega un papel muy importante en la regulación gaseosa, contribuyendo a la retirada de la superficie de parte del CO_2 antrópico, mecanismo conocido como bomba biológica del dióxido de carbono. Este compuesto es retirado en forma de moléculas orgánicas pero también en forma de carbonatos biogénicos, de los que los arrecifes coralinos son un muy buen exponente.

Aun no siendo el océano el ambiente en el que vivimos los humanos, obtenemos de él muchos recursos. Posiblemente, el más evidente sean los alimentos, que proceden de grupos de organismos muy diferentes, desde algas a mamíferos. También obtenemos otros productos como compuestos químicos o nuevos materiales. Las comunidades costeras proporcionan la base trófica para muchos organismos de respiración atmosférica como las aves marinas, cuyas deyecciones pueden formar grandes acumulaciones de materiales ricos en nitrógeno y fósforo, el guano, explotado como abono. También se han utilizado para fertilizar los campos las masas de algas desprendidas que llegan a la costa. Muchas comunidades que se desarrollan en las zonas costeras, además de constituir el sistema de apoyo para las especies que explotamos, proporcionan protección a la costa fijando sedimentos o atenuando la acción del oleaje. Las comunidades costeras, de bahías o estuarios actúan como filtros de muchos de los desechos que concentramos y emitimos, contribuyen a la biorremediación natural de vertidos de petróleo, y en general filtran y depuran las aguas. Complementariamente pueden jugar un papel importante como bioindicadores de la calidad de las aguas, propiedad utilizada en la gestión de zonas costeras. Finalmente, las áreas marinas en las que se preservan las comunidades en buen estado constituyen un polo de atracción para el turismo y recreo, constituyendo una fuente importante de recursos económicos.

El estudio de los ecosistemas marinos ha contribuido en gran medida a entender su funcionamiento y a desentrañar las interrelaciones entre los seres vivos y el ambiente, facilitando una mejor comprensión del papel de los humanos sobre el planeta. Se puede decir que el mantenimiento de la biodiversidad marina en unos niveles aceptables puede contribuir a mantener muchos de los servicios que se acaban de señalar. La disminución de la abundancia de especies y la destrucción de algunos ecosistemas costeros está reduciendo su capacidad para mantener algunos de los servicios que prestan a la humanidad. Como ocurre en ecosistemas terrestres, se están produciendo efectos complementarios entre la explotación y el cambio ambiental global, asociados a un elevado nivel de impacto antrópico sobre los ecosistemas marinos (3), lo que puede provocar cambios no esperados en especies y ecosistemas, los cuales deben ser motivo de preocupación. Recientemente se ha demostrado un descenso en los indicadores de biodiversidad a nivel mundial (4), entre los que se inclu-

yen algunos indicadores marinos: proporción de stocks de peces sobreexplotados, índice trófico marino, incremento en poblaciones de aves marinas, índice de la lista roja (riesgo de extinción de especies), condición de los arrecifes coralinos, o la extensión de praderas de fanerógamas marinas y manglares. Conservar en niveles aceptables el sistema sostén que mantiene la actividad humana en la Tierra se presenta como un reto acuciante; para ello se propone, cada vez con mayor insistencia, la necesidad de una administración ecosistémica (5), considerando ésta como la adopción de un conjunto de acciones orientadas a la sostenibilidad social y ecológica en un Planeta que cambia rápidamente.

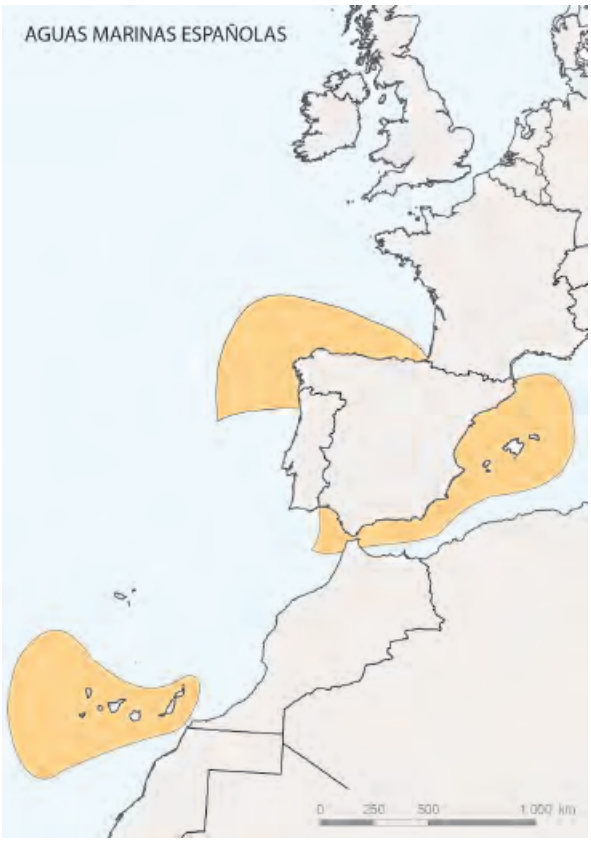
■ 4.6.2 REGIONES BIOGEOGRÁFICAS EN ESPAÑA

Las costas españolas, que ocupan 1.200.000 km^2 aproximadamente (Mapa 4.6.1.), están bañadas por el océano Atlántico y el Mar Mediterráneo, cubriendo un amplio rango latitudinal: 27ºN (costas de Canarias) y 43ºN (Costa Cantábrica) de condiciones ambientales y oceanográficas muy diferentes.

La bibliografía científica ha definido regiones o provincias biogeográficas de forma variada dependiendo del grupo - animal o vegetal - utilizado, o el criterio para definirlas. Desde un punto de vista estrictamente biogeográfico, todos los mares españoles se encuentran englobados en la provincia Lusitánica, considerada templado cálida (6;7). Esta provincia se localiza entre el archipiélago de Cabo Verde y el Canal de la Mancha y limita al sur con la provincia Oeste Africana y al norte por la provincia Boreal del Atlántico Este. El Mar Mediterráneo se considera una parte especial de la provincia, en el que se encuentra una fauna más rica que las costas atlánticas, con muchas especies endémicas.

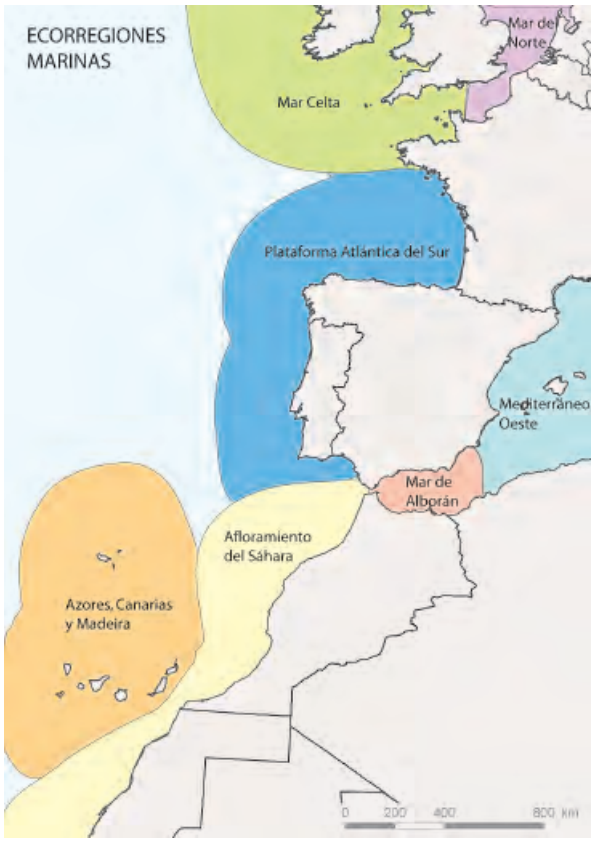
Recientemente se han redefinido de una forma detallada las ecorregiones marinas del mundo (8), incluyendo las aguas españolas en dos provincias, la Lusitánica y la Mediterránea con cinco ecorregiones, de las que tres se encontrarían en el Atlántico y dos en el Mediterráneo (Mapa 4.6.2.).

☐ **Mapa 4.6.1.** Localización aproximada de las aguas marinas españolas, que ocupan una extensión superior al doble de la superficie terrestre.



Fuente: Elaboración OSE a partir de datos del Ministerio de Defensa.

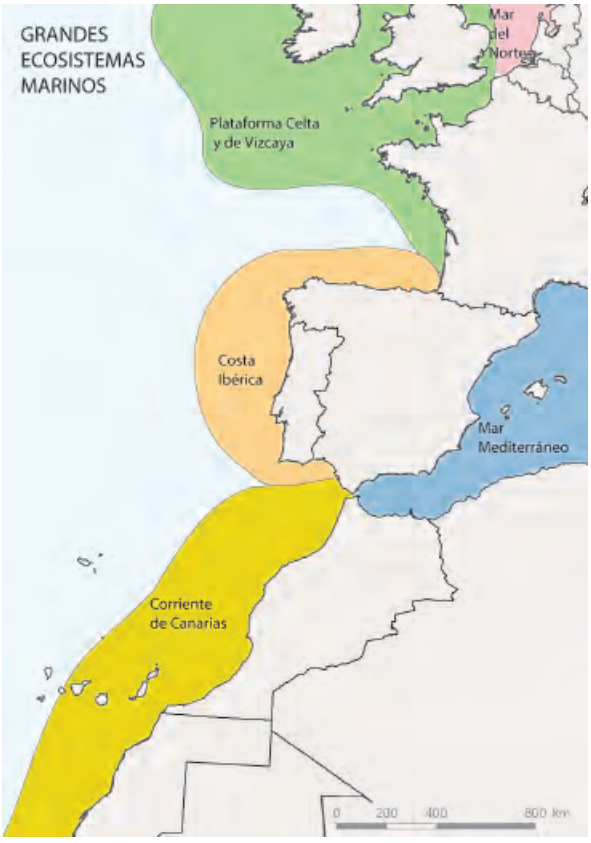
☐ **Mapa 4.6.2.** Ecorregiones Marinas de España.



Fuente: Elaboración OSE a partir de Spalding et al. (2007) (8).

Siguiendo un criterio basado más en el reconocimiento de unidades de conservación y gestión de ecosistemas (9), se han definido los Grandes Ecosistemas Marinos del Mundo (Large Marine Ecosystem, LME). Las aguas españolas se englobarían en tres LME: Ibérico Costero, Mar Mediterráneo y Corriente de Canarias (Mapa 4.6.3).

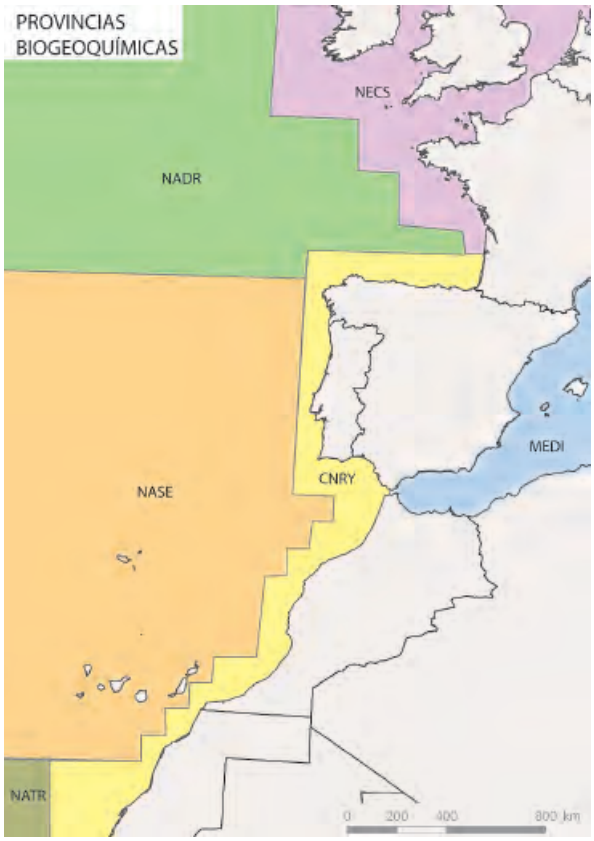
☐ **Mapa 4.6.3.** Distribución de los Grandes Ecosistemas Marinos (LME) que bañan las costas españolas.



Fuente: Elaboración OSE a partir de Sherman et al. (1992) (9).

Una última división se ha realizado solo para la zona pelágica, considerando los procesos biogeoquímicos dominantes (10). Según esta clasificación las aguas españolas se englobarían en cuatro provincias. De ellas, dos son netamente oceánicas: Corriente de deriva del Atlántico Norte (NADR) y Giro Subtropical del Este del Atlántico Norte (NASE). Las otras dos provincias tienen un componente costero dominante: Corriente de Canarias (CNRY) y Mar Mediterráneo y Mar Negro (MEDI) (Mapa 4.6.4.).

☐ **Mapa 4.6.4.** Distribución de las Provincias Biogeoquímicas.



Fuente: Elaboración OSE a partir de Longhurst (1998) (10)
Nota: Los límites entre las provincias pueden, obviamente, moverse entre años y estaciones, por lo que debe considerarse sólo su posición media.

Las coincidencias en las divisiones realizadas en la costa española utilizando distintos criterios: la composición taxonómica y las unidades de gestión y conservación y los procesos biogeoquímicos dominantes en la comunidad pelágica, confieren solidez a las subdivisiones obtenidas, sea cual sea la nomenclatura resultante (provincias, zonas biogeoquímicas). Debe considerarse como un buen punto de partida para analizar la biodiversidad en las costas españolas. Las provincias están relacionadas con aspectos biogeográficos; por lo tanto no hacen referencia a otras características regionales que pueden afectar a la presencia de especies o a características locales de alguna zona de la costa, como es obvio que ocurre. A continuación se describen algunos de los procesos significativos en cada una de las regiones biogeoquímicas, fundamentándolos en la circulación marina.

■ 4.6.3. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA BIODIVERSIDAD MARINA DE LAS COSTAS ESPAÑOLAS

4.6.3.1. Condiciones hidrográficas que influyen sobre la biodiversidad

La topografía del fondo de la región atlántica de la península Ibérica presenta una plataforma estrecha a la que sigue un abrupto talud hasta las llanuras abisales, a unos 4000 m de profundidad. Estas plataformas pueden estar surcadas por cañones submarinos profundos como los de Avilés y Lastres en el Cantábrico. En el Golfo de Cádiz el perfil se dulcifica y la plataforma se extiende hacia el océano. También son destacables el Banco de Galicia, una elevación separada de la plataforma frente a la costa occidental gallega, y en Canarias el perfil vertical del fondo que se hunde hasta los 4000 m, como corresponde a su origen volcánico y con un profundo canal que separa las islas del continente.

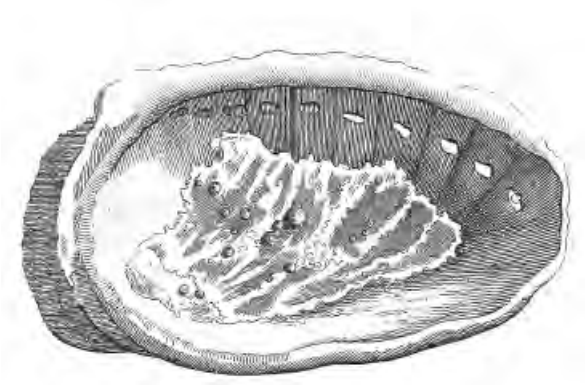
La cuenca occidental del Mediterráneo es menos profunda (2.000 a 2.500 m), con una plataforma estrecha, menos la dorsal que une la costa de la Península con las Islas Baleares. La plataforma catalana, al igual que toda la plataforma del Golfo de León, se encuentra cruzada por varios cañones como los de Palamós y Creus.

En la costa atlántica Ibérica, localizada en una zona de baja intensidad de circulación entre la Corriente del Atlántico Norte y la Corriente de Azores, se produce un cambio en la dirección de las corrientes. En otoño e invierno predomina la dirección al interior del Golfo de Vizcaya, en dirección este (Mapa 4.6.5.). Los eventos más importantes suelen tener lugar entre noviembre y marzo, aunque pueden continuar en meses posteriores con menor intensidad. En verano, a lo largo de toda la costa y coincidiendo con vientos dominantes del norte y nordeste, se producen episodios de afloramiento, algunas veces de gran intensidad. Tanto la frecuencia como la intensidad de estos episodios se reducen hacia el interior del Golfo de Vizcaya. En el Noroeste Ibérico se han descrito comunidades típicas de regiones templado-frías (bóreo-atlánticas), siempre asociadas a la menor temperatura del agua y a un mayor contenido de nutrientes, que se relaciona con el afloramiento estival. Este efecto está reforzado por la presencia de rías, valles sumergidos de cierta profundidad que en algún momento del año actúan como quemostatos. En la costa occidental de Cádiz se produce un giro anticiclónico asociado al agua atlántica que penetra en el Mediterráneo por superficie y puede estar acoplado a procesos de afloramiento. Este régimen de circulación puede verse modificado en relación a los vientos predominantes de poniente o de levante, desplazando las zonas de contacto de una forma compleja. En aguas subsuperficiales y profundas la otra señal más característica la aporta el agua mediterránea profunda en su salida y hundimiento hacia el Atlántico.

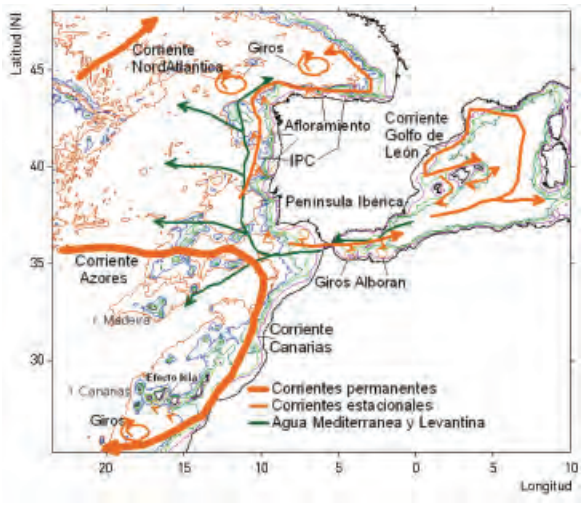
En las costas de Canarias se detecta un gradiente desde las islas orientales a las occidentales. La circulación dominante se asocia a los vientos alisios y por tanto del nordeste al sudoeste. En la costa sahariana se genera una de las zonas de afloramiento más importantes del mundo; su efecto es apreciable en Lanzarote y Fuerteventura, y su influencia disminuye hacia el oeste. Pero se han descrito efectos de plumas de afloramiento, que pueden transportar organismos y nutrientes hasta Tenerife. También se conoce la existencia de giros y remolinos con efectos biológicos apreciables en el suroeste de Gran Canaria y Tenerife.

En el Mediterráneo Ibérico, la circulación más intensa se encuentra en el Mar de Alborán. Esta circulación se asocia a la entrada de agua atlántica en superficie, generando dos giros anticiclónicos de alta intensidad en dicho Mar (Mapa 4.6.5.). Asociado a estos giros y a los vientos de poniente se producen afloramientos de cierta intensidad en las costas malacitanas. En las costas catalana y levantina la señal predominante es una corriente costera que circula de norte a sur, produciendo un gradiente costa océano muy marcado (Mapa 4.6.5.) (11). En la costa catalana, asociado a un enfriamiento intenso del agua superficial en invierno, se puede producir un hundimiento que se canaliza por los cañones submarinos en forma de cascadas (12).

Debido a las condiciones hidrográficas descritas, muchas especies marinas presentan sus límites de distribución a lo largo de las costas ibéricas. Para especies de aguas templado frías supone su límite meridional mientras que para especies de aguas templado cálidas o subtropicales es su límite septentrional. Estos límites se han ido modificando a lo largo del último siglo, y aunque no existen estudios en toda la costa española, si hay información de las costas cantábrica y atlántica desde principios del siglo XX (13,14,15,16,17,18,19,20,21).



☐ **Mapa 4.6.5.** Esquema de las corrientes dominantes en la costa española, incluidas las del Mediterráneo (modificadas de Vargas-Yañez et al. 2007, 11), que representan los principales forzamientos físicos de los ecosistemas.



Fuente: Modificado de Philippart et al (2007) (22).

4.6.3.2. Ambientes en el medio marino y biodiversidad asociada

Cuando se habla del medio marino, hay una tendencia general a uniformizar los ecosistemas que lo constituyen. Sin embargo, el medio marino engloba una muy amplia diversidad de ambientes, que van desde zonas costeras hasta las grandes profundidades oceánicas. Cada uno de estos ambientes posee una flora, fauna y procariotas característicos, al igual que los flujos de materia y energía que los configuran. Para entender la gran diversidad de ecosistemas y especies que engloba el medio marino, y a modo de introducción a los servicios ecosistémicos que nos proporcionan a los humanos, se pueden diferenciar una serie de ambientes oceánicos. El más extenso es el pelágico, que engloba todos los ecosistemas que ocupan la columna de agua, desde la superficie hasta los 4.000 m. En él se desarrollan comunidades planctónicas y nectónicas, aunque se puedan diferenciar muchos estratos verticales. Las comunidades mejor conocidas son las de los estratos superiores, desconociéndose incluso muchas de las especies que componen las comunidades de los estratos profundos. Asimismo, los recursos y servicios que prestan las comunidades epi y mesopelágicas están mucho mejor conocidos. En la zona iluminada (fótica) y con temperatura más alta, el fitoplancton, que engloba a muy diversos grupos de algas unicelulares y coloniales y al bacterioplancton autótrofo, produce materia orgánica mediante la fotosíntesis. Esta materia es utilizada por el resto de la red trófica marina, incluidas bacterias y virus. Algunos han denominado a esta transferencia de materiales desde las capas iluminadas hacia el fondo el efecto maná, pero desde el punto de vista del papel del océano en el cambio climático se le denomina bomba biológica.

El bentos o las comunidades ligadas a los fondos marinos, sean estos sedimentarios o rocosos, también se diferencia en gran medida por la profundidad. Se establece una distribución zonal de especies desde aguas costeras someras, hasta los fondos abisales. Los productores primarios del bentos agrupan algas macroscópicas (rojas, pardas, verdes) y microscópicas, y también a fanerógamas marinas. Las comunidades de la plataforma continental en España están dominadas por fondos sedimentarios, mientras que en los taludes y cañones se encuentran comunidades de roca. En estas comunidades dominan los animales, variando las especies según la tipología de los fondos, el tamaño de partículas y contenido de materia orgánica en los sedimentos o los aportes de materiales desde las zonas iluminadas. En los taludes en la costa norte de la península Ibérica, entre 300 y 800 m de profundidad, se pueden encontrar arrecifes de corales de aguas frías (23). Al igual que en el medio pelágico, los ambientes superficiales han sido mucho más estudiados que los ambientes profundos. A toda esta variedad de grupos hay que añadirle los organismos de respiración atmosférica, aves, cetáceos, pinnípedos y tortugas marinas, que están muy bien representados en nuestras aguas territoriales y en la Zona Económica Exclusiva (ZEE).

El número de especies nectónicas (peces, moluscos) es muy elevada y con grandes diferencias entre regiones. De hecho, las especies explotadas tanto de pelágicas (túnidos, tiburones), como de especies asociadas al fondo, difieren entre zonas de la costa.

Como consideración final a esta somera descripción de la biodiversidad marina en aguas españolas, merece la pena remarcar la gran diversidad de especies que se encuentran en ellas. El hecho de que por su posición los mares que bañan las costas españolas cubran un rango latitudinal muy amplio, al que se asocian condiciones ambientales muy diferenciadas: aguas templado cálidas o templado frías, zonas subtropicales, zonas de afloramiento, mares confinados, rías y estuarios, el delta del Ebro, generan una diversidad de ambientes extraordinaria. Aunque no existen evaluaciones comparativas en la actualidad, es muy posible que al igual que ocurre con la biodiversidad terrestre, la biodiversidad marina de España sea la más elevada de la Unión Europea.

4.6.4. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS

En este informe se utiliza la aproximación ecosistémica que propone la *Estrategia Marina Europea* para analizar los servicios que nos presta el ecosistema marino: la gestión integrada y comprehensiva de nuestras actividades sobre el medio. Se fundamenta en el conocimiento científico de los ecosistemas y su dinámica para identificar y emprender acciones sobre las influencias críticas para su salud, y así lograr el uso sostenible de los bienes y servicios que nos proporcionan y el mantenimiento de la integridad del ecosistema. Esta integridad dependería de las actividades, procesos y propiedades que están influenciadas por su biota (24).

Una aproximación semejante proponen los programas de las Naciones Unidas para la Biodiversidad y el Milenio. Los océanos y las zonas costeras poseen propiedades diferentes a las de los ecosistemas terrestres, considerándolos desde el punto de vista de los servicios que prestan a los humanos, y suelen ser poco conocidos. Por ello se describen los servicios que prestan los ecosistemas marinos, para pasar a analizar los cambios que se conocen o son esperables en aguas españolas. Todos los ecosistemas marinos proporcionarían unos servicios que equivaldrían a 33 mil millones de dólares (2). Algunos sistemas en particular, como las praderas de fanerógamas marinas tendrían un alto valor por los servicios que prestan: 32.000 euros/año/ha (25, 26). El valor de los servicios de abastecimiento (recursos explotados) de los ecosistemas marinos no siempre es superior al valor de otros servicios (culturales y de soporte), lo que hace necesario entender su valor global real. A modo de ejemplos: en Tailandia se estima que por hectárea de marisma dedicada al cultivo de langostinos se obtienen 200 dólares anuales, aumentando a entre 1.000 y 36.000 dólares si no se transforman; de la misma manera, el cambio de marisma a cultivo produce en Canadá 2.400 euros anuales frente a los 5.800 euros de marisma conservada. Algunos autores consideran que el producto de servicios de los ecosistemas (ESP) está concentrado en las regiones tropicales, fundamentalmente en las zonas inundadas y otros sistemas costeros (27). Desafortunadamente en España no existen evaluaciones precisas de los servicios que prestan los ecosistemas marinos.

4.6.4.1. Servicios de regulación

Los servicios de regulación incluyen una amplia gama de funciones realizadas por los ecosistemas, a las que raramente se les asigna un valor monetario en el mercado, pero que contribuyen al mantenimiento de las características del ambiente y del bienestar humano. Uno de los principales servicios que proporcionan los océanos es la regulación climática. El papel del océano se traduce en el transporte de calor entre zonas cálidas y frías de la tierra; por ejemplo dulcifica el clima de las costas del Atlántico europeo haciéndolo más benigno que el americano. También representa una fuente de agua cuando por evaporación se incorpora a la atmósfera facilitando el aporte de agua a los continentes. Un último papel es el de acumular gases de efecto invernadero, principalmente CO_2, en forma de bicarbonato. Esta captura, temporal o permanente, mitiga en parte el incremento de CO_2 en la atmósfera generado por emisiones antropogénicas. La retención puede ser en forma de carbono inorgánico disuelto (bomba física) o en forma de organismos y sus restos (bomba biológica), también denominado carbono particulado biogénico: orgánico o inorgánico (materia orgánica particulada, conchas, esqueletos de corales, coccolitos, etc). Se estima que el océano ha acumulado entre el 30 y el 40% de las emisiones humanas de CO_2 a la atmósfera. También conviene destacar el papel de las fanerógamas marinas, que contribuyen a la regulación de los flujos del carbono por su capacidad para retener y almacenar CO_2; se estima que este tipo de comunidades secuestran 2 t C/año (25,26).

Un segundo servicio importante es la detoxificación y procesado de contaminantes, el cual está asociado con la capacidad de eliminación de contaminantes de origen continental, sean excesos de nutrientes o compuestos tóxicos. Las áreas costeras son las que juegan un papel más importante en estos casos. Sin embargo, estos aportes pueden causar pérdidas de especies y por ello afectar a la integridad de los ecosistemas que realizan esta función.

Finalmente, la presencia de organismos en primera línea de costa amortigua el efecto del oleaje, tormentas y avenidas, protegiendo las playas de la erosión costera y, por tanto, suministrando el servicio de amortiguación de la costa frente a tormentas. El conjunto de especies es muy amplio, desde vegetales, como las fanerógamas marinas, los halófitos de marismas y dunas, y los manglares, que compactan sedimentos gracias a su red de raíces y rizomas estabilizando así el sustrato. También hay que considerar las grandes algas pardas (laminariales) y las especies formadoras de arrecifes que favorecen la rotura de las olas, reduciendo el movimiento del agua y la velocidad de la corriente.

4.6.4.2. Servicios de abastecimiento

Los servicios de abastecimiento contribuyen a suministrar bienes que benefician a las personas y suelen tener un valor monetario directo. Los recursos renovables son explotados para muy diversos fines, aunque la mayoría para la alimentación o la industria alimentaria. Provienen de la pesca artesanal o industrial, de la que España es uno de los primeros productores mundiales. Se explotan organismos del necton y del bentos, con muy diversas artes y embarcaciones, desde la recolección manual hasta grandes buques factoría. Actualmente las pesque-

rías representan la cuarta fuente de proteínas de la humanidad, que se fundamente en una extracción de 90.000 millones de toneladas de pescado, que se usa para alimentación humana o para la generación de piensos para el ganado o la acuicultura. Cada vez es más importante la contribución del cultivo de especies marinas: algas, moluscos, crustáceos y peces. España es un país con alta demanda de productos de la pesca y la acuicultura, y también es un productor destacado. En 2008 la acuicultura produjo 249.074 t (una parte importante de mejillón), mientras que la extracción pesquera de su flota fue de 1.166.364 t, representando el conjunto de ambas 1.415.438 t. (Datos de FAO: http://www.fao.org/fishery/statistics/es).

Además de la producción alimentaria, los recursos renovables marinos son una fuente para la industria, como la extracción de especies de macroalgas para la producción de agar-agar o carragenatos, entre otros. En los últimos años se está ampliando el espectro mediante su utilización como fuente de productos derivados provenientes de muy diversos grupos de organismos animales y vegetales. Es de destacar el papel en la búsqueda de nuevos fármacos, y otros productos naturales derivados para usos muy diversos (por ejemplo en cosmética).

4.6.4.3. Servicios culturales

Aunque no ofrecen beneficios materiales directos, los servicios culturales contribuyen a satisfacer otras necesidades o deseos de las personas y las sociedades. Es destacable la posibilidad de utilizar especies y comunidades como controladores del estado ambiental de las zonas costeras y oceánicas, del grado de perturbación que genera la actividad humana: contaminación, destrucción del hábitat u otros, tal como propone la Directiva sobre la *Estrategia Marina de la Unión Europea*. Las fanerógamas marinas se consideran centinelas costeros del estado de las aguas debido a su sensibilidad a la turbidez. Los organismos de los fondos sedimentarios son útiles como controladores de contaminación química y orgánica. Los desembarcos de especies explotadas se usan como indicadores de la integridad de los ecosistemas marinos.

Otro gran campo se refiere a las actividades recreativas que se pueden desarrollar en el océano, principalmente en las zonas costeras. La práctica de deportes ligados al medio marino como el baño, la observación, la fotografía subacuática o el buceo suponen actividades en alza y representan una oportunidad de negocio. También es destacable la pesca deportiva, bien sea desde la costa, en pequeñas embarcaciones, o con un nuevo impulso, la pesca oceánica. En algunos puertos el valor económico de la pesca deportiva (alquiler de embarcaciones, servicios portuarios, alojamientos), puede superar al de la pesca comercial.

4.6.4.4. Servicios de soporte

Este tipo de servicios engloban a todos aquellos que, no afectando directamente a las personas, son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas marinos. Serían responsables indirectos de los demás servicios. Un ejemplo sencillo lo representa la producción primaria marina, sustentada en microalgas, macroalgas o bacterias fotosintéticas, que son la base trófica de los ecosistemas marinos. También lo constituirían las redes tróficas marinas que transfieren energía y materiales desde los productores primarios hasta las especies que se recolectan. Y no conviene olvidarse de los organismos que mineralizan la materia orgánica, reciclando nutrientes y completando el espectro funcional de los ecosistemas marinos. En sentido estricto, se debe considerar un sistema sostén de nuestras actividades sin dejar de lado los movimientos de las aguas marinas que transportan nutrientes y materiales disueltos entre zonas superficiales y profundas del océano, y con influencia directa sobre la tipología de los organismos que habitan un determinado ambiente, y a la vez constituyen una parte significativa de la bomba física de carbono.

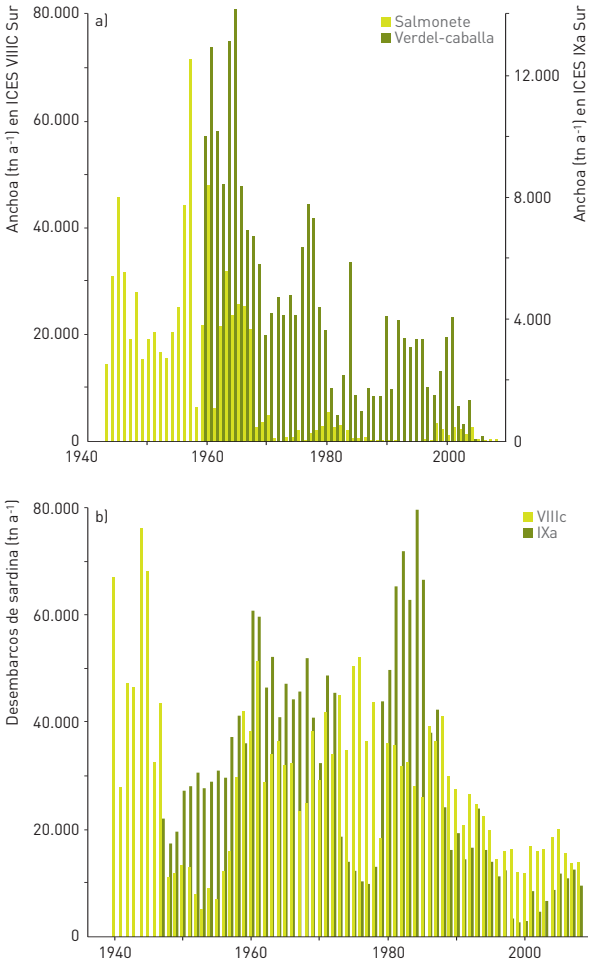
■ 4.6.5. CAMBIOS EN LA BIODIVERSIDAD MARINA ASOCIADOS A ACTIVIDADES HUMANAS

4.6.5.1. Cambios asociados a la explotación

La explotación de recursos genera efectos sobre las especies explotadas, y también sobre las especies que interaccionan con ellas y sobre el ambiente en el que viven. En España se explota una gran variedad de especies: peces, moluscos, crustáceos, equinodermos, poliquetos, algas. En cada región se extraen y se aprecian distintos recursos. Ello hace difícil sintetizar o analizar las variaciones que se han producido, por lo que nos centraremos en algunos ejemplos bien conocidos. Conviene aclarar que la asignación a la explotación de los cambios detectados no es siempre posible o clara. Algunas de las variaciones observadas no se deben a explotación, ya que pueden estar generadas por respuestas a condiciones ambientales, como las que se conocen desde antiguo respecto a los pequeños peces pelágicos (sardina, anchoa, jurel o caballa) (28, 29). También hay que tener en cuenta aspectos socioeconómicos, como el valor de la captura, que pueden afectar a las decisiones de los pescadores. Esto hace difícil evaluar los efectos de la explotación sobre las especies. Asumiendo que las capturas están relacionadas con la abundancia de las poblaciones explotadas, la información más completa proviene de los datos de desembarcos y de campañas de evaluación de recursos (mucho más escasas). Con las precauciones que estas premisas demandan, está demostrada una tendencia decreciente en las capturas de sardina y anchoa en la costa

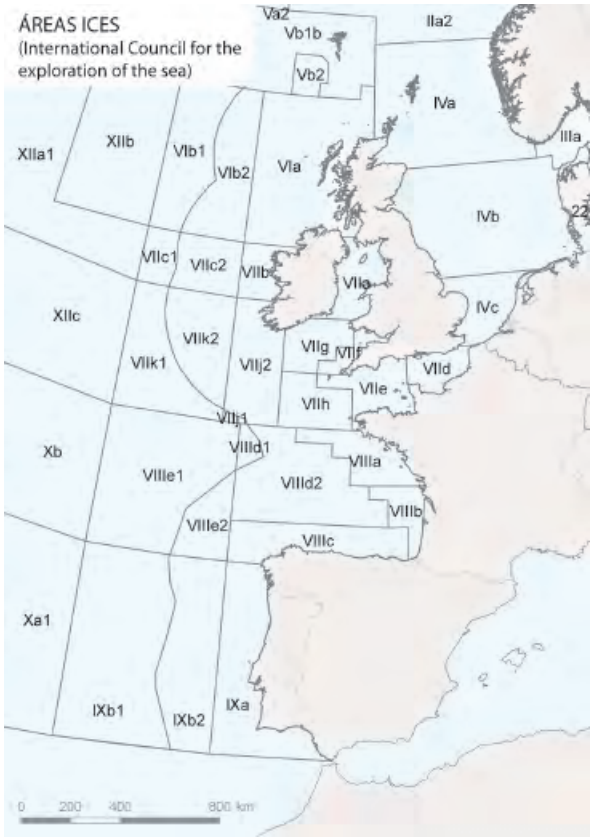
atlántica Ibérica (Figura 4.6.1), interpretada como un efecto del cambio en el periodo de afloramiento sobre el reclutamiento (30). La tendencia general en los desembarcos de otras especies de características diferentes (cefalópodos, rayas y tiburones) indica una reducción, que puede ser importante en algunos casos (Figura 4.6.2). Pero también se observan incrementos de las capturas en otras especies como verdel, salmonete e incluso la merluza en áreas concretas de la costa (31). En Galicia se ha descrito el incremento reciente de capturas del verdel pintado *(Trachurus picturatus)* y del pez cerdo *(Balistes capriscus)*, antes desconocidas por los pescadores (32). La presencia en Cataluña de una pesquería de alacha cada vez más importante puede relacionarse con procesos de expansión hacia el norte asociadas a anomalías positivas de la temperatura del agua (33) (Figura 4.6.3).

☐ **Figura 4.6.1.** Desembarcos de anchoa (a) y de sardina (b) en las áreas VIIIc y IXa de la costa atlántica Ibérica.



Fuente: ICES Report of the Working Group on Anchovy and Sardine (2009).

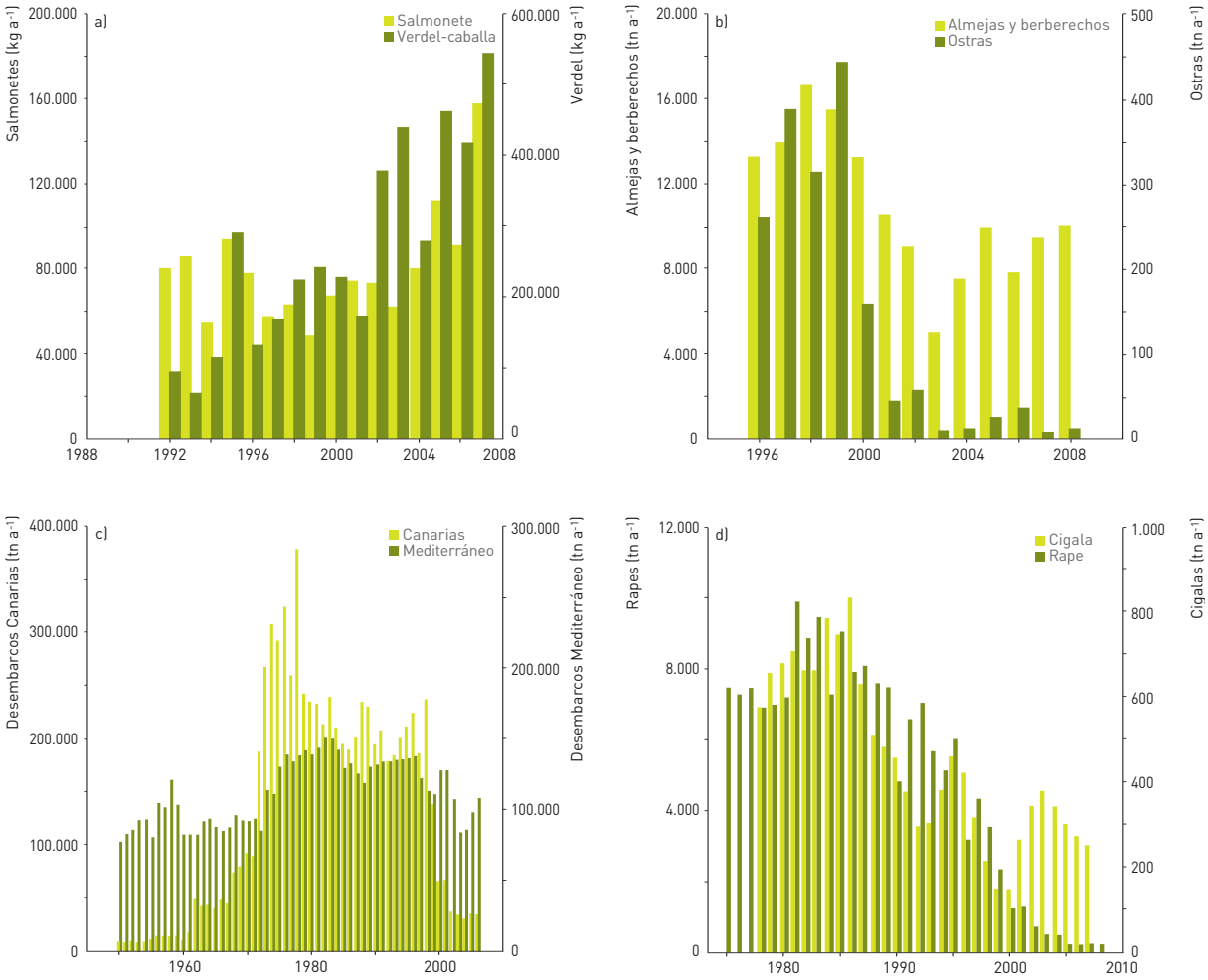
☐ **Mapa 4.6.6.** Áreas ICES *(International Council for the Exploration of the Sea)*.



Fuente: http://www.ices.dk/aboutus/icesareas/ICES_areas_Arc9_Weuro_300.pdf.



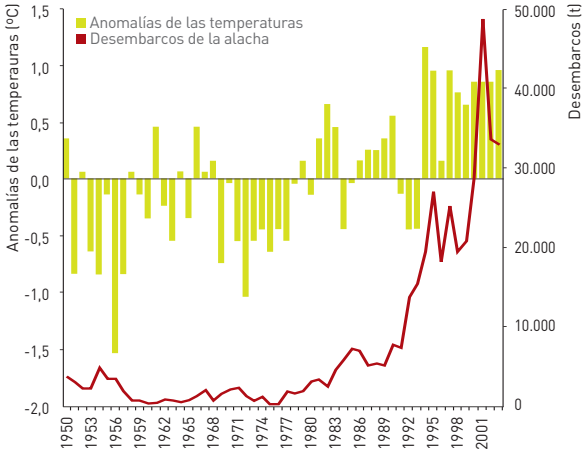
☐ **Figura 4.6.2.** Variación de los desembarcos de distintas especies marinas explotadas: a) Incremento local de capturas de salmonetes y caballas desembarcados en puertos de Asturias; b) Desembarcos de berberechos y almejas y de ostras, c) Desembarcos de la pesca total en Canarias y el Mediterráneo, en los que debe tenerse en cuenta que pueden provenir de aguas no pertenecientes a la ZEE española; d) Desembarcos de rapes y cigalas.



Fuente: a) Datos del Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias (Anadón et al. 2009, 31); b) Datos del MARM; c) Datos Sea Around Us; d) Datos del ICES para las regiones VIIIc y IXa, ICES Report of the Working Group on angling fish (2009).



☐ **Figura 4.6.3.** Desembarcos de alacha *(Sardinella aurita)* en el Mediterráneo occidental y anomalías de temperatura atmosférica.

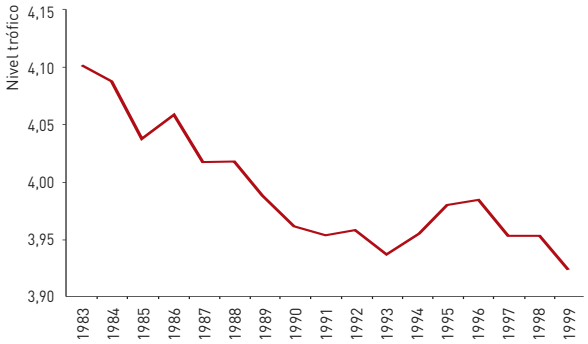


Fuente: Sabatés et al. (2006) (33)

Un efecto que claramente se puede asociar al cambio de condiciones ambientales es la presencia de especies que adquieren categoría comercial en lugares en los que antes no se explotaban. Es más claro cuando se trata de especies características de aguas más cálidas.

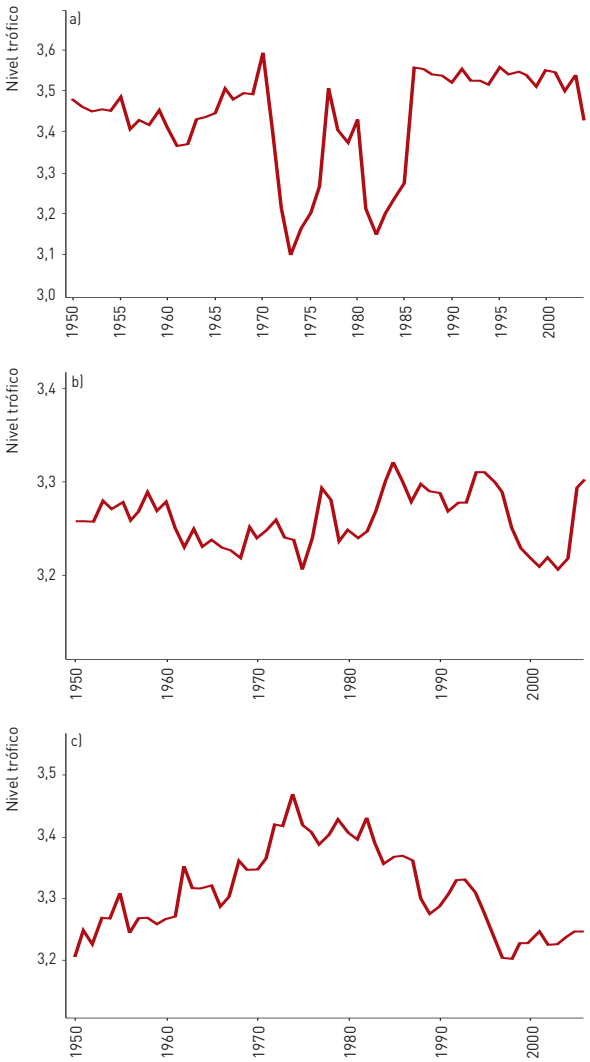
La sobrexplotación de recursos pesqueros genera cambios en las poblaciones explotadas, pero también en las especies que coexisten en el ecosistema. Un indicador general de cambio en la biodiversidad se encuentra en el Índice Trófico Marino. Las especies explotadas son de niveles tróficos elevados, y su sobrepesca obliga a capturar especies de menor nivel trófico. Los datos en España muestran resultados contradictorios. Las estimaciones para el Cantábrico indican una reducción del nivel trófico (Figura 4.6.4) (34), mientras que los datos obtenidos en un periodo más prolongado para las LME de las costas españolas muestran resultados diferentes (35). En la Costa Ibérica se observan dos periodos de reducción entre 1971 y 1985 mientras se mantiene estable el resto del tiempo (Figura 4.6.5).

☐ **Figura 4.6.4.** Cambio en el nivel trófico de la pesquería del cantábrico.



Fuente: Sánchez y Olaso (2004) (34)

☐ **Figura 4.6.5.** Índice trófico medio (i.e., Marine Trophic Index) en: a) LME de la Costa Ibérica; b) LME Mediterránea; c) LME de la corriente de Canarias.



Fuente: Pauly (2007) (35).

Otro efecto de la explotación sobre la biodiversidad marina se relaciona con la acción de determinadas artes de pesca sobre las comunidades. Este efecto es más notorio con las artes de arrastre sobre fondo, empleadas en toda la costa española hasta profundidades superiores a los 500 m. El efecto físico directo, pero también su pérdida o abandono pueden ejercer una influencia no bien cuantificada en España. Entre ellos se cita el tren de bolos que se arrastra incluso en zonas rocosas. También otros artes como palangres causan efectos perjudiciales para algunas comunidades, como los arrecifes de corales blancos. Se tienen evidencias de las consecuencias de la alteración física de los fondos con el paso de las redes (Figura 4.6.6) (36), y de la cantidad de especies que se capturan y se des-

cartan. Los descartes han representado un tercio de la biomasa de las capturas en la costa catalana afectando a peces, moluscos, crustáceos y otros invertebrados (37). Los efectos causados serían los de pérdida de estructura del sedimento, alteración de sus características, y destrucción de las especies ingenieras (que generan estructuras complejas donde asentarse otras especies) de los fondos, tanto rocosos como sedimentarios. Sin embargo no se dispone de estudios generales sobre su efecto en los mares españoles, aunque si de estudios puntuales, pero dada la frecuencia y extensión de su uso en toda la costa española su efecto global debe ser importante. Tampoco se han estudiado sus efectos crónicos, que se considera una información necesaria para las nuevas propuestas de gestión ecosistémica de las pesquerías (37).

Los servicios de aprovisionamiento que prestan los ecosistemas marinos españoles se estarían reduciendo debido a la reducción de las poblaciones por explotación o sobreexplotación, por el efectos de las artes de pesca sobre las especies y ecosistemas bénticos y muy posiblemente por efecto de las interacciones entre especies. No se poseen estudios que demuestren esta última influencia en costas españolas, aunque puedan estar ocurriendo. Es difícil de valorar su efecto sobre otro tipo de recursos.

☐ **Figura 4.6.6.** Efectos del tren de bolos en fondos sedimentarios en El Cachucho (510 m), con las trazadas de los mismos, en el que también se aprecia la remoción de sedimentos y una gorgonia arrancada de los resaltes rocosos.



Fuente: Fotografía del Grupo ECOMARGE (2005).

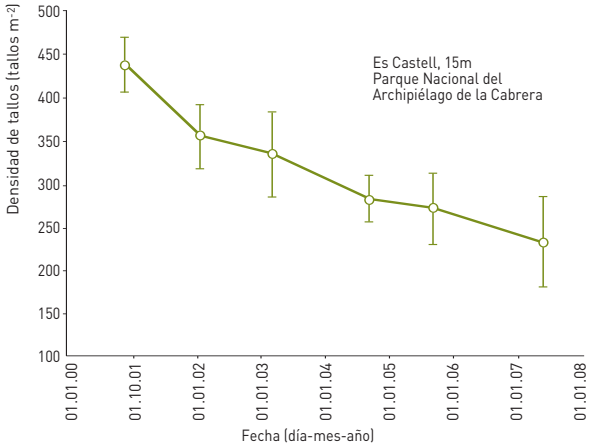
4.6.5.2. Cambios en la biodiversidad asociados a usos del litoral

El litoral ha sido una de las zonas más modificadas de España (38). Esta ocupación del espacio costero, al que se unen los aportes de origen continental, fluviales o de aguas subterráneas (mal evaluados en España), están causando cambios en las comunidades costeras, en las especies y en el medio en el que se desarrollan.

Estos cambios afectan principalmente a las praderas de fanerógamas marinas, sistemas de dunas y marismas. Supone desde la alteración parcial hasta la destrucción completa, debido a cambios en la dinámica de sedimentación por obras de ingeniería y a problemas de eutrofización de las aguas (39, 40).

En España las praderas de fanerógamas marinas están bien desarrolladas en el Mediterráneo, representando el 90 % de la superficie total, mientras que en el Atlántico quedan reducidas a pequeñas poblaciones en rías y estuarios. Desde 1980 el 17% de las praderas de *Posidonia oceánica* del Mediterráneo han perdido el 50% de su área (26). En el mismo estudio citado anteriormente, se señala una tendencia decreciente en la densidad de tallos de *Posidonia*, lo que se considera un indicador de la degradación de las praderas (Figura 4.6.7). Las pérdidas afectan tanto a áreas protegidas como a áreas con fuertes efectos antropogénicos. Entre las posibles causas se citan la eutrofización, la alteración del balance de los sedimentos costeros, el aumento de temperatura, patógenos y especies invasoras. La temperatura de 28ºC se señala como un factor de mortalidad, bien aislado o combinado con la respiración y la actividad microbiana (26). La biodiversidad en estas comunidades es mucho mayor que la de áreas adyacentes desprovistas de vegetación - varios órdenes de magnitud (41) -. Las fanerógamas son sustrato donde se fijan gran cantidad de algas e invertebrados, sirven de alimento a un elevado número de herbívoros (invertebrados y vertebrados) y de refugio para gran cantidad de especies, incluyendo las no residentes, que utilizan estas praderas como criaderos para sus fases juveniles de desarrollo. Existen datos de las consecuencias del efecto de la epidemia que diezmó las poblaciones del Atlántico en la década 1930-1940, que pueden servir de referencia: colapso de la pesquería de ostión y dramática reducción de poblaciones de anátidas (42).

☐ **Figura 4.6.7.** Cambios recientes (2000-2008) en la densidad de tallos de *Posidonia* en el archipiélago de Cabrera.



Fuente: Marbà (2009) (26)

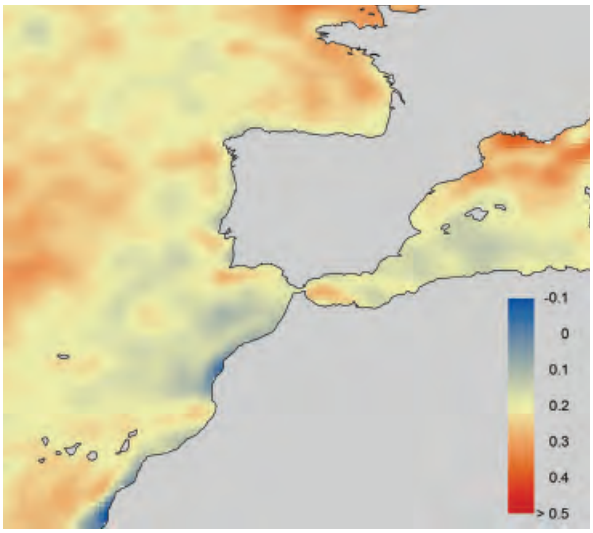
Un segundo factor asociado a la actividad humana sería el impacto que producen las obras costeras, diques, puertos o escolleras, que pueden destruir directamente comunidades costeras de importancia, como praderas de fanerógamas, o afectar al flujo de sedimentos a lo largo de la costa. Se conoce el efecto que una misma obra puede tener en la acumulación o la pérdida de sedimento (ya citado para el caso de las praderas de fanerógamas marinas), dependiendo de la dirección de la corriente, y que alterará de forma local y, posiblemente, temporal las comunidades costeras. Un caso importante es el de las obras realizadas en las cuencas fluviales (p.e. presas o barreras que pueden detener el flujo de agua, sedimentos o nutrientes hacia el mar), que afecta a las pesquerías costeras, probablemente por su efecto sobre los productores primarios y la red trófica pelágica (43,44). Debido a la falta de aportes de sedimento, los procesos de formación han sido prácticamente eliminados del delta del Ebro, lo que amplificará el efecto reductor del mismo por efecto del cambio climático (45,46), y afectará a las poblaciones y economía de toda la zona. También se señalan consecuencias derivadas de la falta de sedimentos en las costas ibéricas, lo que afectará a los ecosistemas costeros(47). Se debe hacer notar que no existen muchos estudios sobre los efectos de dichos cambios sobre especies y comunidades costeras en las costas españolas; aunque si deben figurar en muchos estudios de impacto ambiental de las mismas.

4.6.5.3. Cambios asociados al cambio climático

El cambio climático está suponiendo en las costas españolas un cambio importante de las propiedades termohalinas (48, 49, 50, 11, 51, 52) y, muy probablemente, de la circulación costera. El cambio más fácil de detectar y del que se tiene una información espacial detallada es la temperatura del agua superficial. El incremento de la temperatura del agua superficial ha sido importante desde 1981 en toda la costa española, en la que se detecta un aumento de 0,2 y 0, 5 ºC por década en los últimos 30 años (Mapa 4.6.7), si se exceptúan las costas de las islas orientales de Canarias (35). Además del calentamiento, se está produciendo una reducción en la intensidad, frecuencia y estacionalidad de procesos costeros significativos, como son los afloramientos del noroeste Ibérico (53, 54, 55) (Figuras 4.6.8 y 4.6.9). También se está modificando la duración de los periodos de estratificación y mezcla (36).

Estas modificaciones están produciendo cambios en la distribución y abundancia de especies pertenecientes a muy diversos grupos y ecosistemas y, por tanto, modificando la biodiversidad local. En las comunidades planctónicas, especies características de aguas subárticas muestran un desplazamiento significativo hacia el norte de Europa, desapareciendo de la costa norte de la Península, al mismo tiempo se observan incrementos en la abundancia de especies de aguas templado cálidas y subtropicales (56). Cuando se analizan estos cambios se deben tomar con precaución las diferencias locales, muchas veces asociadas al distinto comportamiento y tasa de cambio existentes entre aguas costeras, muy influenciadas por el continente y la poca profundidad, y las aguas oceánicas, mucho más independientes de estas influencias y por ello menos variables (53). Se dispone de pocos estudios que informen sobre la influencia del calentamiento sobre el fitoplancton, aunque para zonas costeras de Galicia se señala una tendencia decreciente en la concentración de clorofila y en la abundancia de las diatomeas, algunas características de floraciones primaverales (57).

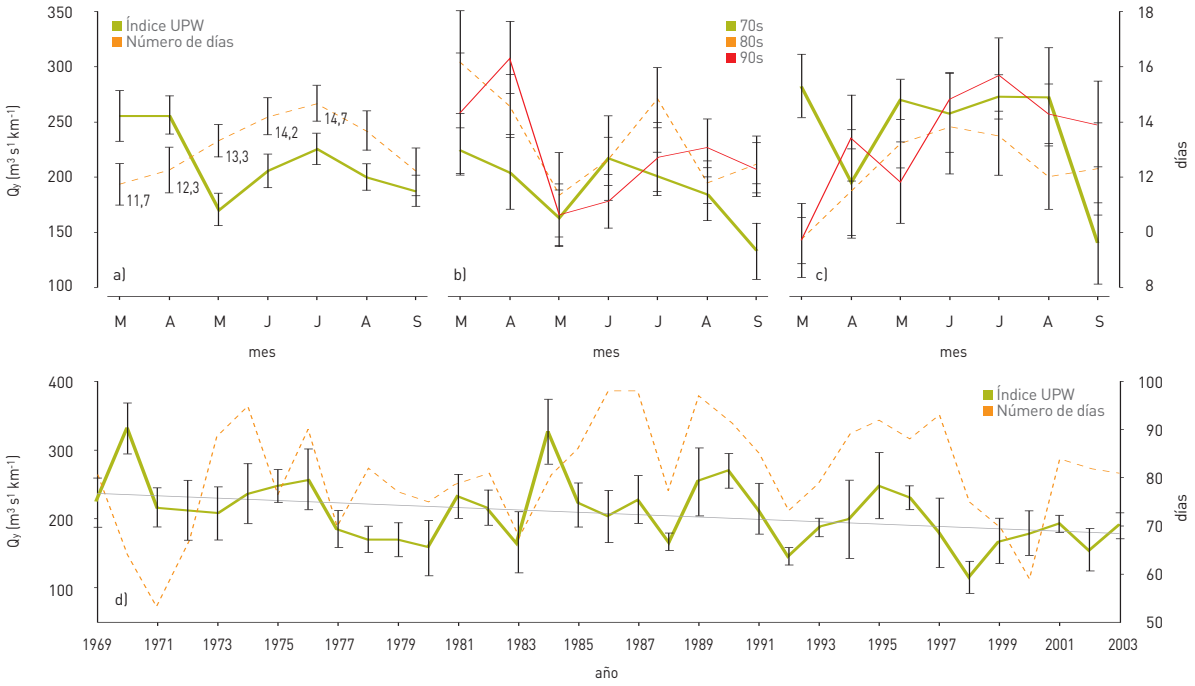
□ **Mapa 4.6.7.** Tasa de incremento térmico superficial en los últimos 30 años obtenida a partir de datos semanales.



Fuente: Cortesía de González-Taboada, modificado de González-Taboada y Anadón, sometido.

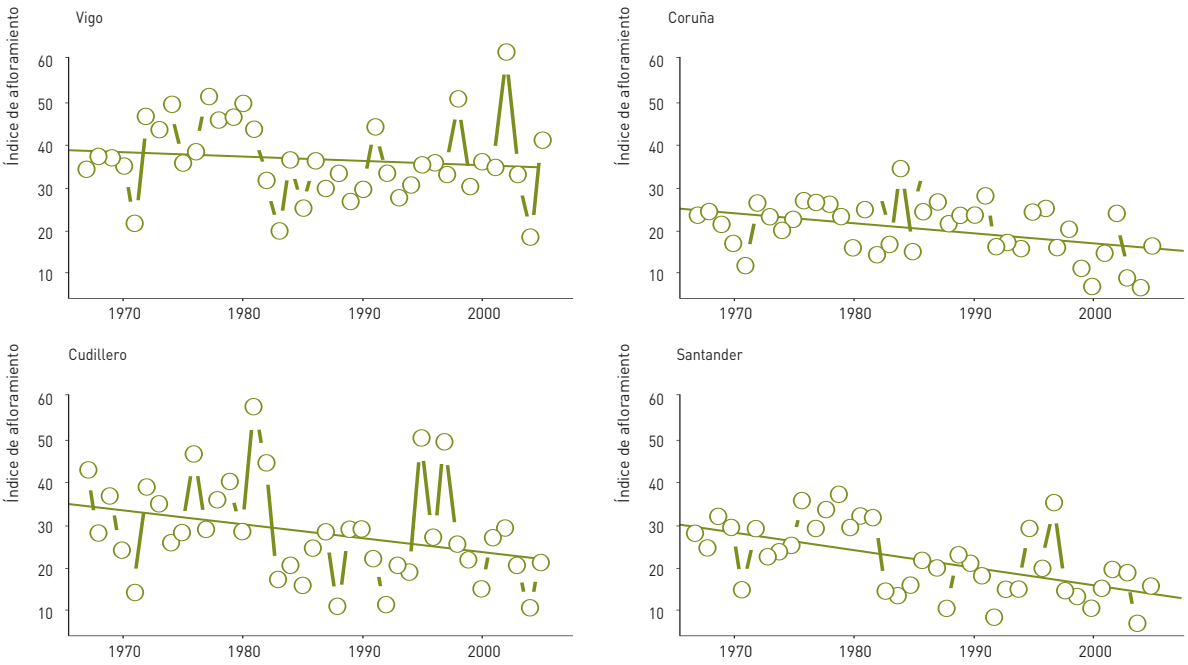


☐ **Figura 4.6.8.** Cambios en la intensidad y frecuencia de afloramiento en la costa central de Asturias; a) Valor medio de la intensidad de afloramiento y número de días de valores positivos (frecuencia de afloramiento) por mes, desde marzo a septiembre (1969-2003); b) Intensidad de afloramiento por décadas: 70, 80 y 90; c) Número de días con afloramiento por década: 70, 80, 90; d) Intensidad (Media y SE) y número de días con afloramiento por año promediando valores por año de abril a septiembre. La línea recta es el ajuste lineal para la intensidad.



Fuente: Llope et al. (2006) (50)

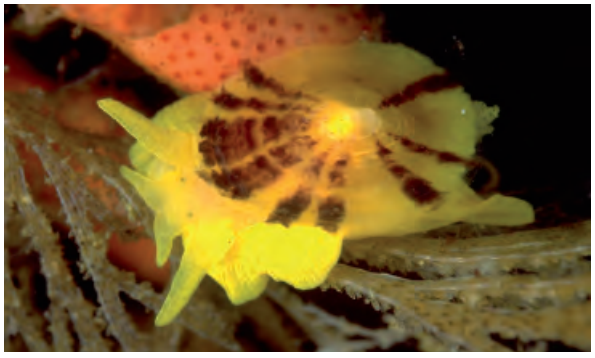
☐ **Figura 4.6.9.** Serie temporal de la media de cada año del índice de afloramiento entre Abril y Septiembre, calculada para diferentes áreas a partir del Global Upwelling Index del Pacific Fisheries Environmental Laboratory.



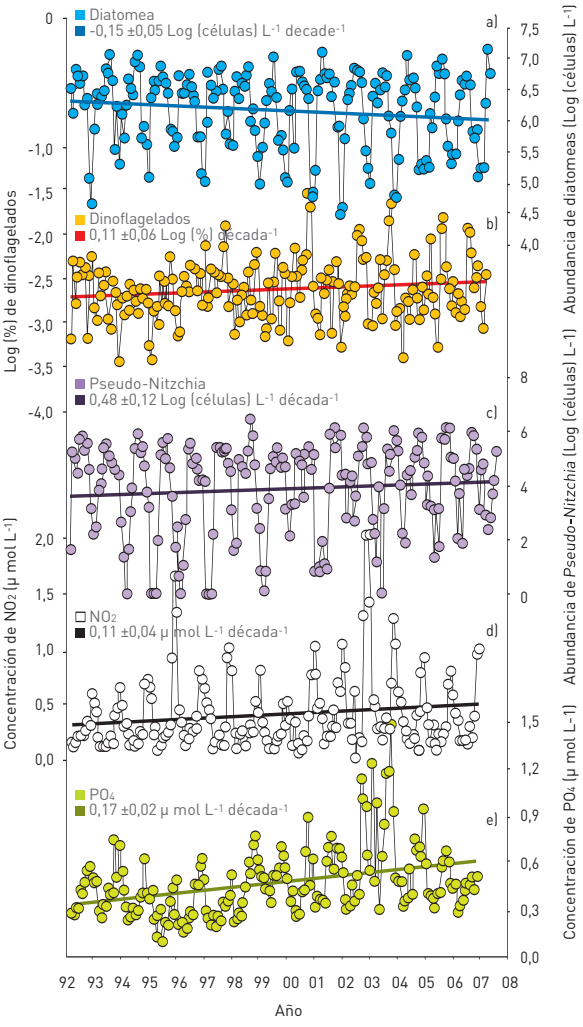
Fuente: Valdés et al. (2007) (54)

La aparición de especies de peces y otros grupos taxonómicos con afinidades subtropicales es cada vez más frecuente, apreciándose su expansión hacia el norte (58, 59, 32). Estos cambios en la composición de las comunidades se han relacionado con la eficiencia en el reclutamiento de algunos peces de interés comercial en aguas del norte de Europa, pero no existen evidencias claras en las costas españolas (60). Sí existen evidencias de cambios en la composición de las comunidades de peces explotados en aguas próximas en el Golfo de Vizcaya, por lo que no sería extraño que el mismo proceso se estuviera produciendo en aguas españolas (61, 62). Estos cambios podrían tener trascendencia económica importante en el futuro. Ya se han descrito cambios en las pesquerías asociados a la presencia de especies subtropicales, o el desplazamiento hacia el norte de otras especies explotadas (32,33); también se aprecian cambios en aguas de Canarias (63). Este tipo de modificaciones deben ser muy generales, y cada vez se va teniendo una información más detallada de los cambios. Desafortunadamente la disponibilidad de series de datos no es tan abundante y de buena calidad como sería deseable.

Entre los procesos hidrográficos más citados y con mayor influencia potencial sobre las especies se encuentra la reducción en la intensidad del afloramiento en el noroeste Ibérico (53, 54, 55, 64) y también de su estacionalidad (53). Un efecto aparente ha sido la modificación de la disponibilidad de nutrientes o el incremento de la estratificación en aguas del talud u oceánicas, lo que se ha traducido en un descenso de la producción primaria (65, 66). Estos cambios no se aprecian en estaciones costeras en el entorno de las Rías Bajas gallegas, en las que la concentración de nutrientes se ha incrementado, y la producción primaria disminuye de manera más lenta (66). Sí se han descrito cambios en las comunidades de fitoplancton asociados a cambios en la intensidad del afloramiento, como son incrementos de la dinoflagelados y disminución de las diatomeas (Figura 4.6.10) (64). El efecto de estos cambios sobre la funcionalidad de los ecosistemas pelágicos y, por tanto, de los servicios que estos prestan, no está bien establecido a escala de la costa española.



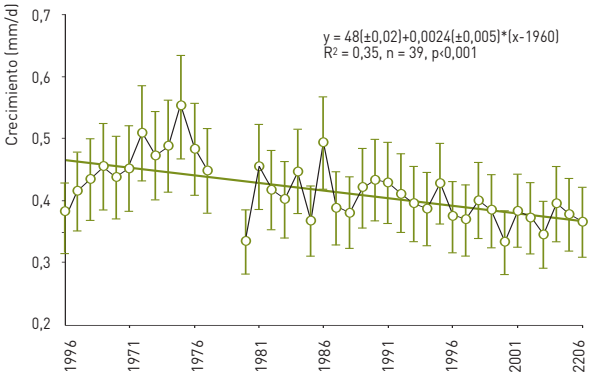
□ **Figura 4.6.10.** Variación en la boca de la Ría de Arousa y desde 1992 de las medias mensuales de las abundancias de tres grupos del fitoplancton: a) abundancia de diatomeas; b) porcentaje de dinoflagelados respecto al total del fitoplancton; c) abundancia de Pseudo-Nitzchia, y de la concentración de dos nutrientes necesarios para las microalgas: d), concentración de nitrato, e) concentración de fósforo.



Fuente: Pérez et al. (2010) (64)

Los datos disponibles no permiten apoyar o refutar la existencia de impactos debidos al cambio climático (67, 68), aunque con una fiabilidad media-alta se prevé un aumento de mortalidad en almejas y berberechos debido a las riadas causadas por lluvias intensas. Debido a la reducción de los afloramientos y a la producción primaria en un momento decisivo del crecimiento, se ha detectado un menor crecimiento de mejillones de batea (Figura 4.6.11) (69). También se han detectado incrementos en las floraciones de algas tóxicas, lo que influye en el crecimiento de los bivalvos explotados o cultivados y desde luego en la comercialización (30).

☐ **Figura 4.6.11.** Reconstrucción de la evolución temporal del crecimiento medio diario de mejillones (mm/d) cultivados en las bateas del segmento central de la ría de Arousa durante el período favorable de afloramiento entre 1966 y 2006.



Fuente: Álvarez-Salgado et al. (2009) (69)

Las comunidades bentónicas costeras y muchas especies responden a los cambios asociados al cambio climático; muy probablemente al calentamiento del agua, pero también a cambios en la estacionalidad en la disposición de nutrientes debido a estratificación, y cambios en regímenes de afloramiento. Las grandes algas pardas representan refugio para peces e invertebrados, alimento para herbívoros y lugares de fijación de puestas de muchos invertebrados. Constituyen uno de los sistema marinos más diversos y productivos (70). En el caso de los bosques de laminarias se han citado hasta 1800 especies de algas, invertebrados y peces asociados a este biotopo (71). Estas grandes algas pardas son especies de aguas templado-frías y muchas de ellas presentan su límite de distribución en las costas de la península Ibérica (72).

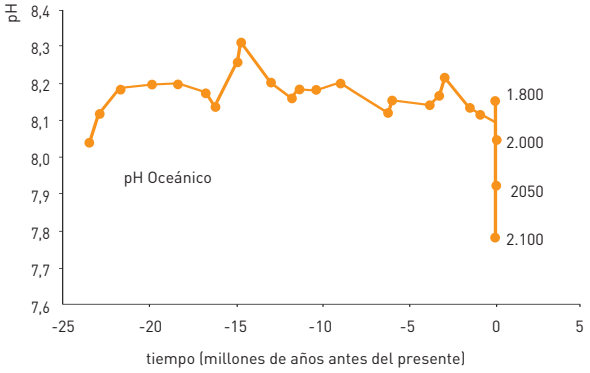
Desde finales del pasado siglo estas especies se encuentran en retroceso hacia el norte siendo el aumento de temperatura del mar y la reducción de la intensidad del afloramiento del NW de la península Ibérica los factores que podrían ser responsables de esta regresión (73). A lo largo de la cornisa cantábrica es notoria la desaparición de especies como *Himanthalia elongata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca*, *Saccharina latissima*, *Saccorhiza polyschides* (observación personal de J.M. Rico y C. Fernández), y una drástica reducción de la abundancia de otras, especialmente *Fucus serratus* y *Fucus vesiculosus* (74, 75). Por el contrario, especies templado-cálidas amplían su área de distribución y aumentan su abundancia, como es el caso de otra alga parda *Bifurcaria bifurcata* (76); o el de la rodofícea *Gelidium corneum* que incrementa su abundancia en aguas antes demasiado frías, el occidente de Asturias (estadísticas del Centro de Experimentación Pesquera del Principado de Asturias), mientras reduce su abundancia en zonas antes apropiadas, las costa vasca, aunque lo relacione con la irradiancia y el oleaje (49).

Es difícil definir las causas precisas de la regresión o la expansión de las especies, ya que se producen efectos sinérgicos entre los factores que intervienen. Lo mismo se puede decir de sus límites de distribución, ya que sus umbrales no son lineares y por tanto difíciles de estimar. A nivel de comunidad resulta aún más problemático debido a la complejidad de las interacciones entre especies y a la posibilidad de que nuevas especies formen parte de los ecosistemas, modificando las interacciones entre las mismas.

Finalmente, dos procesos muy preocupantes: el primero relacionado con la absorción de carbono atmosférico por el océano, el segundo con la subida del nivel del mar. Respecto al primer proceso, su contribución positiva para controlar el incremento de CO_2 de la atmósfera, su papel de sumidero, está disminuyendo debido a la acidificación del mar (Figura 4.6.12) (77, 78), por lo que su papel en este importante servicio ecosistémico se estaría reduciendo. A pesar de ello, en aguas oceánicas del Atlántico ibérico se estaría produciendo una entrada de carbono antropogénico, sobre todo en las capas superficiales y subsuperficiales (Figura 4.6.13) (66). En segundo lugar, al producirse la acidificación del océano, disminuye la capacidad de formación de los esqueletos calcáreos (sobre todo de aragonito) por parte de los organismos que los poseen (cocolitofóridos y otras algas calcáreas, corales, moluscos, equinodermos, crustáceos, entre otros grupos). Una reducción del pH producirá la subsaturación de carbonatos y, por tanto, la tendencia a la disolución del aragonito y la calcita de los esqueletos; esto supondrá un incremento de gasto para los organismos calcificantes, pudiendo llegar a imposibilitar esta función en algunas especies (79). No está bien estudiado en los mares españoles, pero dado que su influencia será global y afectará a todos los procesos de calcificación de los organismos marinos se debe considerar que nos veremos igualmente afectados. Cual será el efecto definitivo sobre muchas de las especies no está bien establecido, pero se presenta como una causa de preocupación severa sobre la biodiversidad marina, y desde luego para muchos de los servicios que esta proporciona, siendo las áreas costeras muy vulnerables. El comercio internacional de productos marinos, y muy probablemente la propia organización de los ecosistemas se verán seriamente comprometidos (77).

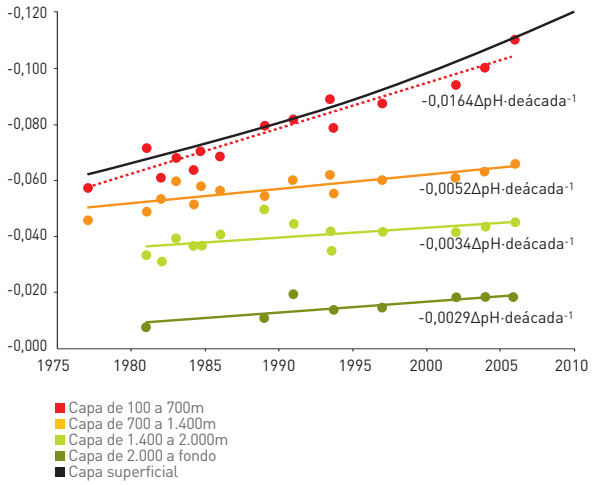
La subida del nivel del mar es otra de las causas de preocupación importantes, pero en este caso su efecto sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos marinos no está muy clara. Sí que afectará a la extensión de playas, a la pérdida de arenales y dunas, y posiblemente de estuarios y marismas, aunque estos puedan tener capacidad de respuesta (80). Pero su efecto más patente es por la inundación de zonas costeras densamente pobladas, por lo que sólo se apuntará la necesidad de encontrar información basada en la experiencia o la observación que permita clarificar su influencia.

☐ **Figura 4.6.12.** Variabilidad pasada, contemporánea y futura del pH en la superficie del océano.



Fuente: Royal (2005) (77).

☐ **Figura 4.6.13.** Evolución temporal de los valores medios de la variación del pH (ΔpH), debido a la captura de carbono antropogénico (CANT) en distintas capas oceánicas para el área entre la península Ibérica y el meridiano 20º W, y desde 36º N a 43º N.



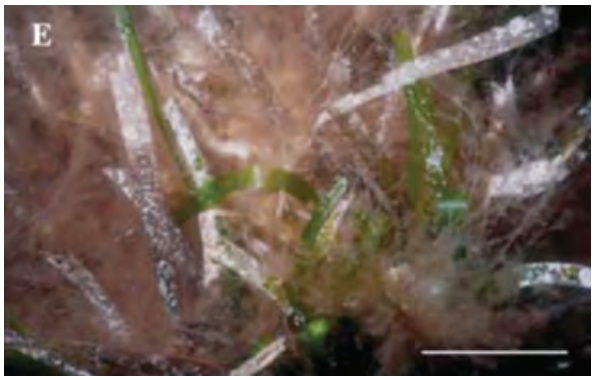
Fuente: Castro et al. 2009 (66)

4.6.5.4. Cambios asociados a la introducción de especies

El número de especies exóticas se ha incrementado en los últimos años (81) y la tendencia al aumento continúa (82). Aunque no hay demasiada información sobre los efectos de las invasiones en las comunidades receptoras, los efectos son por lo general negativos (83).

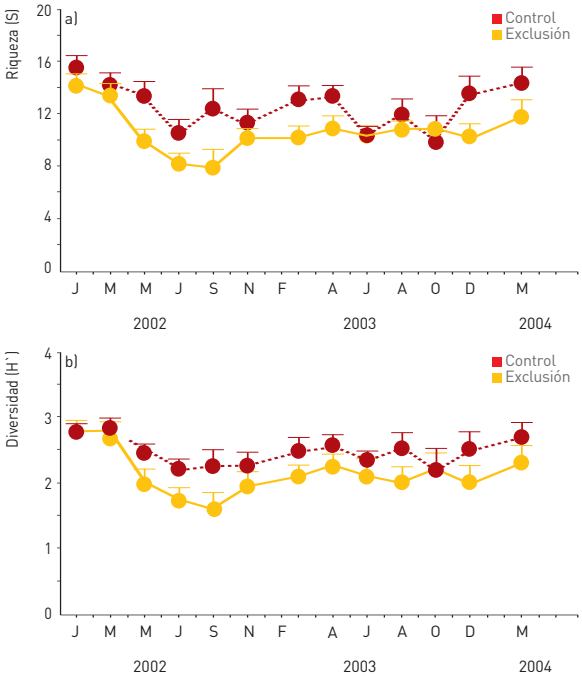
El Mediterráneo es el mar con más especies exóticas. Entre ellas, 6 especies de macroalgas suponen una amenaza para las praderas de *Posidonia oceanica*. *Caulerpa racemosa* y *C. prolifera* alteran la calidad del sedimento y contribuyen, junto con otros factores, a acelerar el declive de *Posidonia* (84,26). *Lophocladia lallemandi* acelera la mortalidad de las raíces (Figura 4.6.14) (85) y *Acrothamnion preissii* desplaza los epifitos autóctonos de los rizomas, reduciendo la diversidad (86). En las praderas atlánticas de *Zostera*, *Codium fragile* y *Sargassum muticum* son hábiles competidores que ocupan el espacio cuando *Zostera* es destruida, impidiendo que pueda volver a colonizarlo (83). *Sargassum muticum* además coloniza sustratos rocosos compitiendo con algas autóctonas como *Cystoseira* o *Gelidium*. De los efectos de esta invasión en la costa norte de España hay abundante documentación en las costas de Galicia y Asturias, siendo los cambios inducidos por la presencia de esta especie de baja magnitud para la comunidad receptora (Figura 4.6.15) (87, 88).

☐ **Figura 4.6.14.** Detalle de la proliferación de *Lophocladia lallemandii* sobre *Posidonia oceanica*. El segmento de la parte inferior derecha de la fotografía corresponde a 5 cm.



Fuente: Fotografía de Ballesteros (2007) (85).

☐ **Figura 4.6.15.** Variación del número de especies y la diversidad en superficies experimentales de la comunidad de *Gelidium spinosum* con exclusión de *Sargassum muticum*.



Fuente: Sánchez et al. (2005) (87)

Una especie que está aumentando su presencia en la costa española es *Codium fragile spp. tomentosoides*. Esta especie ejerce efectos inhibidores sobre el reclutamiento y crecimiento de *Laminaria* (89, 90), llegando a reemplazar a estas grandes algas pardas en algunas zonas de la costa atlántica canadiense en la que las laminarias son defoliadas por los efectos de otra especie invasora, el briozoo *Membranipora membranace* (91). Aunque *Codium fragile spp. tomentosoides* está ampliamente distribuido por las costas españolas, no existen estudios de sus efectos sobre las comunidades receptoras. *Undaria pinnnatifida*, un alga parda de gran tamaño oriunda de las costas asiáticas, es otro caso de rápida expansión por todos los mares de ambos hemisferios. En España se localiza principalmente en Galicia y algunas localidades de Asturias, colonizando el intermareal inferior y el sublitoral (92), donde se desarrollan comunidades de algas rojas y grandes algas pardas. Aunque existen evidencias de efectos negativos sobre la biodiversidad de las comunidades en las que se integra en el hemisferio Sur (Argentina y Tasmania), en España no existen estudios al respecto.

También se ha producido la llegada de especies animales a nuestras costas. Sin tener en cuenta la expansión de especies de aguas cálidas, la más conocida es la entrada lessepsiana de especies del Mar Rojo en el Mediterráneo o de especies subtropicales por Gibraltar, como queda reflejado en el Atlas del CIESM (http://www.ciesm.org/online/atlas/intro.htm). No se han descrito daños asociados a la presencia de estas especies, por lo que por ahora solo representa un enriquecimiento en el número de especies.

■ 4.6.6. CONCLUSIONES

Como conclusión general se puede afirmar que el conocimiento sobre la biodiversidad marina, su composición o sus estructura y funcionalidad, ha tenido en España un amplio impulso en las últimas décadas. Aún siendo esto cierto, quedan por entender con detalle los efectos que el uso humano provoca en estos sistemas, de forma directa por explotación, introducción de especies, modificación de la costa u otros forzamientos; y desde luego se vuelve más perentorio resolver este déficit cuando la influencia de estos forzamientos se interconecta con los efectos que el cambio climático genera.

Por ello es necesario encauzar con claridad de ideas el desarrollo de sistemas de control de los cambios que tengan lugar, en paralelo al desarrollo de nuevas herramientas conceptuales o aproximaciones teóricas que permitan comprender el papel de la biodiversidad y proyectar los cambios hacia el futuro. Eso indicará que se entiende mejor la dinámica de poblaciones y ecosistemas y el ambiente, y de la propia actividad humana sobre ellos, base imprescindible para una gestión adecuada de la parte marina del sistema sostén.

■ 4.6.7. ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD MARINA PARA SU PROTECCIÓN: PROYECTO LIFE+ INDEMARES

4.6.7.1. Marco general del proyecto, marco socioeconómico y marco biogeográfico

Marco general

En España, hasta el momento, las áreas incluidas en la Red Natura 2000 tienen, al igual que a nivel europeo, una representación mayoritariamente terrestre. La mayoría de las zonas marinas existentes con alguna figura de protección europea están, asimismo, en zonas relativamente cercanas a la costa, forman parte de la franja terrestre-marina del litoral costero (ej. zonas intermareales) y excluyen zonas de alta mar con un alto valor ecológico. Por otra parte, hasta la actualidad, algunos de los lugares designados o propuestos para pertenecer a la Red Natura 2000 coinciden, en muchas zonas y en un alto porcentaje, con otras figuras de protección preexistentes bajo la legislación nacional o autonómica.

El Consejo de Ministros aprobó en su reunión del 5 de junio 2009 un "Acuerdo para la creación de una red de diez áreas marinas protegidas (AMP) en aguas españolas para su inclusión en la Red Natura 2000 en Medio Marino". Según la Directiva marco sobre la Estrategia Marina Europea, las acciones que han de realizar los Estados miembros para garantizar un buen estado ecológico tienen que basarse en evaluaciones sólidas y fiables del impacto de las actividades humanas en el medio marino.

En este contexto, el proyecto LIFE+ "Inventario y designación de la Red Natura 2000 en áreas marinas del Estado español" (INDEMARES), responde en primera estancia a la necesidad inmediata de avanzar en el conocimiento y establecimiento de la Red Natura 2000 en el medio marino en España. Para ello, sus principales acciones se centran en los hábitat que figuran en el Anexo I y las especies recogidas en el Anexo II de la Directiva Hábitat y las especies de aves recogidas en el Anexo I de la Directiva Aves. Esto implica, en primer lugar, realizar un inventario de aquellas áreas que puedan presentar los hábitat y/o especies recogidos en las mencionadas directivas y así poder designar y declarar los espacios marinos Natura 2000 para su protección y adecuada gestión.

Debe tenerse en cuenta que la conservación de los hábitat y especies marinas no depende exclusivamente de la designación de espacios Natura 2000 y su gestión, sino que es absolutamente necesario atajar la presión humana como parte de una estrategia de conservación marina más amplia. En este sentido, el proyecto LIFE+ INDEMARES, además de cubrir la obligatoriedad que los Estados miembros tienen de designar lugares Natura 2000 Marinos, contribuyendo así a la *Directiva Marco de Estrategia*

Marina, tiene un enfoque ecosistémico, de tal modo que integra el trabajo no sólo de las instituciones de referencia en el ámbito de la gestión, la investigación y la conservación del medio marino, sino también a los usuarios del mar en general, con especial atención al sector pesquero.

Marco socioeconómico

La pesca es la actividad socioeconómica más importante de todas las que se llevan a cabo en las aguas marinas españolas. Esta actividad, practicada desde tiempos remotos, ha sido el motor de desarrollo de muchas poblaciones ribereñas. En general, los pescadores observan con cierta preocupación cualquier medida de conservación que se pueda tomar en las zonas en las que desarrollan su actividad, dado que esto puede suponer restricciones a la pesca y por tanto la disminución de su poder adquisitivo.

La creación de AMP no sólo demostrará que sus efectos sobre los recursos naturales serán claramente beneficiosos a medio y largo plazo para el sector pesquero, sino que debe contemplar la compatibilidad con determinadas actividades pesqueras. También debe servir para establecer medidas de gestión que minimicen el impacto de las pesquerías. Igualmente es necesario conocer que impacto pueden tener el establecimiento de estas áreas protegidas en el desarrollo socioeconómico de la actividad pesquera.

Asegurar el seguimiento de las actividades pesqueras en las 10 áreas seleccionadas por el proyecto para evitar la degradación de los hábitat y especies presentes en aguas marítimas no costeras es de vital importancia, así como la monitorización de la intensidad de la actividad pesquera para evaluar si la degradación de los hábitat y sus especies se deben a cambios cuantitativos o cualitativos.

El establecimiento de un área protegida conlleva una serie de consecuencias socioeconómicas derivadas de la modificación o nuevos usos y actividades en estas zonas, así como de la implementación de medidas de conservación y gestión. Valorar los costes de gestión y beneficios económicos de un área marina de gran tamaño es una tarea difícil debido entre otros factores a los siguientes:

- No existe un buen conocimiento científico de las áreas a proteger.
- Deben implantarse alternativas económicas a la pesca, lo que tiene un coste derivado del cese o cambio de actividad de los pescadores.
- Deben implantarse alternativas al tráfico marítimo y valorar el coste de no poder atravesar áreas protegidas o disminuir su frecuencia o el tipo de buques dependiendo del riesgo de la carga.
- Deben tenerse en cuenta otros usos, como son los de la pesca deportiva, buceo, extracción de crudo, minerales, etc.
- No existe una delimitación clara de la territorialidad en algunas áreas propuestas.
- El coste de los sistemas de control y vigilancia es elevado.

En este contexto, los objetivos deben centrarse en:

1) Establecer los costes de gestión de las diferentes AMP seleccionadas.
2) Cuantificar los beneficios económicos que los nuevos LIC y ZEPA tendrán sobre las poblaciones próximas.
3) Cuantificar los impactos económicos que los posibles cambios de uso pueden tener en los usuarios actuales de las áreas seleccionadas y proponer alternativas para minimizar sus efectos.

Estos objetivos se deberían desarrollar a través de las siguientes metodologías:

1) Recopilación bibliográfica previa de los usos históricos y sus impactos económicos en las poblaciones ribereñas próximas a cada una de las zonas para conocer así la dependencia económica de las diferentes actividades económicas en las zonas de estudio.
2) Análisis de los costes de gestión de cada una de las áreas seleccionadas. Al tratarse de áreas muy grandes, los costes de gestión por hectárea disminuyen considerablemente. Sin embargo, las medidas de vigilancia y control son más difíciles de implementar debido a que esas actividades deben realizarse con aviones, barcos y otros sistemas de control.
3) Realizar un análisis de los impactos positivos y negativos y la repercusión económica que el establecimiento de las AMP tendrá para los usuarios y poblaciones ribereñas de las zonas de estudio.
4) Utilización de actividades económicas como herramienta para la toma de decisiones futuras.

En este contexto, el proyecto contempla estudios de los impactos de las pesquerías sobre los ecosistemas objetivo y la identificación de problemas de incompatibilidad entre ciertas modalidades extractivas y la conservación del medio marino. Debido a las particularidades de las zonas de estudio, el proyecto dirige gran parte de su esfuerzo a la identificación detallada de los hábitat más sensibles para la aplicación de medidas concretas de protección, intentando no perjudicar los intereses del sector pesquero. Para ello, se realizará un estudio de las diferentes modalidades de pesca en las zonas de actuación.

Marco biogeográfico

El proyecto actúa en las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción española, incluyendo el mar territorial (12 millas náuticas) y, en cada caso, la Zona Económica Exclusiva (ZEE) y la Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo, así como la plataforma continental. La ZEE tiene una anchura de 200 millas náuticas desde las

líneas de base rectas o, en su defecto, la línea de bajamar escorada. La Zona de Protección Pesquera del Mediterráneo abarca de 12 a 49 millas náuticas, desde Girona hasta Almería. En los estrechos o zonas limítrofes con otros países, el ámbito lo marca la línea de mediania entre los respectivos países.

Dada la envergadura de los trabajos de inventario de hábitat y especies a realizar en este ámbito geográfico de actuación tan amplio, se parte de una propuesta de lugares concretos de actuación: 10 amplias zonas de estudio en la región atlántica, Mediterránea y Macaronésica, acordadas por los beneficiarios del proyecto. Dichas áreas se han seleccionado partiendo de una propuesta de inventario de la biodiversidad marina del Ministerio de Medio Ambiente (2004) y de una propuesta de Red Representativa de Áreas Marinas Protegidas en España que WWF-España realizó en el año 2005 con el asesoramiento de una amplia representación de científicos de los principales institutos de investigaciones marinas, Universidades y ONG españolas.

Los criterios utilizados en la selección de estas áreas se basaron en los siguientes aspectos:

- Representación biogeográfica.
- Presencia de estructuras submarinas de interés para su conservación y estudio.
- Presencia de especies o hábitat amenazados.
- Presencia de áreas naturales bien conservadas.

Como resultado preliminar de este trabajo, se identificaron 31 áreas marinas a lo largo del litoral peninsular español y las Islas Baleares, a las que hay que sumar otras 18 áreas representativas de las Islas Canarias, lo que resulta en un total de 49 áreas, que ocupan una extensión de unos 6 millones de ha.

De esas 49 áreas, las 10 seleccionadas en el marco del actual proyecto LIFE+ INDEMARES son aquellas zonas en las que, de acuerdo con el informe del Consejo de Estado, "corresponde al Estado la propuesta de establecimiento y la gestión de los LIC y la designación de ZEPA marinos situados íntegramente en aguas interiores/exteriores en hábitat discontinuos de los terrestres más cercanos.

Ocho de las 10 áreas están repartidas por la geografía marina peninsular y balear y 2 se sitúan en las Islas Canarias (región Macaronésica) y, en total, suponen una superficie aproximada de 2,5 millones de hectáreas (Mapa 4.6.8): Cañón de Creus, Delta del Ebro-Columbretes, Canal de Menorca, Seco de los Olivos, Isla y conos volcánicos de Alborán, Chimeneas de Cádiz, Banco de Galicia, Cañón de Avilés, Sur de Fuerteventura y Banco de la Concepción.

Estas zonas han sido consideradas suficientemente representativas y de interés prioritario a la hora de realizar los trabajos de inventario, aunque debe señalarse que constituyen una primera propuesta de actuación, pudiéndose ampliar y/o modificar en función de la investigación realizada en las medidas preparatorias y de los medios técnicos y económicos disponibles a través del proyecto, teniendo también en cuenta los plazos de actuación.

□ **Mapa 4.6.8.** Áreas de estudio del proyecto INDEMARES



Fuente: Elaboración OSE a partir de Secretaría General del Mar, MARM, 2009.

4.6.7.2. Objetivos del proyecto

Tal y como se ha comentado al principio de este apartado, el objetivo general del proyecto INDEMARES es el de contribuir a la protección y uso sostenible de la biodiversidad en los mares españoles mediante la identificación de espacios de alto valor ecológico para la Red Natura 2000. Las actuaciones previstas en el marco del proyecto se desarrollan entre el 1 de enero de 2009 y el 31 de diciembre de 2013. Cuenta con un presupuesto de 15,4 millones de euros, cofinanciado por la Comisión Europea en un 50%.

La Fundación Biodiversidad actúa como coordinador del proyecto, en el que participan otros nueve socios: el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (a través de la Secretaría General del Mar), el Instituto Español de Oceanografía (IEO), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), ALNITAK, la Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos, OCEANA, la Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario, SEO/BirdLife y WWF España (Figura 4.6.16).

☐ **Figura 4.6.16.** Socios del proyecto INDEMARES



Fuente: Proyecto INDEMARES

Las actividades del proyecto van encaminadas a cumplir los 5 objetivos específicos que se indican a continuación:

a) Completar la identificación de la Red Natura 2000 marina en España.
b) Promover la participación de todas las partes implicadas en la investigación, conservación y gestión del mar y sus recursos y hacer partícipes del proyecto a los usuarios del mar.
c) Disponer de unas directrices de gestión y seguimiento para los lugares propuestos.
d) Sensibilizar a la población sobre la importancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina.
e) Contribuir al reforzamiento de los convenios internacionales sobre el mar que se aplican en España (OSPAR y Barcelona).

a) Completar la identificación de la Red Natura 2000 marina en España

La falta de información científica, así como las complejas cuestiones jurisdiccionales y el solapamiento de responsabilidades entre diferentes administraciones han sido las principales lagunas en la aplicación de la Red Natura 2000 en el mar en España, especialmente en relación con los hábitat y especies de alta mar. A diferencia de las áreas costeras o litorales, se dispone de muy poca información científica sobre la localización, distribución y características de especies y hábitat que se encuentran en alta mar y la mayor parte de la información disponible hasta la fecha se ha obtenido a través de la investigación realizada con fines pesqueros. Por estas razones, resta mucho trabajo por hacer para poder conocer el estado real de conservación de especies tan amenazadas como por ejemplo el cachalote *(Physeter macrocephalus)*, la pardela balear *(Puffinus mauretanicus)*, o hábitat complejos como los cañones submarinos, los fondos de maërl o los corales de profundidad. Ello es debido en parte a las dificultades técnicas que implica trabajar en zonas marinas alejadas de la costa, a profundidades en las que se requiere una tecnología puntera y un equipamiento costoso, de tal modo que muy pocas organizaciones o instituciones tienen los medios y las capacidades necesarias para llevar a cabo este tipo de trabajo.

La información disponible sobre las áreas de estudio propuestas se encuentra muy dispersa y repartida entre todas las organizaciones y entidades que se ocupan del estudio del medio marino. Una de las principales aportaciones del proyecto es la de aglutinar y poner en común toda esta información, contribuyendo a paliar uno los obstáculos mencionados anteriormente como es la escasez de comunicación entre los ámbitos de investigación.

El proyecto plantea la realización de un importante esfuerzo de investigación en alta mar con el fin de proporcionar la información científica necesaria para poder completar la Red Natura 2000 en el mar. Gracias a los barcos y medios técnicos puestos a disposición del proyecto por instituciones como el IEO, el CSIC y la SGM, todos ellos socios del proyecto, se va a llevar a cabo un inventario exhaustivo de las especies y hábitat que figuran en las Directivas Aves y Hábitat, así como una caracterización y análisis sobre su estado de conservación en la zonas de estudio identificadas previamente por expertos marinos como las más interesantes desde el punto de vista de biodiversidad. Como resultado del proceso de inventario, se espera proporcionar una sólida base científica para mejorar la definición de algunos tipos de hábitat recogidos en los anexos de las mencionadas directivas, como por ejemplo los bancos de arena sumergidos permanentemente, así como una contribución a una futura ampliación de los anexos de la Directiva Hábitat y los listados de los Convenios OSPAR y Barcelona.

b) Promover la participación de todas las partes implicadas en la investigación, conservación y gestión del mar y sus recursos y hacer partícipes del proyecto a los usuarios del mar.

Muchos organismos públicos y privados están dedicando importantes esfuerzos a la investigación y gestión de recursos marinos, tradicionalmente más enfocados a la explotación de las pesquerías. Por otra parte, en una región de gran desarrollo socioeconómico, los lugares de la Red Natura 2000 marina u otras áreas marinas protegidas deben necesariamente integrar a las personas y colectivos que utilizan el medio marino.

Los ejemplos de áreas marinas protegidas, tanto nacionales como internacionales, muestran que la gestión debe ser fruto de un consenso entre todos los usuarios del mar. Todos ellos deben percibir al área marina protegida como algo beneficioso para la sostenibilidad de sus actividades socioeconómicas y para la conservación de la biodiversidad, evitando experiencias previas en los que la Red Natura 2000 ha sido percibida por el público como una imposición, mostrando la vital importancia de involucrar directamente a los usuarios del mar en las fases de diseño, gestión y monitorización de los lugares designados.

El enfoque ecosistémico es una condición sine qua non para la construcción de la Red Natura 2000 en el mar, que pretende favorecer su integración en las políticas sectoriales. El proyecto pretende dar respuesta a este enfoque mediante la participación de las instituciones y organizaciones pertinentes con competencias en la gestión, la investigación y conservación de los recursos naturales. Además, desde las etapas iniciales de la aplicación de la Red Natura 2000 en el mar, también se cuenta con la participación de otros sectores interesados, como son, entre otros, el sector pesquero y las Comunidades Autónomas costeras (Andalucía, Galicia, Asturias, Baleares, País Vasco, Cantabria, Murcia, Valencia, Cataluña y Canarias). Varias acciones van encaminadas a este respecto, en las que no sólo se pretende informar del desarrollo de las mismas, sino que se promueve y se invita a colaborar constructivamente sobre todo en la fase de elaboración de las directrices de gestión de las áreas.

Se espera que los interesados puedan percibir Natura 2000 como una ventaja y no como una carga para sus actividades socioeconómicas y además se pretende crear una mayor conciencia social sobre la importancia de la conservación del mar y su biodiversidad.

El proyecto cuenta además con el apoyo de otros ministerios con competencias importantes en el mar, tales como Industria, Comercio y Turismo, Defensa, y Asuntos Exteriores y de Cooperación.

c) Disponer de unas directrices de gestión y seguimiento para los lugares propuestos

España es uno de los países más ricos de Europa en términos de biodiversidad marina, la cual está siendo mermada drásticamente debido al aumento de actividades humanas tales como la sobrepesca, el tráfico marítimo y el desarrollo turístico e industrial. A ello hay que sumar la falta de definición clara de competencias en ciertas zonas, e incluso la conflictividad existente en la gestión. Hasta el momento, no existen unas directrices generales de gestión de las zonas marinas protegidas que engloben tanto su explotación como las amenazas que afrontan.

La actividad pesquera está afectando a la biodiversidad marina, tanto por sobreexplotación como por utilización de algunas técnicas pesqueras dañinas. Entre los impactos que se producen se pueden citar la alteración de las zonas de puesta, lo que impide la renovación y el crecimiento de la ictiofauna; las capturas accidentales de especies singulares, como tiburones, tortugas, aves o mamíferos marinos; la destrucción de hábitat de fondos y especies bentónicas; y la pérdida de los sistemas pesqueros tradicionales. Por su parte, el tráfico marítimo puede producir contaminación acústica (caso de los cetáceos y el sónar); contaminación por los vertidos tóxicos, ya sean accidentales o deliberados; e introducción de organismos alóctonos. En cuanto al desarrollo industrial, la localización de parques eólicos marinos o plataformas petrolíferas, la extracción de arenas y explotaciones mineras y el desarrollo intensivo de la acuicultura en zonas de gran valor ecológico. Por último, debe tenerse presente que actuaciones de desarrollo litoral, como la destrucción de la costa, las actividades turísticas descontroladas y las descargas submarinas de aguas residuales, pueden tener repercusiones en hábitat no costeros o en especies de gran movilidad.

INDEMARES pretende, en primer lugar, conocer en cada uno de los lugares propuestos las amenazas concretas, así como cuantificar y valorar su impacto sobre los hábitat y especies protegidas por las directivas europeas. Varias acciones planteadas en el proyecto van también encaminadas a paliar estas amenazas, como la monitorización de las actividades humanas, el seguimiento de la contaminación por hidrocarburos y la valoración y proposición de posibles alternativas para el transporte marítimo en lugares de interés para la conservación de la biodiversidad marina. Además, el proyecto cuenta con acciones específicamente dirigidas al sector de la pesca, como la valoración y cuantificación de los impactos de las pesquerías sobre hábitat y especies marinos y la gestión ecosistémica adaptativa de los riesgos derivados de la pesca para cetáceos, tortugas y aves marinas.

La gestión para los espacios marinos Natura 2000 presenta retos específicos, especialmente en zonas alejadas

de la costa, debido a la complejidad de algunas zonas y a los costes que supone trabajar en este entorno. El proceso de toma de decisiones en cuanto a la aplicación de algunas acciones en el mar territorial y más allá también es complejo en la medida en que participen instituciones nacionales, comunitarias e incluso internacionales. Aunque existen planes de gestión de algunos espacios marinos, por ejemplo de LIC de Comunidades Autónomas en zonas costeras, de Reservas Marinas de interés pesquero o planes de ordenación de las Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM), no existe a nivel estatal un documento que asegure la coherencia de la gestión en los lugares marinos protegidos.

La elaboración de un documento de directrices va a contribuir a que todos los espacios que van a formar parte de la Red Natura 2000 marina sigan los mismos criterios generales de gestión, planificación y seguimiento, para conseguir un funcionamiento homogéneo de la red y potenciar su coherencia. A través de su difusión a las autoridades implicadas, se pretende facilitar el reto futuro de elaboración de planes de gestión y seguimiento para cada uno de los lugares de la Red Natura 2000 y contribuir a tomar decisiones de gestión eficaces, como las destinadas a evitar las alteraciones importantes en los lugares seleccionados.

Las mencionadas directrices de gestión y seguimiento de los lugares de la Red Natura 2000 marinos se enmarcan en lo establecido a tal efecto en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que establece en su artículo 41.3 que el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, en colaboración con las Comunidades Autónomas, elaborará, en el marco del Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y la Biodiversidad unas directrices de conservación de la Red Natura 2000, que constituirán el marco para la planificación y gestión de dichos espacios. Además, dichas directrices también se acogen a lo mencionado en otros artículos de la citada Ley (artículo 49.4-Directrices de conservación de las áreas protegidas por instrumentos internacionales- y artículo 32.4-Criterios mínimos comunes de gestión aplicables a las Áreas Marinas Protegidas incluidas en la Red de AMP de España). Estas directrices también servirán para integrar la Red Natura 2000 en las políticas sectoriales como la pesca, el tráfico marítimo, las explotaciones submarinas, las infraestructuras energéticas y las actividades militares y extractivas.

d) Sensibilizar a la población sobre la importancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina

La opinión pública hoy en día es relativamente consciente de la necesidad de proteger los espacios naturales en la parte terrestre de la Red Natura 2000. Sin embargo, la percepción en el mar es diferente, ya que el gran público todavía no ve nuestros mares como un ecosistema valioso y el mar recibe un trato muy diferente al que se ha venido dando a la superficie terrestre en términos de conservación.

Exceptuando a los pescadores y a los científicos y conservacionistas que se ocupan del medio marino, la mayor parte del público desconoce la gran biodiversidad de nuestros mares y su importancia para el equilibrio de sus ecosistemas. Paliar este desconocimiento social es básico para la preservación y conservación de estas especies y sus hábitat.

El proyecto pretende contribuir a revertir esta percepción a través de la aplicación de acciones de comunicación y la difusión de información sólida para la población sobre la importancia de la conservación y utilización sostenible de sus recursos.

e) Contribuir al reforzamiento de los convenios internacionales sobre el mar que se aplican en España (OSPAR y Barcelona).

El Estado español forma parte de dos convenios internacionales sobre el mar, con los que tiene que cumplir una serie de compromisos: el convenio sobre la protección del medio marino del nordeste atlántico, o Convenio OSPAR, cuyo Anexo V trata sobre la protección y la conservación de los ecosistemas y la diversidad biológica de la zona marítima; y el convenio internacional para la protección del medioambiente marino y de la región costera del Mediterráneo, conocido como Convenio de Barcelona, que incluye un protocolo sobre biodiversidad marina.

Dado el esfuerzo que se realiza en el proyecto INDEMARES para incrementar los conocimientos sobre la biodiversidad en el medio marino y establecer lugares que conformarán la Red Natura 2000, y con el fin de dar coherencia al establecimiento de AMP, es obvio que contribuye al desarrollo de ambos convenios. Esto se realizará, por un lado, con una propuesta de ampliación de anexos de hábitat y especies marinos de ambos convenios, si procede según los resultados del proyecto, y por otro, proponiendo la inclusión en la red OSPAR de AMP y ZEPIM, respectivamente, de aquellos lugares de estudio del proyecto que cumplan con los criterios establecidos en ambos convenios.

4.6.7.3. Áreas de estudio del proyecto INDEMARES.

Tal y como se ha comentado anteriormente, el proyecto INDEMARES llevará a cabo el estudio de 10 áreas con el objetivo de poder incluirlas en la Red Natura 2000 marina. En la Tabla 4.6.1 se muestran estas áreas y la superficie que ocupan:

☐ **Tabla 4.6.1.** Áreas objeto de estudio del proyecto INDEMARES.

LOCALIZACION	AREA TOTAL (ha)
Banco de Galicia	246.171,608
Canal de Menorca	145.530,162
Cañon de Avilés	293.305,177
Cañón de Creus	238.981,231
Seco de los Olivos	5.334,200
Chimeneas del Golfo de Cádiz	111.214,157
Delta del Ebro-Columbretes	873.543,939
Montañas submarinas y conos volcánicos de Alborán	243.300,311
Banco de la Concepción	237.600
Área Gran Canaria-Fuerteventura	23.000
TOTAL	**2.517.980.785**

Fuente: Proyecto INDEMARES.

A continuación se describe brevemente cada una de las áreas de estudio del proyecto:

Cañón de Creus

El cañón del Cap de Creus se encuentra localizado a unos 5 kilómetros de la Costa Brava mediterránea. Siguiendo la línea de costa, 20 kilómetros hacia el sur, se encuentra la cabecera del cañón de Palamós a unos 3 km de la línea costera.

Los cañones de Cap de Creus y Palamós, junto con el de Blanes, son elementos prominentes de la topografía submarina del noroeste Mediterráneo. Las cabeceras de los cañones del Cap de Creus y Palamós inciden en la plataforma continental aproximadamente a unos 90-100 m de profundidad y están separados de la línea de costa por unos 5 y 3 km respectivamente. Ambos se orientan en dirección norte-sur constituyéndose un eje en forma de V que, de forma gradual, se va abriendo hacia el mar abierto. La longitud total de ambos cañones es de unos 40 km y la profundidad máxima es de unos 1400 m para el cañón del Cap de Creus y 2200 m para el de Palamós. Las paredes de ambos presentan relieves escarpados en varias zonas de su recorrido así como un relieve abrupto.

La información con la que se cuenta actualmente, muestra una elevada diversidad de especies en varias de las áreas prospectadas del cañón del Cabo de Creus. Las comunidades observadas en estos enclaves a unos 190 metros de profundidad, son claramente diferentes a las observadas en zonas de plataforma. Las observaciones llevadas a cabo, tanto de comunidades bentónicas como planctónicas, ponen de manifiesto las peculiaridades del área.

La especie que presenta un papel principal como constructora de estructura tridimensional es el coral *Madrepora oculata*. Este coral blanco es típico de zonas profundas y aguas frías y, al igual que los corales de otras latitudes, es un soporte fundamental para infinidad de especies bentónicas, por lo que presenta una elevada biodiversidad asociada. Muchas especies sésiles, como esponjas, equinodermos, hydrozoos, en algunos enclaves de coral rojo, así como especies móviles, como cangrejos y peces, se han observado entorno a estas comunidades de coral. La presencia de numerosos cables y restos de aparejos de pesca hallados en las zonas prospectadas son testimonio del impacto de las actividades pesqueras en estas áreas. Es sabido que muchas de estas comunidades fueron destruidas debido a la elevada actividad de arrastreros en las áreas de plataforma y talud. Las comunidades supervivientes del Cap de Creus han sobrevivido debido a su mayor inaccesibilidad a este impacto.

Muchas localizaciones en los cañones submarinos funcionan como un arrecife de gran profundidad. Las paredes submarinas escarpadas, llenas de recovecos y salientes rocosos, recuerdan a los cañones de los ríos, y ofrecen refugio a multitud de organismos proporcionando un substrato adecuado para la formación de comunidades tridimensionales y presentando una gran variedad de hábitat, tanto para los formadores de estructura, como los corales blancos, como para otros componentes de la comunidad como son las esponjas, los hidrozoos, el coral rojo o diversas especies de equinodermos, entre otros. En numerosos enclaves del Atlántico Norte se ha observado que las comunidades de corales fríos constituyen un hábitat ideal para los alevines y juveniles de diversas especies de peces. Muchas de estas especies son de interés comercial, resultando estos hábitat un refugio para las mismas frente a la presión pesquera y un ámbito donde la recuperación de los stocks de estas poblaciones se ve facilitada. Debido a esta pluralidad de hábitat, los cañones submarinos presentan una elevada diversidad biológica en comparación con otras áreas oceánicas profundas de fondos blandos. Otro de los factores que hacen de los cañones submarinos un área singular son sus características hidrográficas: los elevados regímenes de corrientes hacen de estas zonas enclaves muy dinámicos con una elevada concentración de partículas en la columna de agua, lo cual supone una importante fuente de alimento para muchos organismos marinos.

Delta del Ebro - Columbretes

Las islas Columbretes (19 ha) son espacio natural protegido por la Generalitat Valenciana desde 1988, primero como Parque Natural y seis años más tarde como Reserva Natural.

En 1990, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación creó la Reserva Marina de Interés Pesquero de las Islas Columbretes y, en el marco inter-

nacional, ha sido designada como zona LIC, ZEPA y ZEPIM. Las áreas LIC y ZEPIM en torno a Columbretes incluyen como núcleo central de alta biodiversidad 4.400 ha, si bien se extienden por fuera de la reserva marina hasta unas 12.000 ha.

En cuanto a la pesca profesional habitual en el entorno de la Reserva Marina, domina la de trasmallo y, en mucha menor medida, el palangre de fondo, el palangre de superficie (marrajeras) y el arrastre.

Por su parte, el Delta del Ebro constituye la segunda IBA (Áreas de Importancia para las Aves), más relevante de España y ha sido designado como zona RAMSAR, ZEPA, LIC y Parque Natural, confirmándose como uno de los últimos sistemas deltaicos europeos. En la zona marina se continúa con una plataforma continental ancha que se extiende hasta unas 30 millas náuticas desde el Delta del Ebro hasta la Fosa de Valencia. A partir de ese punto empieza el talud continental, que presenta en esta zona una pendiente pronunciada. Al sur de esta zona de plataforma, a 27 millas náuticas de la costa, emerge el archipiélago de Columbretes, formado por cuatro grupos de islotes y varios escollos y bajos, todos ellos de origen volcánico.

La zona del delta destaca por la riqueza de los fondos marinos, con gran variedad de comunidades mediterráneas en excelente estado de conservación. Cuenta con nutridas pesquerías de sardina y boquerón, e importantes poblaciones de aves marinas. Éstas y los numerosos cetáceos conectan el delta con la Reserva Marina de las islas Columbretes, a 30 millas de Castellón. Por su singularidad, destaca, en la zona marina, interesantes comunidades de macrófitos bentónicos -algas y fanerógamas marinas *(Cymodocea nodosa* y *Zostera noltii)*- que colonizan amplias extensiones de la plataforma somera.

La principal riqueza faunística del Delta del Ebro en su parte terrestre es la avifauna, habiéndose censado al menos 330 especies de las aproximadamente 600 existentes en toda Europa. Es un área clave para la nidificación de 95 especies, algunas de ellas, como el avetoro, la garcilla cangrejera o la gaviota de Audouin *(Larus audouinii)* -de la que alberga el 70% de la población mundial- amenazadas de extinción, y constituye una zona de vital importancia en los procesos de migración, invernada y alimentación de miles de aves acuáticas y marinas.

El origen volcánico de las islas Columbretes -especialmente raro en toda la cuenca Mediterránea-, la singularidad y riqueza de su flora y fauna terrestre y marina, y su peculiar localización al borde mismo de la plataforma continental más amplia del Mediterráneo occidental, confieren a este singular enclave insular un elevado interés científico y ecológico. La complicada topografía volcánica de sus fondos y la calidad de sus aguas marinas posibilitan la presencia de una rica ictiofauna, así como una amplia variedad de comunidades bentónicas típicamente mediterráneas. Destacan las formaciones de algas fotófilas y las praderas de *Cymodocea nodosa*; los fondos de Mäerl y de laminariales; y una excelente comunidad de coralígeno mediterráneo con exuberantes poblaciones de gorgonias rojas y blancas, esponjas arborescentes y corales singulares como *Cladocora caespitosa* o el coral rojo. Con la creación de la Reserva Marina en 1990 se prohibió la pesca de este invertebrado. Aquí se dan cita infinidad de equinodermos, moluscos y crustáceos como la langosta roja *(Palinurus elephas)*, que mantiene densas poblaciones y sustenta una de las pesquerías más productivas del Mediterráneo español.

Canal de Menorca

Separadas por un corredor marino de unas 18 millas de amplitud mínima (desde el Cap de Pera al Cap d'Artrutx), las islas de Mallorca y Menorca comparten, junto con el archipiélago de Cabrera, una misma plataforma insular en la vertiente más oriental del archipiélago balear. El canal marino que separa ambas islas, conocido como Canal de Menorca, posee fondos de plataforma someros -de escasos 100 m de profundidad- de naturaleza mixta, bien conservados y de extraordinario valor ecológico y elevada productividad.

En las zonas más costeras destacan las formaciones del fanerófito endémico mediterráneo *Posidonia oceanica*, que ocupa amplias extensiones del lecho marino. En ambos extremos del canal dominan los fondos de Mäerl, y entre los 30 y 40 m de profundidad hallamos una excelente representación de comunidades coralígenas, con presencia de especies bentónicas de gran interés conservacionista como el amenazado coral rojo *(Corallium rubrum)*. A mayor profundidad existen densos bosques de laminarias, donde prolifera el alga parda endémica *Laminaria rodriguezii*.

Al norte, un escarpado talud de constitución fangosa se hunde con gran verticalidad hasta los 1.000 m de profundidad, y conforma el sustrato sobre el que se sustentan interesantes poblaciones faunísticas, con la destacada presencia de langostas y gambas, objeto de la pesquería tradicional balear.

Su estratégica posición geográfica en la región central del Mediterráneo occidental y sus peculiares características oceanográficas y de aguas someras y bien iluminadas hacen del Canal de Menorca una de las áreas más productivas y biodiversas de nuestro país.

En sus fondos se desarrollan importantes comunidades biológicas, altamente representativas de los fondos litorales mediterráneos. En las áreas más costeras dominan las praderas de la fanerógama endémica mediterránea

Posidonia oceanica, que ocupa amplias extensiones del lecho marino. Junto con los fondos de Mäerl -formaciones constituidas por concreciones de algas rojas calcáreas-, estas praderas conforman áreas de trascendental importancia para las pesquerías del archipiélago balear, ya que proporcionan zonas de alevinaje y cría de numerosas especies. A profundidades que oscilan entre los 30 y 40 m encontramos uno de los mejores ejemplos de biocenosis de coralígeno de España, con la presencia de una gran variedad de especies vegetales y animales de gran interés conservacionista, como el amenazado coral rojo *(Corallium rubrum)*, que aquí forma numerosos bloques. A mayor profundidad se localizan densas poblaciones de laminarias, algas pardas acintadas de indudable valor ecológico entre las que destaca el endemismo mediterráneo *Laminaria rodriguezii*.

La ictiofauna típicamente mediterránea es abundante y rica en especies de interés pesquero, como el cabracho *(Scorpaena scrofa)* o el mero *(Epinephelus guaza)*. Entre las especies invertebradas de interés comercial destacan la langosta roja *(Palinurus elephas)* de la que existen importantes caladeros al NE de Mallorca y SO de Menorca- y la gamba rosada *(Aristeus antennatus)*, que mantiene importantes poblaciones sobre los fondos fangosos del talud continental y es objeto de una intensa pesquería.

El canal de Menorca es un importante área de alimentación de aves procelariformes, como la pardela balear *(Puffinus mauretanicus)* el ave marina más amenazada del Mediterráneo- y otras especies de conservación prioritaria (*Calonectris diomedea*, *Hydrobates pelagicus*, etc.), y constituye un área fundamental para la conservación de cetáceos, concentrando en su escasa superficie una gran variedad de especies, entre las que el delfín mular *(Tursiops truncatus)* es especialmente abundante y mantiene poblaciones residentes.

Seco de los Olivos

El Seco de los Olivos o Banco de Chella es una montaña submarina rodeada de pequeños picos de origen volcánico. Está compuesta por una base de roca volcánica sobre la que se sitúan plataformas de carbonato cálcico. La cima de la montaña está sólo a unos 80 m de profundidad, mientras que la base se encuentra a más de 600 m. La mayor parte de los picos adyacentes al Seco de los Olivos se encuentran situados a profundidades de entre 300 y 400 m, con las cimas a 130-200 m por debajo de la superficie.

El Seco de los Olivos está situado en una zona de fuerte influencia de las aguas atlánticas que penetran en el mar Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar. Muchas de las plataformas de la montaña principal están compuestas por sustratos arenosos, aunque se observan también estratos de base rocosa.

El área pelágica está fuertemente influenciada por las fuertes corrientes, que cambian de dirección a lo largo del día y generan pequeños upwellings. Todo ello contribuye a crear las condiciones para el establecimiento en la zona de una fauna y flora extraordinariamente diversas.

La importancia de la zona para la conservación de especies y hábitat de interés ha sido documentada por varias organizaciones, entre las que destacan Oceana y Alnitak. Desde importantes concentraciones de corales y gorgonias, a cetáceos como el delfín mular *(Tursiops truncatus)* y el calderón común *(Globicephala melas)*, son habitantes de estos lugares. Algunas de las especies encontradas aquí son por primera vez mencionadas en el litoral almeriense y demuestran el alto valor ecológico de esta zona. El lugar presenta también importantes extensiones de bosques de algas pétreas o maërl y ecosistemas de arena. En este rico hábitat son muy abundantes las especies de peces, crustáceos, equinodermos, moluscos, esponjas, gusanos poliquetos y tunicados.

Isla de Alborán y conos volcánicos

El mar de Alborán al oeste del Mediterráneo se abre al océano Atlántico por el estrecho de Gibraltar y es una zona de transición entre estas dos cuencas de características oceanográficas radicalmente distintas. El extremo este está delimitado por el eje imaginario que une cabo de Gata con Orán (Argelia), ocupando una superficie total de 54.000 km^2. El frente "Almería -Orán" constituye una barrera para la dispersión de larvas planctónicas. Hay una notable presencia de muchas especies planctónicas de origen atlántico que son muy raras en otras zonas del Mediterráneo, coexistiendo especies atlánticas y mediterráneas.

Presenta una profundidad máxima de unos 1.500 m en la parte más occidental, y más de 2.000 m en la cuenca oriental, con una morfología compleja de cordilleras, montañas submarinas, canales profundos y tres subcuencas principales. La plataforma continental es estrecha, entre 2 y 10 km en la costa española, y su profundidad varía entre 100 y 150 m. En su lecho discurre una cordillera en dirección NE-SW que contiene la pequeña isla de Alborán, de origen volcánico, que separa las cuencas oriental y occidental del mar de Alborán. Los secos de Djibouti y de Torrox se alzan desde una base de 1.000-1.200 m de profundidad y hasta 250- 300 m.

La isla está rodeada por una densa meseta, relativamente somera y plana. Esta meseta se caracteriza por una sedimentación carbonatada de origen biogénico. Este hecho es común a otros montes de origen volcánico presentes en el mar de Alborán como Torrox, Djibouti o Chella.

Aunque la masa de agua atlántica no es de especial riqueza biológica, su menor salinidad y temperatura

convierten a este flujo en el motor de la dinámica del mar de Alborán, originando una serie de fenómenos oceanográficos de gran relevancia al crear un importante frente termohalino a su paso. La dispersión de agua rica en fitoplancton desde los afloramientos en la costa española es controlada por los giros este y oeste de Alborán, transportando estacionalmente al fondo marino material orgánico.

La biomasa zooplanctónica es considerada de las más altas del Mediterráneo. Se han citado más de 250 especies de copépodos. El IEO, ha reportado en varias campañas huevos y larvas de sardina y anchoa de fondo, constatando freza de boquerón en verano. El MARM editó en 2006 el libro *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán* que actualiza el inventario de la biodiversidad en la zona. Se relacionan 1.812 especies, muchas de las cuales se citan por primera vez en este enclave geográfico. Se describen 23 taxones marinos nuevos para la ciencia. También se detectan 9 especies nuevas que, a la publicación de este libro, se encuentran en prensa para aportar todos lo datos taxonómicos identificatorios: 1 anfípodo y 8 gasterópodos.

La pesquería está centrada en la cigala, la gamba roja, el cabracho, la brótola de roca, el rape, la merluza, el calamar, el jurel, la caballa, el atún rojo, el bonito y el pez espada. La abundancia de presas hace del mar de Alborán uno de los lugares más destacados para cetáceos en Europa: se han avistado 17 especies diferentes, entre otros delfín mular, común y listado, calderones negros y grises, cachalotes y rorcuales, además de abundante presencia de tortuga boba. La rehabilitación del Faro de la Isla de Alborán, realizada por Secretaría General del Mar (SGM) durante los años 2003 al 2006, contempla un puesto permanente de avistamientos en la torreta del faro que está siendo utilizado por los cetólogos de la Sociedad Española de Cetáceos (SEC).

En el circalitoral de la isla, domina la comunidad de laminariales- que se alzan hasta los 5 m y *maërl* entre 30 y 90 m, donde posiblemente se encuentra la mayor diversidad biológica del Mediterráneo. El coral rojo *(Corallium rubrum)*, se encuentra presente en muchos puntos de los fondos rocosos. Entre los 40 y 80 m dominan Gorgona blanca *(Eunicella verrucosa)*, gorgonia roja *(Paramuricea clavata)* y, en menor medida, Gorgona sarmiento *(Leptogorgia sarmentosa)*. Hay presencia de esponjas de notoria antigüedad, "relictas del mar de Tethys" (como *Crambe tuberosa* o *Discorhabdella hindei*). A mayor profundidad, en los afloramientos rocosos situados entre unos 90 m y el borde de la plataforma, aparecen toda otra serie de gorgonias, destacando *Ellisella flagellum, Ellisella paraplexauroides, Acanthogorgia hirsuta, Eunicella filiformis* y *Callogorgia verticillata*. A partir de 400 m, en los afloramientos rocosos del talud, aparecen los típicos fondos de corales blancos, constituidos por *Madrepora oculata* y *Lophelia pertusa*.

Chimeneas de Cádiz

El área se localiza en el Golfo de Cádiz y representa una continuidad con una costa arenosa de 50 km, con dunas activas, semiestables y fitoestables, además de los humedales de Doñana. El Parque Nacional constituye uno de los complejos fluviolitorales más importantes de la UE con su marisma fluvio/marina resultado del relleno del antiguo estuario del Guadalquivir.

La plataforma continental es muy amplia, llegando en algunos puntos a los 45 km de extensión. En su fondo abundan los depósitos arenosos con rocas aisladas entre 10 y 30 m de profundidad, terminando en el extremo de la plataforma en fangos muy finos. Los depósitos de arenas y fangos que caracterizan al litoral suratlántico, provienen de las cuencas de los ríos que en él confluyen.

La presencia de importantes recursos pesqueros está íntimamente ligada a la desembocadura del río Guadalquivir, con una abundante presencia de langostinos en la zona próxima a la desembocadura, de marcado carácter estacional. En su estuario suelen penetrar formas juveniles de diferentes especies pesqueras. Frente a esta desembocadura (a 12-14 millas de la costa), donde los fondos proporcionan mayor estabilidad fisicoquímica y menor influencia estuárica, hay también hábitat idóneo para la reproducción y puesta del boquerón.

A más de 800 m aparecen biocenosis de emanaciones frías asociadas a volcanes de fango. Durante varias campañas oceanográficas se han constatado comunidades de corales en los volcanes de fango resultantes de la actividad volcánica en la zona. Las emanaciones gaseosas conforman un hábitat de especial interés en las aguas profundas del golfo, sustentando ecosistemas únicos basados en la oxidación de metano como fuente primaria de energía. En la zona seleccionada se han encontrado corales en los volcanes.

En las llanuras infralitorales se pueden observar poliquetos, bivalvos, sepias, erizos de arena, crustáceos, rayas, torpedos, lenguados y rodaballos. Respecto a las comunidades vegetales, la turbidez que caracteriza a esta zona por el aporte fluvial, dificulta su aparición aunque se encuentran praderas de *Zostera noltii*. Las praderas de zostera ofrecen un enclave ideal para el establecimiento de fauna asociada como sepias, camarones, congrios y espáridos. En aguas abiertas son frecuentes los pequeños y grandes pelágicos; boquerones, sardinas, atunes y marrajos. Una desconocida población de marsopas y otros grupos de delfines mulares,

comunes y listados junto con tortugas *(Caretta* y *Dermochelys)* son avistados frecuentemente.

La desembocadura del río constituye un importante hábitat para la puesta, cría y reclutamiento de la acedía *(Dicologoglossa cuneata)*, que constituye una de las principales especies objetivo de la flota demersal de arrastre y artesanal. En el límite de la plataforma con fondos fangosos de limos finos aparece la gamba blanca *(Parapenaeus longirostris)*.

En aguas profundas entre los 800 y los 1200 m, aparecen corales asociados a las emanaciones frías. A 2.000 m de profundidad destacan invertebrados únicos adaptados a sobrevivir en las duras condiciones de las emanaciones gaseosas frías.

Banco de Galicia

El Banco de Galicia es un gran monte submarino localizado a unos 200 km al oeste de la costa gallega, en una zona de afloramientos o upwelling, lo que implica que las aguas situadas por encima de él son particularmente ricas en nutrientes y presentan una elevada productividad primaria.

La información sobre este Banco y sus ecosistemas es más bien escasa y sólo se han realizado algunas investigaciones biológicas in situ. La zona menos profunda tiene una extensión de unos 6.250 km^2 y un canal de unos 2.500 m de profundidad separa el Banco de la plataforma continental. Su extensión total es difícil de evaluar, y posee una forma irregular: en la zona este se eleva un pico de unos 600 m y al norte-noroeste desciende en pendiente suave desde los 1.000 m hasta la plataforma abisal, a 5.000 m de profundidad. El sustrato se compone de lavas basálticas y corteza oceánica. Los sedimentos que lo recubren consisten en caparazones de foraminíferos, de bajo contenido en carbonatos. Las expediciones científicas han destacado los elevados índices de productividad y concentración de nutrientes del Banco con respecto al entorno. Las montañas submarinas como el Banco de Galicia funcionan como una isla en el fondo de los océanos. Debido a su estructura tridimensional, proporcionan un elevado número de microhábitat respecto a los estériles alrededores del fondo marino y albergan a un gran número de especies de fauna. Además, la intensidad de la mezcla de agua en vertical y la productividad primaria es, a menudo, mucho más elevada que en el océano abierto. Muchas especies de peces y de cetáceos tienden a agregarse en sus proximidades y las utilizan como áreas de alimentación y desove.

El coral de aguas frías y profundas encuentra las condiciones adecuadas para su lento crecimiento, en total oscuridad, y proporciona cobijo a gran cantidad de especies. Este frágil ecosistema, cada vez menos presente en los fondos oceánicos, debe ser protegido de las artes pesqueras más destructivas que lo arrasan. El impacto en el Banco por explotación pesquera no ha sido aún evaluado.

La estructura de las comunidades ecológicas del Banco de Galicia es significativamente distinta a las de la plataforma continental y del fondo marino, tanto para las comunidades de macroinvertebrados como de fauna intersticial. Una de las especies más relevantes presentes es el coral de profundidad *Lophelia pertusa*. Característico de aguas frías, por sí mismo, conlleva una altísima diversidad de especies en las "crestas" de esta montaña submarina.

La macrofauna del bentos se caracteriza por la presencia de filtradores de varias especies de esponjas y estrellas marinas y representantes de varias especies de crustáceos. En 1992, también se descubrió un nuevo animal sésil, de aspecto parcialmente transparente, que aún no ha sido identificado.

Cañón de Avilés

El Cañón de Avilés se localiza a 7 millas de la costa, oblicuo a la misma, desde una profundidad de 140 m sobre la plataforma donde se encuentra su cabecera, hasta los 4.750 m de la base del talud. Este cañón se encuentra profundamente encajado a favor de la gran falla de Ventaniella que cruza toda la Cordillera Cantábrica en dirección NW-SE, extendiéndose desde tierra hasta mar adentro. Esta falla presenta un importante desplazamiento vertical en tierra que se prolonga a lo largo del cañón. Posiblemente, este fuerte control estructural sea el responsable de que el Cañón de Avilés sea considerado por algunos autores como el más profundo del mundo. El origen probable de este cañón data del Neógeno, como el resto de los cañones localizados en el margen cantábrico, siendo controlado por fracturas antiguas reactivadas durante el Cenozoico y ligadas a la apertura del Golfo de Vizcaya. Su morfología muestra un cañón principal y otros menores tributarios, encajados a favor de las principales direcciones de fracturación y sus conjugadas, que convergen en el talud llegando a desembocar en la Llanura Abisal.

Este gigantesco cañón submarino constituye uno de los ecosistemas más extraordinarios de la plataforma del mar Cantábrico y tiene importantes consecuencias sobre la gran producción existente en áreas circundantes, debido a sus efectos topográficos sobre la dinámica de las masas de agua y el consecuente enriquecimiento con nutrientes. En él se encuentran hábitat esenciales para los reproductores de importantes especies de interés comercial, como la merluza y el rape, que soportan las pesquerías en los caladeros situados en la plataforma

circundante. En su fachada noreste existen numerosas citas de arrecifes de corales de aguas frías (*Lophelia pertusa, Madrepora oculata*, etc.).

Los cañones submarinos están catalogados como hotspots de biodiversidad y endemismos. Representan cambios locales en la zonación al producir una discontinuidad física en la plataforma continental y talud. Son además un conducto de canalización de materiales de origen continental, como aportes de ríos, sedimentos, etc. Esto produce un mayor contenido orgánico que en áreas adyacentes. Se han descrito elevadas biomasas de macro-, supra- y meiobentos, así como altos rendimientos pesqueros en zonas de cañones. Pueden producir además afloramientos locales como consecuencia de cambios en la vorticidad de las corrientes, dando lugar al enriquecimiento de la columna de agua y del sistema pelágico.

El litoral asturiano concentra la mayor biodiversidad de cetáceos del Cantábrico, siendo las especies más abundantes los delfines común, listado y mular y el calderón común, cuyas principales poblaciones habitan en las profundidades del cañón de Avilés, donde comparte hábitat con el emblemático calamar gigante *(Architeuthis dux)*.

Banco de la Concepción

A unos 71 km al noreste de Lanzarote, el Banco de La Concepción se alza desde los 2.541 m hasta su cima entre los 170 y 200 m de profundidad. La naturaleza plana de su extremo superior, arrasado por la erosión, evidencia que en el pasado este impresionante monte submarino estuvo emergido.

Su cercanía al continente africano y la existencia de fenómenos locales de afloramiento contribuyen a generar una alta productividad, que atrae a multitud de especies pelágicas como cetáceos, tortugas, tiburones y túnidos, en busca de alimento.

Por su situación geográfica y características peculiares, es probable que en sus fondos habiten importantes arrecifes vivos de corales blancos profundos y de corales amarillos. De alta capacidad bioconstructora, el coral de lento crecimiento forma arrecifes de gran importancia en los fondos oceánicos, sobre los que se sustentan comunidades de altísima biodiversidad, muy vulnerables a las artes pesqueras destructivas, especialmente al arrastre de fondo, estos ecosistemas se hallan en grave riesgo de desaparición.

La riqueza biológica del Banco de La Concepción se haya muy influida por los fenómenos de afloramiento de aguas profundas, que propician la existencia de grandes concentraciones de pelágicos, entre los que destacan importantes cardúmenes de caballas y túnidos. Especialmente abundantes son el rabil *(Thunnus albacares)* y el patudo *(Thunnus obesus)*; se han observado juveniles de este último junto con individuos adultos, corroborando la hipótesis de que se trate de una de sus áreas de desove y cría -resultaría ser la única conocida en las Islas-. Los tiburones pelágicos (cornudas, marrajos, quellas y zorros) y de fondo (quelmes, gatas, etc.), también son frecuentes.

Es importante como área de alimentación para tortugas marinas, cetáceos y aves procelariformes. Aunque presenta cierta similitud en cuanto a su fauna con el Archipiélago Chinijo -conjunto de islotes y roques ubicados al norte de Lanzarote-, en sus aguas más frías han sido identificadas algunas especies más propias de la costa africana, algunas de ellas no citadas en Canarias; tal es el caso del tiburón de fondo *Scylliorhinus canicula* una especie muy rara o ya desaparecida de las Canarias Orientales-, de otros peces como *Argentina sphyraena* y *Peristedion cataphractum* y de la cigala, cuyos únicos registros en las Islas se hayan al oeste de Montaña Clara (Archipiélago Chinijo).

En sus proximidades abundan los peces demersales, como goraces, rapes y merluzas, y en sus fondos cohabita una rica fauna invertebrada. Por su importancia destacan los corales de profundidad *Lophelia pertusa* y *Desmophyllum cristagalli* encontrados entre los 600 y 980 m. También están citados otros hexacorales como *Caryophyllia smithii*; briozoos como *Setosella cavernicola* (una nueva especie mediterránea descubierta en este banco); moluscos bivalvos como *Cuspidaria rostrata*; cefalópodos como los calamares *Loligo vulgaris* y *Loligo forbesi*; crustáceos como *Paralepas minuta*; y equinodermos como *Centrostephanus longispinus rubicingulus*. Es muy probable la existencia de otros grupos importantes, como foraminíferos y esponjas.

Las aguas que bañan este Banco albergan una amplia variedad de especies, muchas de ellas comunes a las halladas dentro de los límites del actual Parque Natural del Archipiélago Chinijo. Este hecho se explica en parte dada la cercanía de ambos espacios, lo que posibilita el desplazamiento de gran número de especies a lo largo del corredor que los separa.

Sur de Fuerteventura

A escasos 100 km de la localidad sahariana de Tarfaya (Cabo Juby), esta área se extiende por el sur de Fuerteventura, abarcando dentro de sus lindes al banco submarino de El Banquete, de gran interés pesquero, y una buena parte del sector más meridional de los flancos de la Isla.

La influencia del afloramiento africano y de surgencias

locales en la costa occidental hace de esta región la más productiva de Canarias. La extensión de la plataforma insular -la mayor del Archipiélago, y la gran complejidad y heterogeneidad del sustrato facilitan la existencia de una extraordinaria diversidad de ambientes, donde una amplia amalgama de comunidades biológicas, con multitud de especies de flora y fauna, hallan un hábitat idóneo, destacando la presencia de aquellas de apetencias templadas.

Entre la Punta de Jandía y la Punta del Pesebre se produce la transición entre las aguas calmadas de sotavento y el mar bravío de barlovento. Mar adentro, una vasta plataforma insular -compuesta de roca, arena, arena con conchuela y fango-, se extiende varias millas al sur, alcanzándose los 200 m de profundidad a unos 33 km de la costa. El fondo, fundamentalmente rocoso e irregular en los primeros metros, es rico en veriles, cuevas, bajas y bajones. A sotavento dominan los arenales y existen importantes sebadales de *Cymodocea nodosa*, pero también se encuentran veriles costeros notables como los de Morro Jable. A mayor profundidad los fondos se homogenizan, aumentando la proporción de arena y fango hasta el borde del talud. A unos 15 km al sur de Jandía se halla El Banquete, accidente topográfico conformado por varios bajos de unos 30 m de profundidad, de gran interés científico, ecológico y económico.

Las peculiares características geomorfológicas y la elevada productividad del área, permiten la coexistencia de especies costeras con otras típicamente oceánicas, que se acercan a las costas en busca del abundante alimento. Así, diversas especies singulares de cetáceos de hábitos profundos, como zifios, cachalotes y calderones, pueden ser avistados con relativa facilidad en aguas al sur y sureste de Fuerteventura, junto con importantes grupos de delfines mulares, delfines listados y, en determinadas épocas del año, delfines moteados del Atlántico.

La cobertura vegetal es de gran importancia, destacando por su extensión y buen grado de conservación los sebadales de *Cymodocea nodosa* de la Playa de Sotavento y también los campos de algas de los fondos rocosos. En la costa occidental de Fuerteventura proliferan densas poblaciones de percebes *(Mitella pollicipes)* y mejillones *(Perna perna)*, y en determinados sectores del S y E de la Isla se distribuyen las últimas colonias canarias de la lapa endémica macaronésica *Patella candei candei*.

Entre la ictiofauna, muy diversa en la región, abundan las especies litorales de distribución atlanto-oriental y de apetencias templadas, junto con algunas propiamente atlanto-mediterráneas y en menor medida las de afinidad tropical. Especies no halladas en otros sitios de Canarias -como el góbido *Gobius roulei*- habitan este espacio, junto con el endemismo canario *Diplecogaster ctenocrypta* y 11 endemismos macaronésicos.

Lugar de paso importante en la migración de túnidos, las aguas del sur y suroeste de Fuerteventura constituyen formidables áreas de concentración de grandes pelágicos. Especies como el patudo, el barrilote, el bonito y el rabil se suceden estacionalmente a lo largo del año, mientras que otras, como el peto, son menos frecuentes dados sus hábitos cálidos. Los tiburones pelágicos (cornudas, jaquetones y jaquetas) y de fondo (galludos, sardas, cazones y quelmes) son frecuentes, habiéndose observado con cierta frecuencia ejemplares de tiburón tigre.

4.6.7.4. Las actuaciones previstas

Realización de estudios científicos a través de campañas oceanográficas en cada una de las 10 zonas identificadas para hábitat y especies marinas (principalmente cetáceos, reptiles y aves

Esta acción, la fundamental y más importante del proyecto, consiste en la realización de estudios oceanográficos en las áreas marinas mencionadas anteriormente, y en la recopilación de información específica donde la información disponible indique que existe un hábitat del Anexo I de la Directiva Hábitat o que puede haberlo.

Las campañas oceanográficas se realizarán en las 10 zonas propuestas y en cada una se trabajará en los 3 ejes del proyecto: hábitat del Anexo I y especies del Anexo II de la Directiva Hábitat y aves de la Directiva Aves.

Respecto a los hábitat, y en función de la información existente en base a estudios y campañas oceanográficas anteriores, se realizarán algunos de los siguientes trabajos:

- Geomorfológicos, para la elaboración de cartas batimétricas y de calidad de fondo, de muy alta resolución, que permitan la identificación de posibles estructuras geológicas relacionadas con hábitat de interés.
- Oceanográficos, para el modelado de su hidrodinámica, que puede determinar no sólo el tipo de comunidades bentónicas sino también los posibles procesos de retención/dispersión larvaria.
- Biológicos, para la caracterización de las comunidades endo, epi y suprabentónicas, el conocimiento de la macro flora bentónica y mega-fauna demersal, el desarrollo de la bionomía bentónica, la identificación y localización de los hábitat de interés y el modelado del ecosistema necto-bentónico.
- Biológico-pesqueros, para la evaluación de la actividad pesquera y el estado de explotación de los recursos demersales, y la estimación de su impacto en los ecosistemas.

Respecto a los cetáceos, la acción tiene como objetivos generales la obtención de datos de base para la gestión de poblaciones de cetáceos en LIC marinos, identificación de hotspots de cetáceos en las aéreas de estudio, análisis de abundancia y distribución de las principales especies amenazadas, así como la obtención de datos complementarios para una buena gestión de estas poblaciones.

Con el fin de garantizar una coherencia global en el marco del proyecto LIFE y respecto a la Directiva Hábitat, la acción incluye la elaboración de unas directrices o estrategia para la conservación de cetáceos a nivel nacional.

Contando con la participación de los principales grupos de investigación y conservación de cetáceos, se pretende realizar esta acción optimizando el uso de recursos mediante la utilización de medios de comunicación multimedia y el aprovechamiento de reuniones y congresos científicos. La realización de esta acción se desarrollará en sintonía con las iniciativas y estrategias de foros relevantes de escala regional (ASCOBANS, ACCOBAMS, WATCH, Convenio de Barcelona, etc.) e internacional (IUCN, UNEP), buscando y generando además sinergias con otros accionistas implicados (Universidades e instituciones de investigación, ONG, sector pesquero, sector de transportes marítimos, sector militar, etc.).

Las tres organizaciones responsables de la acción (Alnitak, CEMMA y SECAC) utilizarán una metodología común basada en la experiencia contraída, debatida y desarrollada, en una primera fase, a través de los protocolos metodológicos de la SEC, establecidos en el documento: Recopilación, análisis, valoración y elaboración de protocolos, sobre las labores de observación, asistencia a varamientos y recuperación de mamíferos y tortugas marinas de las aguas españolas, elaborado en el año 1999, y sobre todo en sus adaptaciones, actualizaciones y mejoras posteriores realizadas durante el proyecto LIFE Naturaleza LIFE02NAT/E/8610, desarrollado por la SEC, así como otros proyectos realizados en los últimos años.

Esta metodología, que será aplicada en las tres zonas de forma que los datos y resultados sean comparables, centra su labor en la realización de embarques para la estimación de la abundancia de poblaciones de cetáceos, su distribución espacial y su uso del hábitat, siguiendo el método de muestreo de campo con transecto lineal.

Los análisis se realizarán también de forma coordinada y homogénea, de forma que los resultados de todas las zonas sean comparables entre ellos y con otros estudios de abundancia, distribución y uso del hábitat realizados en aguas españolas siguiendo los mismos métodos de recolección de datos -por ejemplo durante el proyecto LIFE02NAT/E/8610, el proyecto SCANS-II (LIFE04NAT/GB/000245), etc.-. Los principales métodos de análisis serán los índices de abundancia relativa (tasas de encuentro, etc.), distance sampling y modelización espacial.

En relación con el estudio de los reptiles marinos, esencialmente la tortuga boba *(Caretta caretta)*, se realizará una revisión bibliográfica de los amplios trabajos existentes y, en su caso, se completará con proyectos adicionales de censos.

Por último, respecto a las aves, se realizarán censos generales en campañas oceanográficas desarrolladas a gran escala (Mediterráneo ibérico y Baleares; Atlántico ibérico y Cantábrico y Canarias). Se trata de continuar una acción que SEO/BirdLife ya desarrolló en el proyecto LIFE "Inventario IBA marinas" (Mapa 4.6.9), que implica el embarque de observadores de aves en sus buques. Algunas zonas ya se han cubierto razonablemente bien, pero sigue siendo escasa la información en aguas más allá de la plataforma continental. En este nuevo proyecto, el trabajo se dirigirá principalmente a estudiar con mayor detalle las IBA ya identificadas, con un doble objetivo:

1) estudiar la distribución y comportamiento de las aves marinas a pequeña y mediana escala geográfica, así como su variación estacional, como información básica imprescindible.
2) conocer la estabilidad a largo plazo de la variable ornitológica y su relación con otras variables marinas, aspecto fundamental no comprobado hasta la fecha que dará solidez y validez temporal a la Red Natura 2000 en el medio marino.

Igualmente se realizarán censos específicos, para:

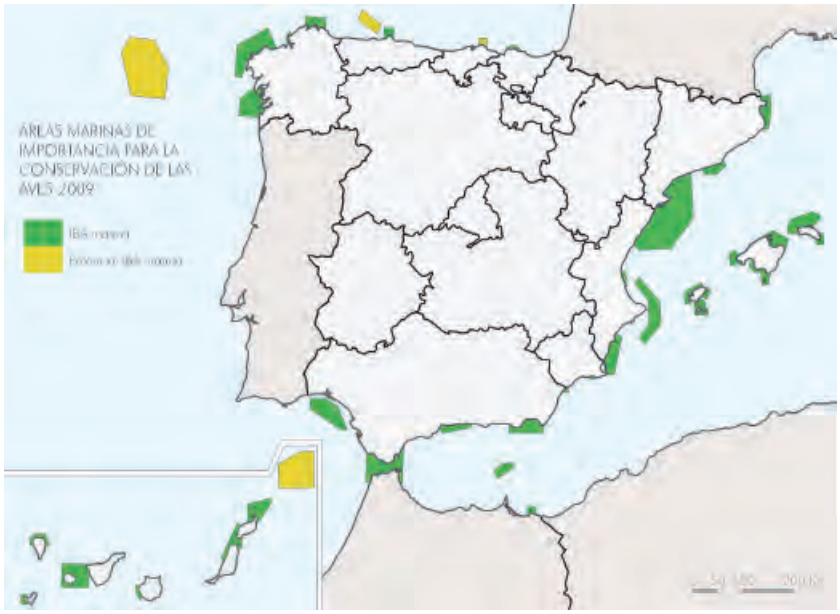
- Conocer las densidades de aves en cada zona, por especies y edades.
- Conocer los patrones de utilización de la zona en el espacio (distribución) y el tiempo (ritmos de actividad).
- Estudiar qué factores determinan los patrones observados (pequeña y mediana escala).

Así, el estudio detallado de los patrones de distribución a pequeña y mediana escala permitirá:

1) Establecer un marco de referencia sobre el estado de conservación de las aves en cada zona.
2) Estudiar el posible impacto de alteraciones en el medio (infraestructuras, actividad pesquera, vertidos, cambio climático, etc.).
3) Perfilar un plan de gestión adecuado para la protección de las aves.

Por último, se procederá al marcaje de aves marinas con emisores vía satélite y/o registradores de GPS para estudiar sus patrones de movimiento y utilización del hábitat en el mar.

☐ **Mapa 4.6.9.** Distribución de las IBA marinas.



Fuente: Elaboración OSE a partir de SEO/BirdLIfe.

Monitorización de actividades humanas y sus tendencias

Existe una amplia gama de actividades humanas que pueden afectar al medio marino. A través de diferentes convenios sobre mares regionales se han elaborado interesantes listados de actividades y algunos de los principales efectos que éstas pueden tener en las especies y hábitat marinos.

La conservación de los hábitat y especies marinas de interés representadas en las 10 áreas seleccionadas no se conseguirá solamente con la designación de espacios Natura 2000 y una buena gestión de los mismos, por lo que será necesario además reducir la presión humana a la que el entorno marino se ve sometido más allá de estos lugares como parte de una estrategia de conservación marina más amplia.

En este contexto, los objetivos de esta acción son los siguientes, a realizar en las 10 áreas marinas seleccionadas:

1) Enumerar para cada una de las áreas seleccionadas las actividades humanas que se llevan a cabo en ellas.
2) Cuantificar las diferentes actividades (presentes o planificadas) y usuarios o partes interesadas y agruparlos en función de su posible interacción con hábitat o especies.
3) Elaborar una matriz de amenazas por área seleccionada.
4) Crear un SIG sobre usos humanos complementario a la acción A5 (Elaboración de un SIG para la red Natura 2000 marina).

Estos objetivos se desarrollarán a través de las siguientes metodologías:

a) Recopilación bibliográfica previa de los usos históricos y sus impactos en cada una de las zonas. Para aplicar a la gestión un enfoque sistemático, conviene identificar el tipo de actividades que podrían tener, a priori, un importante efecto negativo en el lugar, por ejemplo mediante una lista de las actividades (navegación, pesca, parques eólicos, prospecciones de petróleo y gas, etc.), que podrían interactuar con los elementos protegidos del espacio y afectar al estado de conservación de los tipos de hábitat y especies de importancia comunitaria.
b) En las campañas oceanográficas y durante los censos visuales es necesario que se recojan también datos sobre las observaciones de las actividades pesqueras artesanales y deportivas. Los datos serán analizados con diferentes métodos, dependiendo del tipo, con el fin de proporcionar datos cualitativos y cuantitativos.
c) Empleo de matrices de actividades humanas como herramienta para la toma de decisiones futuras. Cada matriz mostrará como las actividades humanas externas tienen efectos importantes en elementos de conservación específicos.
d) Gestión de base de datos de usos y actividades humanas georeferenciadas en un SIG, elaborando un mapa espacial de los usos e impactos por área.

Valoración de las consecuencias de la declaración de los LIC y ZEPA propuestos

De las principales causas de impactos en las zonas marinas, la actividad pesquera es quizás la más importante debido a que en la mayor parte de las áreas propuestas, tanto el arrastre de fondo como el cerco y el palangre de fondo, pueden afectar de manera negativa a la conservación de los hábitat y especies sin olvidar la pesca artesanal y deportiva. Es por esto que se considera necesario realizar un esfuerzo mayor para definir y evaluar los impactos de esta actividad en las áreas marinas seleccionadas como futuros LIC y ZEPA.

En este contexto, los objetivos a realizar en las 10 áreas marinas seleccionadas son los siguientes:

1. Enumerar y describir para cada una de las áreas seleccionadas las actividades pesqueras presentes.
2. Describir los impactos de cada pesquería sobre los hábitat y especies y sus efectos sobre cada uno de ellos.
3. Cuantificar la actividad pesquera de estas áreas en su vertiente socioeconómica.
4. Elaborar medidas de mitigación de impacto para cada una de las pesquerías y áreas seleccionadas.
5. Elaborar una matriz de amenazas por área seleccionada y modalidad de pesca.
6. Crear un SIG complementario sobre actividades pesqueras.

Estos objetivos se desarrollarán a través de las siguientes metodologías:

- Recopilación bibliográfica previa de la actividad pesquera en cada una de las zonas propuestas mediante la consulta a las fuentes implicadas directamente en el desarrollo de la pesca: cofradías y asociaciones pesqueras, comunidades pesqueras, asociaciones de pescadores deportivos, entre otros. Este estudio se dirigirá especialmente a los buques que no lleven instalada la caja azul, es decir pesca artesanal y pesca de recreo.
- Recopilación de la información suministrada por la caja azul instalada en los buques de más de 15 metros, ya que éstas permiten su monitorización a través del Centro de Seguimiento de Pesca, de la SGM. A través de este seguimiento ya se dispone de mapas de actividad.
- Aglutinación de los trabajos desarrollados en las campañas.
- Empleo de matrices de impacto ambiental como herramienta para la toma de decisiones futuras. Cada matriz mostrará como las actividades pesqueras en las áreas seleccionadas tienen efectos importantes en elementos de conservación específicos.
- Realización de un informe sobre el impacto socioeconómico que las áreas marinas protegidas pueden causar en la actividad pesquera con propuestas y alternativas para minimizar sus efectos.
- Elaboración de una guía de minimización de impactos de las actividades pesqueras sobre las especies y hábitat seleccionados. Se tendrán en cuenta las guías ya editadas con ese fin para evitar duplicidades.

Seguimiento y Evaluación de la Contaminación Deliberada por Vertido de Hidrocarburos

Con la presente acción se pretende contribuir a la conservación de la biodiversidad de áreas marinas offshore de la red Natura 2000 altamente vulnerables a la contaminación hidrocarburífera.

En primera instancia, se realizará la detección y posterior evaluación de la asiduidad de descargas ilícitas de hidrocarburos por lavado de tanques petroleros en aguas marinas aledañas a los Montes Submarinos de Alborán, al cañón de Avilés y al Banco de La Concepción.

Desde abril de 2007, la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) cuenta con el programa CleanSeaNet, un eficaz sistema de detección por satélite de manchas de hidrocarburos en aguas europeas. Este dispositivo permite alertar en tiempo récord a los Estados miembros de la presencia de residuos contaminantes deliberados o accidentales en sus respectivas aguas jurisdiccionales, facilitando la posición exacta de las susodichas manchas de vertido en un período de tiempo máximo de 30 minutos desde la adquisición de la imagen por el satélite.

En cooperación con la Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima (SASEMAR), dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante del Ministerio de Fomento, se cuantificarán las alertas por vertidos en las 10 zonas seleccionadas. Esta información resultará crucial para elaborar planes específicos de contingencia y separación del tráfico marítimo de sustancias peligrosas en áreas marinas sensibles de la Red Natura 2000.

Proponer la ampliación de anexos de las Directivas Hábitat y Aves incluyendo especies y hábitat de los Convenios OSPAR y Barcelona

Se plantea la elaboración de un documento que contenga una propuesta de ampliación de los anexos de las directivas europeas sobre la base de los conocimientos obtenidos a través del proyecto sobre hábitat y especies en los mares españoles, con el objetivo de que constituya una contribución para la ampliación futura de los anexos de las Directivas.

El objetivo de este documento es facilitar el proceso de selección y gestión de los espacios futuros dando lugar a una aplicación más completa de la Directiva de

Hábitat en el medio marino. Se espera también que favorezca la coherencia de las futuras zonas marinas protegidas de Natura 2000 y otros conjuntos de zonas protegidas y que contribuya a mejorar la compatibilidad entre Natura 2000 y las redes establecidas en virtud de los convenios OSPAR y Barcelona.

Sobre la base de la información que se obtenga de las campañas de investigación en los 10 lugares propuestos, y analizando los listados de especies protegidas existentes en los Convenios OSPAR y Barcelona, se valorará la necesidad de incluir en los anexos de la Directiva Hábitat aquellas especies de ambos convenios que cumplan los requisitos de dicha Directiva.

El notable incremento de conocimiento sobre hábitat y especies presentes en zonas marinas alejadas de la costa refleja necesariamente las carencias actuales con respecto a su representación en los anexos de las directivas europeas. Con los conocimientos disponibles en la actualidad se sabe que son numerosos los hábitat y especies de interés europeo en el medio marino que no están cubiertos por la Directiva Hábitat, pero que necesitan protección para asegurar un estatus de conservación favorable. Muchos de ellos figuran en los listados de los Convenios OSPAR y Barcelona y se cuenta también con la posibilidad de incluir otros hábitat y taxones nuevos.

Elaboración de directrices de gestión y seguimiento para los lugares Red Natura 2000 marinos

La Red Natura 2000 debe garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento de un estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y de los hábitat de las especies en su área de distribución natural. A partir de ese momento, las autoridades competentes tienen la responsabilidad de definir los objetivos que deban alcanzarse en lo que al estado de conservación de esos elementos se refiere, por ejemplo a través de la elaboración de planes de gestión y de programas de seguimiento para evaluar el estado actual del espacio y para fundamentar las medidas adecuadas de mantenimiento y/o restablecimiento.

Esta acción plantea la elaboración de un documento que contenga directrices para la gestión y el seguimiento de los lugares Natura 2000 propuestos, con el fin de contribuir a la futura preparación de planes de gestión de ZEPA y ZEC marinos y facilitar la consecución de los objetivos Natura 2000 en el mar. Dicho documento se realizará al final del proyecto, a través de la información obtenida a lo largo del mismo y de forma participativa entre los socios del mismo.

El documento contendrá una síntesis de los conocimientos obtenidos a través de los trabajos de inventario, proporcionando una descripción de los espacios propuestos y sus elementos, junto con la evaluación del estado de conservación de cada uno de los elementos indicados en los formularios normalizados de datos, empleando en la medida de lo posible indicadores cuantitativos. Contendrá también una valoración de la naturaleza y las interacciones de las posibles influencias y presiones externas negativas y positivas que afectan a la evolución global del estado de conservación de los elementos.

Los principales objetivos del documento de directrices de gestión y seguimiento son:

- Proponer criterios para la definición de los objetivos de conservación en los lugares propuestos, para los elementos naturales que hay que proteger y/o restaurar, así como los niveles de protección que se deberían acordar y las medidas a llevar a cabo.
- Establecer directrices de gestión para los sectores más relevantes de actividad en el ámbito marino, como son la pesca, el tráfico marítimo, las explotaciones submarinas, las infraestructuras energéticas, las actividades militares y extractivas.
- Establecer las metodologías y técnicas de seguimiento propuestas para los lugares de la Red Natura 2000 marina. Los datos extraídos de los programas de seguimiento y vigilancia permitirán identificar el estado de conservación de las especies y hábitat presentes en los espacios y las posibles presiones, y la definición de medidas de mantenimiento y/o conservación adecuadas para lograr un estado de conservación favorable.
- Establecer las directrices a seguir en materia de investigación, educación, formación, sensibilización social y desarrollo sostenible.
- Definir y desarrollar el marco de cooperación y colaboración con otras administraciones, tanto a nivel nacional como internacional.
- Potenciar la imagen y la proyección exterior de la Red Natura 2000 marina.

Para su elaboración se tendrán en cuenta las directrices de la Comisión Europea para el establecimiento de la Red Natura 2000 en el mar así como otras herramientas de orientación diseñadas por organizaciones regionales y ONG, por ejemplo el modelo de plan de gestión propuesto por OSPAR para su Red de Áreas Marinas Protegidas.

Campaña de información, participación y sensibilización

Es necesaria una presencia continua en los medios de comunicación para contribuir al objetivo de informar y sensibilizar a la sociedad en general sobre la necesidad de conocer y conservar la Red Natura 2000 marina y los

objetivos y actuaciones de este proyecto. A través de estas acciones de comunicación se espera además mantener informados a todas aquellas instituciones, entidades, usuarios del mar y sus recursos y particulares interesados en el proceso de designación de la Red Natura 2000 en el mar.

Por otro lado, existe un desconocimiento general sobre qué es la Red Natura 2000 y cómo ésta juega un papel fundamental en la protección de la biodiversidad marina de la UE. La publicación de un libro de gran formato contribuirá a optimizar la difusión de la información del proyecto de manera divulgativa al gran público y a personal técnico de administraciones, entidades académicas e investigadoras y ONG.

La falta de una comunicación clara y temprana sobre el proceso de construcción de la Red Natura 2000 ha creado problemas e incluso malentendidos y suspicacias entre muchos usuarios e implicados en varios países de la UE, incluido España, que veían la posibilidad de restricciones a sus actividades socioeconómicas con implicaciones sobre su nivel de vida. El objetivo de esta acción es asegurar la información y la participación sobre el proceso desde el principio a los sectores más implicados.

Para el mantenimiento de un estado de conservación favorable de las especies y los hábitat marinos, tan importantes son el conocimiento y las medidas de protección y gestión sobre los mismos como el fomento del desarrollo sostenible de las actividades socioeconómicas locales. Esta acción contribuye a la difusión de conocimientos sobre los requerimientos de la Red Natura 2000.

La comunicación, sensibilización y educación ambiental se realizará a través de las siguientes acciones:

a) Campaña de comunicación con los medios sobre el proyecto.
b) Producción de un DVD divulgativo sobre el proyecto.
c) Publicación sobre la Red Natura 2000 marina en España.
d) Publicaciones monográficas sobre cada uno de los lugares Natura 2000 del proyecto.
e) Publicación de artículos científicos en revistas especializadas.
f) Paneles descriptivos en lugares estratégicos.
g) Organización de reuniones informativas con sectores implicados sobre el proceso de construcción de Red Natura 2000 marina.
h) Boletín sobre la Red Natura 2000 marina en España.
i) Edición de un folleto sobre la red de ZEPA marinas en España.
j) Educación ambiental orientada al sector extractivo del mar.
k) Diseño de un plan de formación continuada a las cofradías de pescadores con la intención de disminuir, con el conocimiento de nuevas tecnologías, el impacto sobre tortugas marinas.

4.6.7.5. Resultados esperados

- Incrementar el conocimiento científico de los hábitat y especies marinas de la Directiva Aves y Hábitat y de los Convenios Internacionales: localización, extensión, caracterización y estado de conservación.
- Obtener toda la información necesaria para formalizar la propuesta española para la Red Natura 2000 marina.
- Establecer unas directrices para la gestión y seguimiento de la Red Natura 2000 marina propuesta, cuya aprobación está prevista en la Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- Lograr el consenso necesario para la implementación de la Red Natura 2000 con los sectores socioeconómicos involucrados.
- Incrementar la concienciación social sobre la importancia de la conservación y uso sostenible del medio marino y sobre la Red Natura 2000.
- Contribuir a la mejora de las Directivas Hábitat y Aves y de los Convenios Internacionales de OSPAR y Barcelona.



4.7. Las especies

■ 4.7.1 INTRODUCCIÓN

Los diferentes tipos de organismos que habitan nuestro territorio poseen adaptaciones ambientales que difieren en su amplitud y especificidad. Principalmente el clima, pero también las condiciones edáficas o la presencia de otros organismos que proporcionan recursos y cobijo, son factores de gran importancia a la hora de explicar la presencia de las distintas especies. A pesar de estas adaptaciones abióticas, el mapa de distribución que actualmente podemos dibujar de la mayoría de nuestras especies está fuertemente condicionado por las acciones humanas. Desde el Neolítico, la estructura y composición del paisaje mediterráneo no puede entenderse sin las profundas modificaciones que ha realizado el hombre, de tal modo que resulta difícil asegurar el carácter puro y original de cualquier paisaje natural ibérico (1). Como consecuencia, nuestros paisajes y hábitat se encuentran fragmentados y, en ocasiones, severamente alterados, principalmente en las zonas de baja altitud o donde quiera que la rentabilidad del suelo haya permitido un mejor aprovechamiento de los recursos naturales por parte del hombre. En realidad, la vocación eminentemente montañosa de los espacios protegidos españoles y la ubicación de una buena parte de las especies más emblemáticas en zonas de montaña, es la manifestación geográfica de la capacidad de transformación ejercida por el hombre en la Península.

El crecimiento poblacional y los cambios en los usos del suelo experimentados en España desde la década de los 50 han supuesto una transformación profunda del medio natural no suficientemente estudiada. Las iniciativas legislativas surgidas años más tarde (en 1989 se promulga la ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres y se establece el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas), han tratado de promover la conservación de aquellas especies, subespecies o poblaciones que, a juicio de los expertos, se encontraban más amenazadas. Una vez definidas las principales estrategias de acción para la protección de la diversidad biológica, la transformación de los paisajes españoles, lejos de disminuir, ha sufrido un nuevo incremento durante los últimos veinte años. Ante este escenario, cabe preguntarse si la legislación y las medidas adoptadas para la protección de las especies con un mayor grado de amenaza, ha permitido que las áreas de distribución de estas especies no hayan sufrido las repercusiones de los cambios recientes en los usos del suelo. Esta cuestión será analizada en la primera parte de este apartado.

Las modificaciones antrópicas de los hábitat y los paisajes no son la única presión que se cierne sobre la persistencia de las poblaciones de las especies amenazadas de España. El cambio climático también lo es. Durante la última década se han desarrollado metodologías para simular la distribución futura de las especies ante diversos escenarios de cambio climático (2). Se trata, en esencia, de relacionar la información sobre la presencia y ausencia de las especies disponible en la actualidad con diversas variables ambientales (principalmente climáticas), a fin de elaborar una función predictiva con capacidad para estimar la posible ubicación de las localidades que tendrían condiciones climáticas favorables en un futuro. A pesar de la cantidad de estudios que analizan la efectividad comparada de las diversas técnicas y algoritmos utilizados en la creación de estas funciones predictivas, existen todavía aspectos elementales que dificultan la realización de predicciones fiables de distribución en el caso de cambio climático. Probablemente, el inconveniente principal de estas simulaciones radica en la conocida dificultad para derivar procesos causales de correlaciones. La distribución geográfica de los organismos constituye la proyección espacial de la actuación sinérgica de un gran número de factores, entre los que se encuentran los climáticos, pero también otros muchos. Interacciones bióticas negativas y facilitadoras, limitantes de dispersión y efectos históricos contingentes relacionados con la forma y el relieve de las áreas y la historia de los organismos, pueden haber condicionado decisivamente la actual forma, tamaño y ubicación de las áreas de distribución. El reto ante estas circunstancias consiste en discriminar la verdadera influencia que pueden ejercer los factores climáticos del efecto causado por otros factores, a fin de transferir los resultados de los modelos de distribución realizados con los datos actuales a un

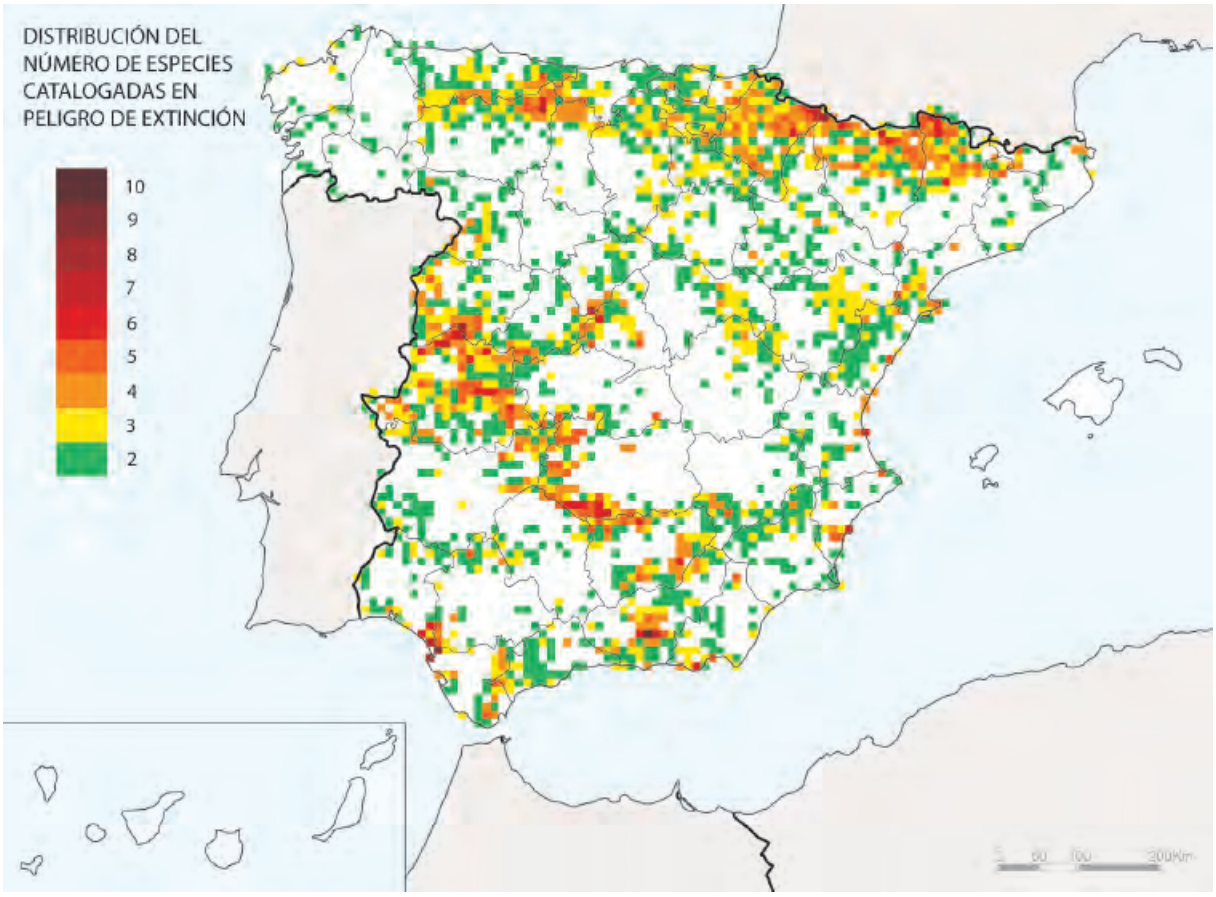
escenario climático futuro. En la segunda parte de esta sección se abordará esta cuestión para, posteriormente, estimar la posible localización futura de las áreas climáticamente favorables de un conjunto de especies amenazadas e inferir acerca de los posibles cambios geográficos que podrían ocurrir en la distribución de estas especies.

■ 4.7.2. CAMBIOS DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT EN LAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES EN PELIGRO

Aproximadamente, un 2,5% del territorio de España peninsular y Baleares ha cambiado de uso durante el periodo 1987-2006. Dentro de estas regiones de cambio, alrededor del 65% de la superficie ha experimentado una dirección de cambio "negativa", o sea, un cambio que implica la alteración del hábitat natural hacia usos de suelo relacionados con la actividad agrícola intensiva y la actividad urbanística, principalmente. El 35% restante del territorio que ha cambiado de uso habría sufrido un proceso de "naturalización", recuperándose superficies calificadas como antropizadas y semiantropizadas en 1987.

La superficie con usos de suelo naturales es significativamente mayor y la superficie con suelos antropizados menor en las celdas en donde se ha observado la presencia de especies en peligro de extinción (Mapa 4.7.1, Tabla 4.7.1). Sin embargo, las tasas de cambio y antropización durante el periodo 1987-2006 en estas celdas con presencia de especies en peligro, no difieren de las existentes en el resto del territorio. Es decir, aunque las localidades en donde se encuentran las especies en peligro posean usos del suelo eminentemente "naturales", el impacto de las actividades humanas durante los últimos años ha sido en ellas tan importante como en el resto del territorio. Aunque la precisión de las localidades con presencia observada de especies en peligro pueda influir en los resultados, éstos muestran que, las regiones habitadas por las especies que requieren una mayor protección han experimentado modificaciones en sus hábitat de una magnitud similar a la que ha experimentado el resto del territorio de España peninsular.

□ **Mapa 4.7.1.** Distribución geográfica en el número de especies de vertebrados, invertebrados y plantas catalogadas como en peligro de extinción. Se representan todas las celdas UTM de 100 km² en las que se ha observado más de una especie en peligro.



Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

☐ **Tabla 4.7.1.** Porcentajes de antropización y naturalización de las celdas UTM de 100 km² con presencia de especies en peligro de extinción (± intervalo de confianza al 95%), de las celdas del resto del territorio de España peninsular, así como porcentajes de superficie de suelo natural, semi-antropizado y antropizado de acuerdo a los datos de CLC 2006.

	Con especies en peligro	Resto territorio
Natural CLC2006	52,1±1,4	28,4±1,8
Semi-antropizado CLC2006	19,1±1,0	22,1±1,6
Antropizado CLC2006	28,7±1,3	47,3±2,1
% cambio	2,49±0,15	2,52±0,25
% antropización	1,65±0,11	1,60±0,16
% naturalización	0,84±0,08	0,92±0,14

Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA ESTIMAR LAS ALTERACIONES DE LOS HÁBITAT CON PRESENCIA DE ESPECIES EN PELIGRO

Se han reclasificado las distintas categorías establecidas en los mapas de uso del suelo de CORINE Land Cover (CLC), a fin de obtener tres tipos principales de usos del suelo: antropizados, semi-antropizados y naturales (Tabla 4.7.2). Seguidamente, se han calculado el porcentaje de la superficie de cada una de estas tres categorías sobre el área total de cada celda UTM de 100 km² (la resolución a la que se encuentran los datos de distribución de las especies), estimando para cada una de ellas el promedio de cambio en el uso de suelo experimentado desde 1987 hasta 2006, así como la tasa de naturalización (porcentaje de superficie que ha cambiado de un uso antropizado o semi-antropizado a naturales, o de uso antropizado a semi-antropizado) y tasa de antropización (porcentaje de superficie que ha cambiado de uso natural o semi-antropizado a antropizado o de uso semi-antropizado a antropizado).

Los datos de distribución utilizados (a una resolución de celdas UTM de 100 km²), son los de de 18 especies de vertebrados, 33 especies de plantas y 63 de invertebrados considerados en peligro de extinción según el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas* (www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/especies_amenazadas), las bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad de España y los datos de los recientemente publicados *Libro Rojo de los Invertebrados de España* (3) y el *Atlas de los Invertebrados Amenazados de España* (4).

☐ **Tabla 4.7.2.** Reclasificación de las categorías CORINE Land Cover 2006 (nivel 3).

Tipo de uso del suelo en España	Reclasificación
Tejido urbano continuo	Antropizado
Tejido urbano discontinuo	Antropizado
Zonas industriales y comerciales	Antropizado
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	Antropizado
Zonas portuarias	Antropizado
Aeropuertos	Antropizado
Zonas de extracción minera	Antropizado
Escombreras y vertederos	Antropizado
Zonas en construcción	Antropizado
Zonas verdes urbanas	Antropizado
Instalaciones deportivas y recreativas	Antropizado
Tierras de labor en secano	Antropizado
Terrenos regados permanentemente	Antropizado
Arrozales	Antropizado
Viñedos	Antropizado
Frutales y plantaciones de bayas	Antropizado
Olivares	Antropizado
Prados y praderas	Antropizado
Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes	Antropizado
Mosaicos de cultivos	Semi-antropizado
Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural	Semi-antropizado
Sistemas agro-forestales	Semi-antropizado
Bosques de frondosas	Naturales
Bosques de coníferas	Naturales

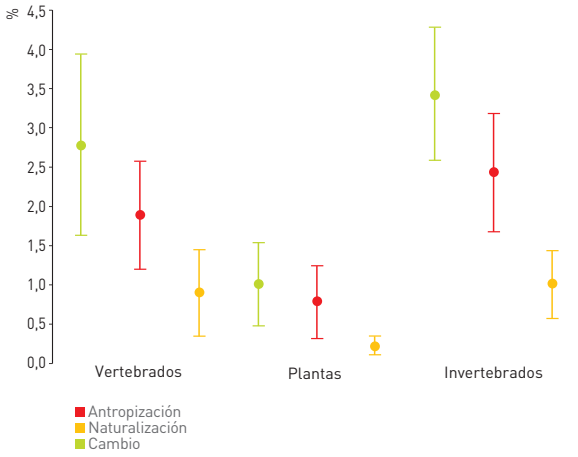
Tipo de uso del suelo en España	Reclasificación
Bosque mixto	Naturales
Pastizales naturales	Naturales
Landas y matorrales mesófilos	Naturales
Vegetación esclerófila	Naturales
Matorral boscoso de transición	Naturales
Playas, dunas y arenales	Naturales
Roquedo	Naturales
Espacios con vegetación escasa	Naturales
Zonas quemadas	Semi-antropizado
Glaciares y nieves permanentes	Semi-antropizado
Humedales y zonas pantanosas	Naturales
Turberas y prados turbosos	Naturales
Marismas	Naturales
Salinas	Antropizado
Zonas llanas intermareales	Naturales
Cursos de agua	Naturales
Láminas de agua	Antropizado
Lagunas costeras	Naturales
Estuarios	Naturales

Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

La oscilación de los porcentajes de antropización en las áreas de distribución de cada una de las especies consideradas es muy variable (entre el 0 y el 14%). Como norma general, las superficies que han sufrido un cambio hacia la antropización son siempre mayores que las que han experimentado naturalización (Figura 4.7.1), aunque las diferencias sólo son estadísticamente significativas en el caso de las especies de invertebrados. También es de destacar que las áreas de distribución de las especies vegetales son las que poseen menores tasas de cambio en sus usos del suelo (un 6,4% de la superficie como máximo y un 1,0% en promedio).

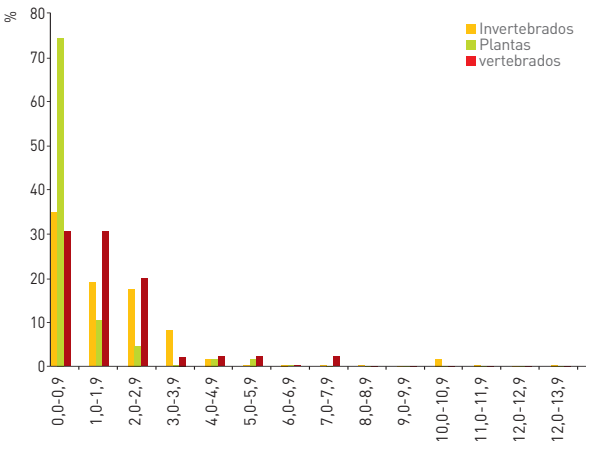
La gran mayoría de las especies de plantas consideradas (76%) ha sufrido un cambio hacia la antropización en su área de distribución menor al 1% de la superficie, mientras que en el caso de las especies animales, tanto vertebrados como invertebrados, son muchas más las especies que han experimentado cambios hacia la antropización en sus áreas de distribución de más amplio alcance: el área de distribución del 24% de las especies de invertebrados ha sufrido antropizaciones que abarcan al 3% o más de su superficie, mientras que en el caso de los vertebrados un 14% de las especies habrían experimentado cambios de ese calibre (Figura 4.7.2).

☐ **Figura 4.7.1.** Variación de los porcentajes de antropización, naturalización y cambio en los usos del suelo en las celdas UTM de 100 km² en las que se han observado especies en peligro para vertebrados, plantas e invertebrados. Los diferentes símbolos representan los valores medios, mientras que las líneas verticales representan el rango de oscilación del 95% de los valores.



Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

☐ **Figura 4.7.2.** Variación en los porcentajes de especies en peligro sobre el total de cada grupo (vertebrados, plantas e invertebrados) según el grado de antropización media que ha sufrido su área de distribución. Nótese que la mayoría de las especies han sufrido tasas de antropización en sus áreas de distribución menores del 1% de la superficie total.



Fuente: Elaboración Lobo JM, Sánchez D y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

■ 4.7.3. EFECTO DEL CLIMA SOBRE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS

Se han realizado modelos para un amplio conjunto de especies de vertebrados terrestres ibéricos tratando de discriminar el peso comparado de las variables climáticas y no climáticas a la hora de explicar su distribución actual. Si la distribución de una especie está condicionada por una gran cantidad de factores, se debe intentar delimitar el efecto puro e individual del clima antes de transferir las funciones predictivas que se realicen a otros escenarios climáticos. Esta tarea es difícil de realizar con fiabilidad ya que muchas de las variables que se utilizan como explicativas covarían entre si (el clima esta correlacionado con la altitud y determinados tipos de suelo pueden darse bajo condiciones climáticas determinadas), pero existen técnicas estadísticas que permiten acercarse a calcular el efecto individual e inequívoco de las variables que se desean cuantificar (ver metodología). Los modelos realizados muestran que los efectos puros del clima difieren significativamente según la fisiología térmica de las especies (Figura 4.7.3). El peso de las variables climáticas depende del grupo de vertebrados que se considere. En los anfibios y reptiles las variables climáticas permiten explicar hasta un 30 % de la variabilidad en los datos de distribución. La contribución de las variables de precipitación es mayor en el caso de los anfibios, mientras que las variables de temperatura son más influyentes para los reptiles. En el caso de las aves la capacidad explicativa pura de las variables climáticas es baja (hasta un 15%) y en los mamíferos intermedia (hasta un 22%).

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA CUANTIFICAR EL EFECTO DEL CLIMA SOBRE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS

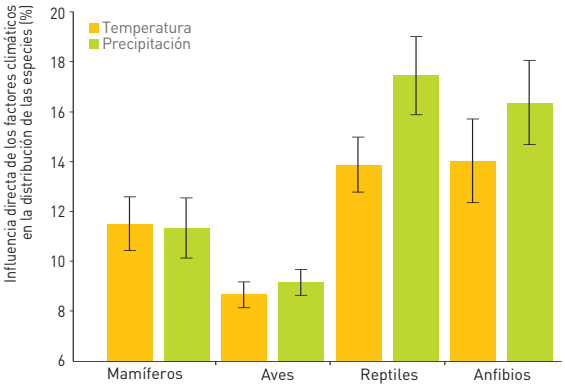
Se han utilizado los datos de distribución (a una resolución de celdas UTM de 100 km^2) de 384 especies de vertebrados terrestres en España peninsular (84 mamíferos, 233 aves nidificantes, 41 reptiles y 26 anfibios), procedentes de las bases de datos del *Inventario Nacional de Biodiversidad de España*. Los datos climáticos (temperatura media anual, media de las temperaturas mínimas invernales, media de las máximas estivales, precipitación anual, precipitación mensual mínima y precipitación mensual máxima) han sido proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), siendo interpolaciones efectuadas a partir de la información de más de 1.500 estaciones meteorológicas durante el periodo 1971-2000. Como datos no climáticos se utilizó un índice de vegetación global, que mide el verdor y la cobertura actual de la vegetación, así como la altitud media y el rango de altitudes de cada celda.

Los datos de presencia-ausencia para cada una de las especies han sido relacionados con las variables explicativas mediante Modelos Generalizados Aditivos. El peso independiente de cada tipo de variables fue estimado mediante análisis de regresión parciales, los cuales permiten fraccionar el total de variabilidad que puede explicarse según el tipo de variables utilizadas (5,6).

De este modo, se esperaría que una modificación futura del clima afectase de una forma más directa a aquellos grupos que, como los anfibios y reptiles, dependen de la temperatura ambiental para su fisiología. Como otros estudios sugieren (7), los efectos de los cambios en el paisaje y la cobertura vegetal serían más decisivos a la hora de explicar la distribución de las aves.

Los resultados aquí obtenidos no significan obligatoriamente que el cambio climático afectará en menor medida a los animales endotermos, sino que los mecanismos subyacentes varían en su relevancia para diferentes grupos de animales. El cambio climático podría afectar también a las especies que controlan su temperatura corporal indirectamente como consecuencia de alteraciones de hábitat o de la dinámica en las presas de los animales sin control de temperatura que consumen.

□ **Figura 4.7.3.** Variabilidad pura explicada (± error estándar) por las tres variables de temperatura seleccionadas y las tres de precipitación, según el grupo de vertebrados. Esta variabilidad mide la capacidad explicativa de los modelos tras eliminar el porcentaje de variación que puede explicarse por las variables topográficas y de hábitat cuyos efectos son compartidos, en mayor o menor magnitud, con los de las variables climáticas.



Fuente: Elaboración Aragón P y Lobo JM.

■ 4.7.4. CAMBIOS GEOGRÁFICOS EN LA LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS CLIMÁTICAMENTE FAVORABLES

Los modelos de distribución actual de especies en función de los diferentes factores ambientales actuales son algoritmos matemáticos que confieren diferentes pesos relativos a las distintas variables ambientales que se utilizan como predictores. Con precaución, es posible utilizar estos modelos para proyectar las distribuciones geográficas de las especies según las condiciones climáticas simuladas para el futuro. Este procedimiento permite obtener mapas que pronostiquen los futuros cambios potenciales de la estructura espacial de las condiciones climáticas propias de las especies.

Los modelos obtenidos para 96 especies de vertebrados terrestres con algún grado de amenaza permitieron obtener mapas representativos de las tendencias generales en cuanto a zonas de pérdida, estabilidad o ganancia de las condiciones climáticas favorables. No solo es importante detectar las zonas donde estas especies estarían potencialmente amenazadas, sino también qué zonas podrían representar un refugio. Los resultados de los modelos estiman que, en promedio, las especies consideradas perderán condiciones climáticas favorables en un 13% de la superficie que ocupan actualmente. Las celdas en las que se producirían estas pérdidas de condiciones favorables se caracterizan por poseer altitudes significativamente menos elevadas y mayores proporciones de usos del suelo naturales que el resto. La tónica general es que, para las especies consideradas, la mayor pérdida de las condiciones climáticas favorables ocurriría en las zonas de menor altitud y los valles cercanos al sistema Central, Sierra Morena y Picos de Europa, pero destacando también en el sur las serranías de Cádiz, y en el norte las áreas comprendidas entre los límites de las provincias del País Vasco y Navarra, sur de Galicia y norte de Zamora (Mapa 4.7.2.a). Cabe destacar que el sistema Central no solo representa una zona de extinciones locales potenciales para algunas de las especies consideradas, sino que a su vez también representa un refugio estable para otras especies cuyos requerimientos climáticos no cambiarán en esa zona (Mapa 4.7.2.b). Estas áreas de estabilidad se caracterizan por poseer amplios rangos altitudinales y porcentajes de usos del suelo naturales mayores, que las celdas donde tendría lugar una pérdida de condiciones climáticas favorables para el conjunto de vertebrados considerado,

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA ESTIMAR LA LOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS CLIMÁTICAMENTE FAVORABLES

La distribución actual de las distintas poblaciones de una especie es el resultado espacial de la actuación conjunta de un gran número de factores ambientales, bióticos e históricos. Estimar aquellas zonas con mayores posibilidades de albergar una especie ante un cambio de escenario climático requiere cuantificar el efecto que realmente poseen las variaciones climáticas a la hora de explicar su distribución. Sin embargo, cuando se trata de realizar proyecciones para un gran número de especies y se carece de datos fisiológicos fiables, la única información disponible es la que proviene de las características ambientales de las localidades de presencia y ausencia conocidas. Evidentemente, las localidades de presencia proporcionan una valiosa información sobre las condiciones ambientales en las que cada una de estas especies parece ser capaz de tener una tasa de crecimiento demográfico neta positiva. Sin embargo, esta información puede ser parcial, ya que otros lugares con diferentes condiciones ambientales podrían ser también favorables, pero no haber sido muestreados, ser inaccesibles para las especies, estar en proceso de ser colonizados por ellas, carecer de las especies acompañantes necesarias e interacciones bióticas adecuadas o haberse extinguido la especie en ellos. Por ello, los datos de ausencia, aunque sean fiables, deben ser utilizados con precaución cuando la intención es delimitar el conjunto de localidades con condiciones climáticas favorables que podrían ser colonizadas en un futuro.

Las proyecciones que aquí se presentan han sido obtenidas incluyendo un conjunto heterogéneo de variables, tanto climáticas -y por tanto variables temporalmente- como invariables con el tiempo, a fin de obtener estimaciones del peso relativo de predictores climáticos y no climáticos. Además, y al objeto de acercarnos a una cartografía que represente el conjunto de localidades, actualmente habitadas o no, con condiciones climáticas favorables para cada especie, únicamente se han utilizado pseudo-ausencias seleccionadas dentro de aquellas áreas con condiciones climáticas claramente desfavorables (8).

Se han utilizado los datos de distribución (a una resolución de celdas UTM de 100 km^2) de 94 especies de vertebrados terrestres amenazadas que habitan la España peninsular (9). Los datos climáticos utilizados fueron temperatura media anual, evapotranspiración potencial anual, evapotranspiración potencial mínima, evapotranspiración actual anual, precipitación anual, y déficit hídrico. Como variables inalterables con el tiempo se utilizaron dos variables topográficas (la altitud media y el rango de altitudes de cada celda) y cuatro variables edáficas que reflejan la variación en los porcentajes de depósitos y rocas ácidas o básicas (9). El escenario climático futuro utilizado fue el CCM3 para 2100 (10). En este escenario, los niveles de las emisiones futuras se duplican y no existen cambios tecnológicos y económicos destacables que modifiquen las actuales tendencias. Se trata de un escenario neutro que representa la continuidad del patrón actual de cambio climático y que, prácticamente, es equivalente al promedio de todos los escenarios disponibles (11).

Tras estandarizar todas las variables explicativas se utilizaron modelos lineales generalizados para obtener la función predictiva. Se consideró como punto de partida todo el conjunto de variables explicativas anteriormente mencionadas para construir modelos finales con las variables más relevantes. Los modelos fueron, en primer lugar, ajustados utilizando los datos actuales, convirtiendo las probabilidades generadas en una variable binaria mediante la aplicación de un umbral adecuado y evaluando las predicciones generadas mediante un procedimiento de remuestreo. Finalmente, las funciones predictivas obtenidas fueron usadas para obtener proyecciones futuras teniendo en cuenta los datos de las simulaciones climáticas.

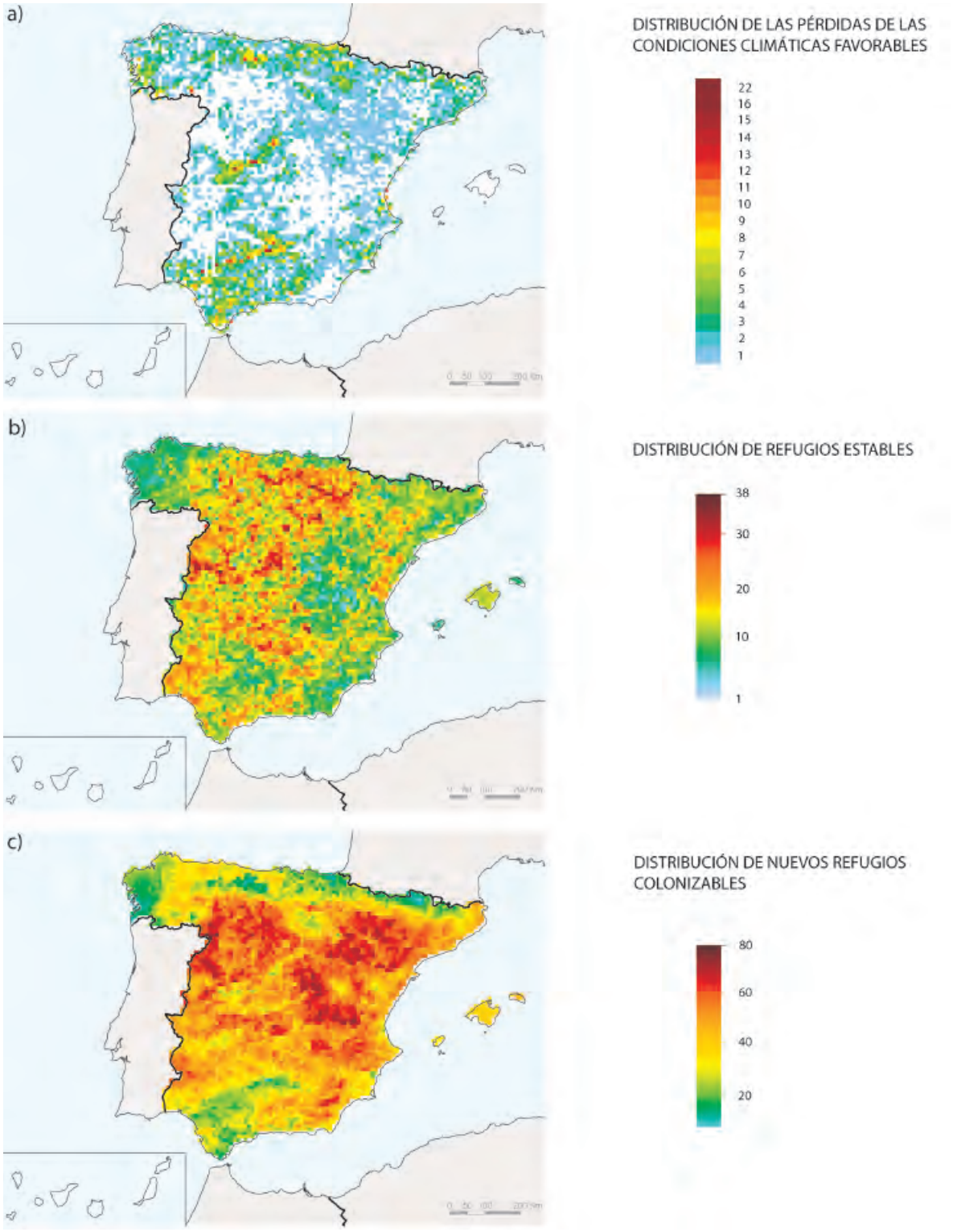
Por tanto, contrastando ambos mapas de pérdida y estabilidad podemos concluir que una misma zona, sobre todo si es montañosa, puede actuar simultáneamente como área amenazada y refugio estable. Ello representa un reto a la hora de diseñar reservas naturales eficientes en general, y concretamente en el sistema Central, un desafío para el recientemente propuesto espacio protegido de la Sierra de Guadarrama (9).

Por otro lado, las zonas donde aparecerán condiciones climáticas favorables para las especies, antes no experimentadas, se podrían considerar como nuevos refugios colonizables. Las celdas en las que aparecerían nuevas condiciones favorables poseen también altitudes significativamente más elevadas y mayores proporciones de usos del suelo antropizados que el resto. La tendencia general en este caso, es que la menor capacidad receptiva se daría en el tercio Norte de España, y en la cuenca del Guadalquivir (Mapa 4.7.2.c). Sin embargo, esta cuestión es compleja, ya que estos nuevos refugios potenciales actuarían como verdaderos receptores siempre y cuando la capacidad de dispersión y los usos antrópicos del suelo lo permitan. También se debe advertir que la aparición de nuevas especies en zonas actualmente inhabitadas por ellos (nuevos refugios colonizables), puede afectar al funcionamiento de los ecosistemas. Por lo tanto es fundamental diferenciar los mapas de estabilidad (refugios estables) de los de ganancia (nuevos refugios colonizables) de las condiciones climáticas habitables por las especies.

Por tanto, contrastando los mapas de pérdida, estabilidad y aparición, podemos concluir que las zonas montañosas serán altamente dinámicas pudiendo actuar simultáneamente como refugio estable y como áreas de cambio en las que pueden producirse extinciones y colonizaciones locales y, por tanto, profundas modificaciones en la composición faunística. Ello representa un reto a la hora de diseñar reservas naturales eficientes en general y concretamente en el sistema Central, un desafío para el recientemente propuesto espacio protegido de la Sierra de Guadarrama.



□ **Mapa 4.7.2.** Distribución geográfica de a) las pérdidas de las condiciones climáticas favorables, b) refugios estables y c) nuevos refugios colonizables para 96 especies de vertebrados amenazados según el escenario CCM3 para 2100. Los colores más cálidos indican un mayor número de especies.



Fuente: Elaboración Aragón P, Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.



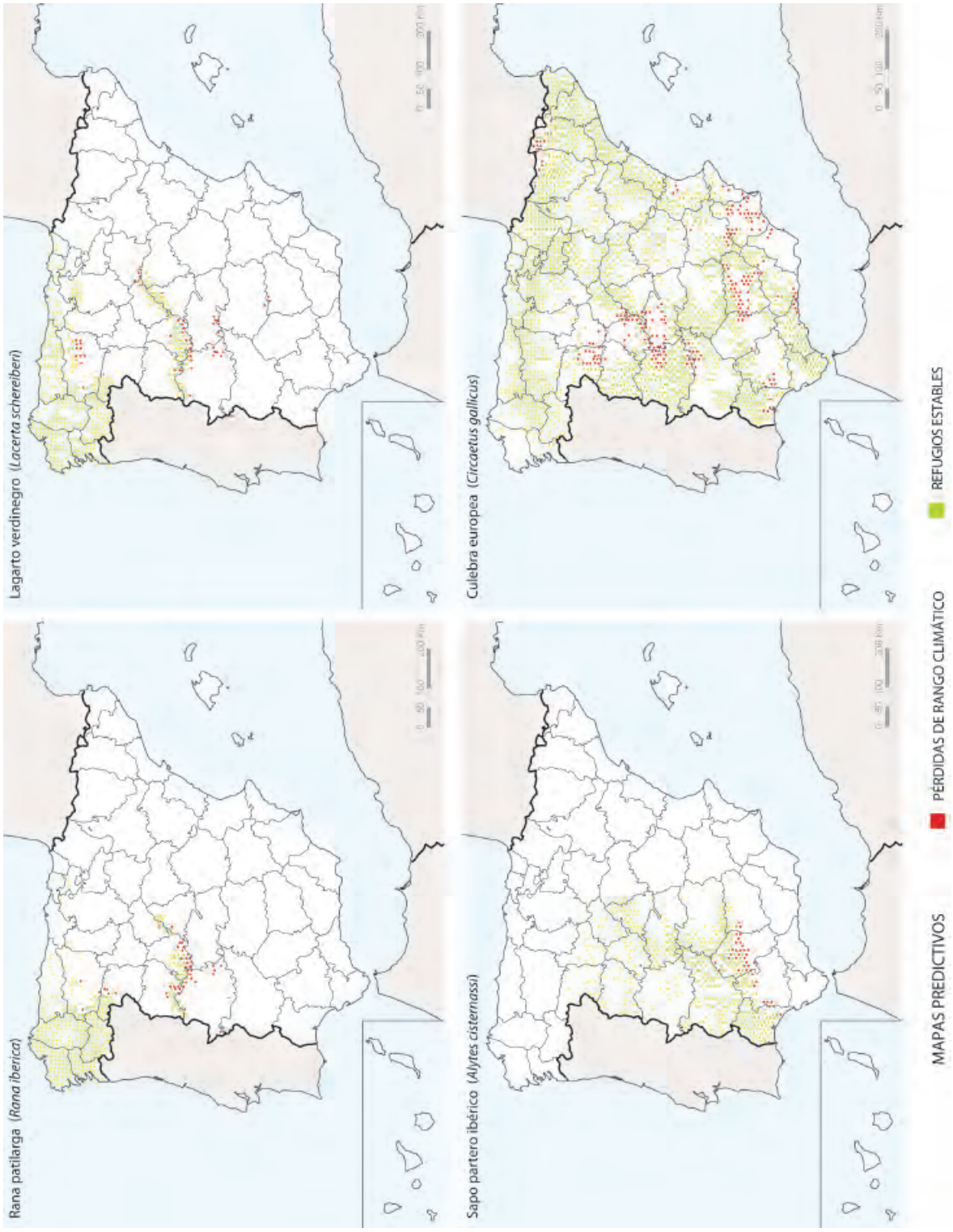
Desde el punto de vista de la conservación, los estudios del impacto climático en la península Ibérica podrían ser especialmente relevantes para especies que a su vez son endémicas y poseen algún grado de amenaza. Los anfibios y los reptiles generalmente cumplen un papel muy importante en las cadenas tróficas y además, los modelos realizados, sugieren que sus distribuciones geográficas se verían afectadas de forma directa, a través de su fisiología, por el cambio climático (Mapa 4.7.3). Por tanto, se seleccionaron especies con éstas características como ejemplos de seguimiento individual. La rana patilarga, el sapo partero ibérico y el lagarto verdinegro son endemismos ibéricos que además están catalogados por la IUCN (www.iucnredlist.org/), como "Near threatened".

Como ejemplo de cómo podría afectar el cambio climático indirectamente a especies de vertebrados endotermos, también se examina el caso de la culebrera europea. Se trata de una rapaz cuya dieta se basa mayoritariamente en reptiles y, por lo tanto, el modelo de su distribución en función del clima podría reflejar indirectamente la influencia del clima en sus presas. Para examinar las tendencias individuales en estas cuatro especies se han obtenido mapas que expresan simultáneamente las áreas pronosticadas como refugios estables y las áreas donde se estima la pérdida de las condiciones habitables debido al cambio climático.

En el caso de la rana patilarga y el lagarto verdinegro (Mapa 4.7.3), los modelos predicen una pérdida sustancial de las condiciones climáticas dentro de sus rangos de distribución actuales en un 11% y 10 % respectivamente, sobre todo en el sistema Central. Por otro lado, el sapo partero ibérico (Mapa 4.7.3) vería el 8 % del área geográfica afectada, sobre todo en el Sur de España, mientras que zonas más al norte podrían proporcionar importantes refugios para estas especies. Las zonas indicadas como pérdidas del rango climático para estas especies por separado coinciden con la tendencia general de los mapas que engloban las 96 especies consideradas (Mapa 4.7.2). Finalmente el 9 % del rango de distribución de la culebrera europea perdería favorabilidad climática para la especie. Estas pérdidas de su rango climático se darían principalmente en el Sur (Andalucía y Murcia) y de nuevo en el sistema Central, pero también en parte de Extremadura, Zamora y Pirineos (Mapa 4.7.3). Este último caso sirve de ejemplo sobre cómo el efecto indirecto del clima podría afectar incluso a especies de amplia distribución, que actualmente no están consideradas como amenazadas.

Es importante resaltar que, mientras estas simulaciones ofrecen información sobre la posible ubicación de las condiciones climáticas favorables para cada especie, la complejidad de factores en juego (interacciones con otras especies, alteraciones de hábitat, etc.) hace difícil estimar con fiabilidad la respuesta geográfica de las especies. Ello es debido a que el clima puede afectar a la biología de las especies de muy diversas maneras, las cuales podrían actuar separadamente o de forma combinada. Los casos más extremos serían aquellos en los que tales cambios provocarían la extinción local de especies con una capacidad de adaptación limitada. En tales casos, el impacto de estas extinciones locales dependería del área geográfica afectada con respecto al área total de la especie, o también de la capacidad de cada especie para asentarse en zonas con clima ahora favorable. Esta capacidad de colonización es especialmente limitada en el caso de los anfibios y reptiles. Pero hay otras posibilidades. Por ejemplo, también sería plausible que ciertas especies se adaptasen a estos cambios. Incluso podría ocurrir que estas adaptaciones aparezcan solo en las poblaciones más afectadas por el cambio climático mientras que otras poblaciones de la misma especie no se vieran afectadas. La relevancia comparada de estos y otros procesos podrían tener importantes implicaciones para la conservación. En especies con hábitat fragmentados y, por lo tanto, con un flujo genético limitado, estos procesos podrían llegar a influir incluso en la evolución de algunas especies. Por tanto, los resultados de este tipo de modelos deben considerarse como un punto de partida para determinar qué especies deberían ser objeto de seguimiento y estudio específico, a fin de dilucidar cómo y en qué grado podrían verse afectadas por el cambio climático.

☐ **Mapa 4.7.3.** Mapas predictivos de las pérdidas del rango climático (rojo) y refugios estables (verde) para la rana patilarga *(Rana iberica)*, b) el lagarto verdinegro *(Lacerta schereiberi)*, c) el sapo partero ibérico *(Alytes cisternasii)* y d) la culebrera europea *(Circaetus gallicus)*, en 2100.



Fuente: Elaboración Aragón P y Lobo JM.

4.7.5. CONCLUSIONES

La modificación de los paisajes naturales que se ha producido en los últimos veinte años en nuestro país, parece haber afectado por igual tanto a las localidades con presencia constatada de especies en peligro de extinción como al resto del territorio. En otras palabras, albergar poblaciones de especies amenazadas no parece ser un factor decisivo capaz de detener la presión transformadora de nuestros usos económicos. Parece, también, que esta influencia difiere según se trate de organismos vegetales y animales. Probablemente, la movilidad y mayor rango geográfico general de las especies animales en peligro, facilita la coincidencia de intereses ambientales con el hombre y la competencia por el espacio. Es necesario, por tanto, examinar a fondo esta cuestión. Estudiar en detalle y en áreas específicas la evolución temporal de los parámetros demográficos de algunas de estas especies, para determinar si las transformaciones de hábitat ocurridas están afectando a la persistencia de las poblaciones de estas especies. Si, efectivamente, los actuales mecanismos de protección son insuficientes y ponen en peligro la viabilidad futura de estas poblaciones será necesario diseñar estrategias de conservación alternativas o complementarias.

El cambio climático es otro factor que, a medio plazo y actuando en conjunción con las modificaciones en los hábitat propiciadas por el hombre, puede tener consecuencias nefastas para la pervivencia futura de nuestras especies amenazadas. A la hora de explicar la distribución de las especies es difícil estimar el efecto que, estrictamente, puede atribuirse al clima para, de este modo, transferir con cierta fiabilidad el modelo a otro escenario climático. Este efecto climático independiente es, muy probablemente, mayor en aquellos animales con dificultades para controlar fisiológicamente su temperatura corporal. Sin embargo, los efectos indirectos que el cambio climático puede ejercer sobre la distribución de las aves y los mamíferos no deben despreciarse; el efecto del clima sobre la vegetación o los insectos podría provocar alteraciones notables en el tamaño y fragmentación de las áreas de distribución de estas especies, sobre todo si esos cambios climáticos se asocian con modificaciones de los paisajes como consecuencia de las acciones del hombre. En nuestro país, las zonas montañosas son las que, aparentemente, experimentarían mayores tasas de reemplazo. En ellas se encontrarían buena parte de las zonas estables que no presentarían discrepancias importantes en la favorabilidad climática de las especies (gracias a su heterogeneidad ambiental), y también las áreas de refugio futuras para poblaciones de especies actualmente presentes en altitudes inferiores. La inaccesibilidad de las áreas de montaña y el carácter eminentemente montañoso de nuestra red de espacios protegidos son factores que favorecerán el papel de estas áreas como centros de refugio ante el cambio global. Será necesario, sin embargo, vigilar y crear las condiciones necesarias para limitar la presión antrópica que el propio cambio climático podría ejercer sobre ellas, al convertirlas en zonas productivas para determinados cultivos y usos.



CAPÍTULO 5

MECANISMOS DE RESPUESTA: LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

5.1. La conservación de la biodiversidad

Uno de los mayores retos a los que se enfrenta la sociedad en la actualidad es el uso insostenible de los recursos naturales, que está produciendo, junto con otros factores ya mencionados en capítulos anteriores, una pérdida de biodiversidad sin precedentes en la historia de la Humanidad. Tal y como se ha señalado en la última Conferencia de las Partes del CDB (COP10), celebrada en Nagoya en octubre de 2010, es necesario realizar acciones inmediatas para frenar dicha pérdida, por lo que las medidas de conservación y restauración de la biodiversidad cobran una relevancia crucial.

Las medidas de conservación actuales están basadas, eminentemente, en favorecer la persistencia de diversas especies de vertebrados y plantas, pero también en la creación de una serie de santuarios más o menos protegidos de la influencia humana más adversa con capacidad para representar los diferentes tipos de paisajes y ecosistemas. Esta estrategia olvida la información sobre aquellos grupos de organismos que suponen la mayoría de la biodiversidad que poseemos (los invertebrados) y no considera el carácter subjetivo y antropomórfico de entidades biológicas tales como los hábitat, los ecosistemas, las categorías paisajísticas, de vegetación o las ecorregiones. No es sencillo decidir la ubicación de los espacios protegidos pero existen procedimientos y algoritmos capaces de seleccionar el conjunto menor de localidades capaces de maximizar la cobertura ambiental o garantizar la representación de todas las especies de un territorio. La red de espacios protegidos de nuestro país se ha confeccionado y continúa creciendo de manera coyuntural marginado estas aproximaciones.

Aunque los patrones de distribución entre diferentes tipos de organismos sean parcialmente coincidentes, parece evidente que la estrategia de creación de reservas, por si misma, no va a ser capaz de garantizar la conservación de la diversidad biológica de España en su conjunto, máxime si se considera su carácter dinámico y la necesidad de promover corredores y conexiones entre las reservas capaces de facilitar la migración de los organismos ante el cambio climático. Esta afirmación es válida también para otros países, pero adquiere especial relevancia en nuestro caso debido a las singulares características de nuestro desarrollo económico y la existencia de diferentes administraciones con competencias medioambientales poco coordinadas. Las evidencias que poseemos sugieren que sería necesario incrementar notablemente el porcentaje de espacio protegido, o mejor, restringir el acceso de las fuerzas del mercado al conjunto completo del territorio, limitando y proyectando los usos en áreas ambientalmente sensibles o valiosas.

Se impone, por tanto, un cambio de estrategia que impulse la planificación efectiva del territorio, promueva el mantenimiento de los procesos ecológicos y considere la declaración de espacios naturales protegidos como la limitación extrema a la que puede someterse una parte del territorio, pero cuyos usos deben ser siempre objeto de planificación. En este sentido, resulta crucial la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en las diferentes políticas sectoriales, dado que, por lo general, el volumen presupuestario dirigido a la gestión directa para la conservación del medio natural es muy inferior al aplicado en actividades susceptibles de producir un impacto ambiental negativo.

En el presente capítulo se abordan diferentes mecanismos de respuesta ante la situación actual de pérdida de biodiversidad. En primer lugar, se hace referencia a los planes de conservación de las especies, poniendo especial énfasis en su grado de aplicación en las diferentes CCAA. La influencia de los cambios de ocupación del suelo y del cambio climático en las funciones de protección de los ENP se trata en segundo lugar, así como la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad. La planificación del medio marino y la gestión integrada de las áreas litorales son dos mecanismos de respuesta fundamentales para la conservación de los ecosistemas marinos y costeros que también se abordan en el presente capítulo, así como una cuestión esencial, que es el conocimiento, la sensibilización y la educación en materia de biodiversidad. Por último, se hace referencia a las iniciativas empresariales que promueven la conservación de la biodiversidad, así como a la valoración económica de la biodiversidad como herramienta para frenar su pérdida. Dos herramientas novedosas para la integración de las consideraciones ambientales en las actividades económicas, el pago por los servicios ambientales y la custodia del territorio, se tratan en último término.

5.2. Planes de Actuación de las Especies Amenazadas

■ 5.2.1 INTRODUCCIÓN

La primera Ley de conservación de la naturaleza de nuestro país, la Ley 4/1989, de 27 de marzo de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres (BOE núm. 74, de 28 de marzo de 1989), creó el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, dependiente del entonces Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. En este Catálogo, según la Ley 4/1989, debían incluirse todos aquellos taxones o poblaciones cuya protección necesitase de medidas específicas por parte de las Administraciones Públicas, clasificados en cuatro categorías en función del grado de amenaza: "en peligro de extinción", reservada para aquellos taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando; "sensibles a la alteración de su hábitat", para aquellos cuyo hábitat característico está particularmente amenazado, en grave regresión, fraccionado o muy limitado; "vulnerables", los que corren el riesgo de pasar a las categorías anteriores en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellas no son corregidos; y "de interés especial", para los que, sin estar contempladas en ninguna de las categorías precedentes, sean merecedoras de una atención particular en función de su valor científico, ecológico, cultural o por su singularidad (Artículo 29). Además se exige, y corresponde a las Comunidades Autónomas (Artículo 31.6), la redacción de distintos planes de actuación[1], de acuerdo con la categoría de la que se trate: un plan de recuperación para las especies catalogadas "en peligro de extinción", un plan de conservación del hábitat para las especies catalogadas como "sensibles a la alteración de su hábitat", un plan de conservación para las "vulnerables" y un plan de manejo para las "de interés especial".

La Ley 4/1989 contemplaba que las Comunidades Autónomas (CCAA) con competencia en la materia, estableciesen Catálogos Regionales de Especies Amenazadas en sus respectivos ámbitos territoriales (Artículo 30), y que también podían establecer otras categorías específicas, además de las relacionadas en el Artículo 29 de la Ley 4/1989, determinando las prohibiciones y actuaciones que se consideren necesarias para su preservación (Artículo 32), siempre teniendo en cuenta que los Catálogos Regionales pueden incrementar en sus ámbitos territoriales la categoría asignada en el Catálogo Nacional, pero nunca disminuirla.

El *Catalogo Nacional de Especies Amenazadas* se publicó al año siguiente en el Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (BOE núm. 82, de 5 de abril de 1990) y desde entonces hasta ahora se han publicado Catálogos Regionales en todas las CCAA, si bien Cataluña y Castilla León tienen publicado solo los Catálogos de Flora Amenazada[2], y Asturias no tiene Catálogo de Invertebrados.

En 2007 se publica la segunda y vigente Ley para la protección de la naturaleza, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE núm. 299, de 14 de diciembre de 2007). La Ley introduce una serie de cambios en la estructura de los registros de especies protegidas. Se crea el *Listado de Especies Silvestres* en Régimen de Protección Especial (Artículo 53): un registro de taxones y poblaciones cuyo estado de conservación hay que evaluar periódicamente y a las que se prohíbe afectar. En el seno de este Listado, se establece el *Catálogo Español de Especies Amenazadas*, que tan solo incluirá los taxones o poblaciones amenazados en dos categorías: "en peligro de extinción", taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando, y "vulnerables", aquellos que corren el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos (Artículo 55). Se mantiene la obligación de que las CCAA redacten los

[1] Adoptamos este nombre de Planes de Actuación para designar al conjunto de Planes previstos en las leyes de protección de la naturaleza para las especies catalogadas en nuestro país porque así fueron designados conjuntamente por primera vez en el Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, regulador del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

[2] Decreto 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora (BOCyL núm. 119, de 20 de junio 2007) y Decreto 172/2008, de 26 de agosto, de creación del Catálogo de flora amenazada de Cataluña (DOGC núm. 5204, de 28 de agosto de 2008), respectivamente. Cataluña dispone de un borrador del Catàleg de la Fauna Amenaçada de Catalunya, i d'altres aspectes relatius a la fauna protegida consultable en http://mediambient.gencat.net/cat/ciutadans/participacio_publica/nov/cataleg_fauna.jsp?ComponentID=183307&SourcePageID=5732.

planes de actuación que aseguren la conservación de dichos taxones o poblaciones: un plan de recuperación para las especies que se cataloguen "en peligro de extinción" y un plan de conservación para las "vulnerables", y se da un plazo máximo de tres años para la redacción de los planes de recuperación, y de cinco para los planes de conservación (Artículo 56).

También en la Ley 42/2007 se abre la puerta a las CCAA para que, en sus respectivos ámbitos territoriales, establezcan tanto Listados Regionales de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial, como Catálogos Regionales de Especies Amenazadas, permitiendo de nuevo que, además de las categorías relacionadas en esta Ley, se establezcan otras específicas, determinando las prohibiciones y actuaciones suplementarias que se consideren necesarias para su preservación. El *Catálogo Español de Especies Amenazadas* no ha sido aprobado como tal aún[3], pero dos CCAA, Cataluña y Canarias, ya han publicado Catálogos ajustados al nuevo escenario que marca la Ley 42/2007[4]. Ninguna Comunidad ha publicado Listados Regionales de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial.

Para los taxones o poblaciones que estén clasificados en alguna de las categorías suprimidas o no reguladas en el Artículo 55 de la Ley 42/2007, en virtud de la Disposición Transitoria Primera de dicha Ley, mantienen dicha clasificación, con los efectos que establezca la normativa vigente en el momento de entrada en vigor de la Ley 42/2007, hasta que no se produzca la adaptación a la misma.

■ 5.2.2 ESPECIES AMENAZADAS CATALOGADAS

El Catálogo Nacional y el Catálogo Español de Especies Amenazadas poseen carácter de legislación básica, por lo que no puede reducirse el nivel de protección allí establecido para las diferentes especies que forman parte de alguna de sus categorías. Las CCAA, en casi todos los casos, elaborando sus Catálogos de Especies Amenazadas, han elevado de categoría, en los territorios de su competencia, a aquellas especies cuyos riesgos o problemas de conservación superan localmente a los de la media nacional. En muy raras ocasiones se ha incumplido la legislación y se ha reducido el nivel de protección de algún taxón o población, clasificándolo, a nivel regional, en una categoría menor.

La mayor parte de las CCAA incluyen en sus Catálogos Regionales una lista desglosada de los taxones y poblaciones cuya protección necesita de medidas específicas de protección dentro de su ámbito territorial. Estas listas aparecen habitualmente incompletas, es decir, que algunas especies presentes en algunas Comunidades e incluidas en el Catálogo Nacional son olvidadas en los correspondientes Catálogos Regionales. Es importante recordar que, independientemente del nivel que se le asigne a una especie en el Catálogo Regional, o que la especie haya o no haya sido incluida dentro de él, tanto en la Ley 4/1989 como en la 42/2007, se contempla que corresponde a las CCAA la elaboración y aprobación de los planes de actuación correspondientes a cada categoría, para las especies presentes en su territorio y según las categorías establecidas en el Catálogo estatal. En otras ocasiones, en las que el Catálogo Regional no se encuentra desglosado, se asume el nacional y tan solo se listan los taxones o poblaciones "nuevos" (que no aparecen en Catálogo Nacional) o bien los que han sido cambiados de categoría. Este sería el caso de Andalucía en el que se indica que "se incluyen en el Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas las especies que forman parte del Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, aprobado por el Real Decreto 439/1990" añadiendo a continuación un total de 9 modificaciones.

■ 5.2.3 PLANES DE ACTUACIÓN

Llamaremos planes de actuación al conjunto de planes previstos en las leyes de protección y conservación de la naturaleza, nacionales o autonómicas, destinados a proteger a aquellos taxones o poblaciones merecedoras de una atención y protección particular, y que se encuentran listados en los Catálogos de Especies Amenazadas. Estos Catálogos son registros públicos de carácter administrativo en los que se incluyen taxones o poblaciones conforme a un procedimiento derivado de la información que las Administraciones posean sobre su estado de conservación.

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 32 de la Ley 4/1989 y en el Artículo 55.3 de la Ley 42/2007, 11 de las 17 CCAA han establecido, para especies amenazadas, categorías regionales específicas determinando prohibiciones y actuaciones suplementarias que se consideran necesarias para su preservación, aunque no siempre conllevan la redacción de un plan de actuación. Así, actualmente en nuestro país, los taxones y poblaciones amenazados se encuentran catalogados en 17 categorías diferentes, para 10 de las cuales se exige que las Administraciones adopten un plan de actuación que incluya las medidas necesarias y más adecuadas para el cumplimiento de los objetivos buscados en cada caso (Tabla 5.2.1).

[3] En el momento de escribir estas líneas, el borrador puede encontrarse en la siguiente dirección: http://www.mma.es/portal/secciones/participacion_publica/biodiversidad/especies_amenazadas.htm
[4] El citado Decreto 172/2008 de Cataluña y la Ley 4/2010, de 4 de junio, del Catálogo Canario de Especies Protegidas (BOC núm. 112, de 9 de junio de 2010). Este nuevo Catálogo Canario puede que sea recurrido por rebajar, para ciertas especies, las categorías asignadas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

□ **Tabla 5.2.1.** Categorías en las que se clasifican a los taxones y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular en cada comunidad autónoma y Planes de Actuación que se exige que las Administraciones adopten para su protección.

	En peligro de Extinción	Vulnerable/s	Sensible/s a la alteración de su hábitat	De interés especial	Extinto/ Extinguida/s Extinto/ Extinguida/s en estado silvestre/sus poblaciones naturales	Dependiente de conservación	Raras	De atención preferente	Con aprove-chamiento regulado	Categorías que no conllevan Planes de Actuación
Andalucía	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Estudio viabilidad y Reintroducción					
Aragón	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Reintroducción					
Asturias (Principado de)	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo						
Baleares (Illes)	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Reintroducción	Conservación				De especial protección
Canarias	Recuperación	Conservación								Interés para los Ecosistemas Canarios Protección especial
Cantabria	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Estudio viabilidad y Reintroducción	Conservación				
Castilla y León	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo						
Castilla -La Mancha	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo						
Cataluña	Recuperación	Conservación								Especies de fauna/ flora estrictamente protegida en Espacios de Interés Natural
Comunidad Valenciana	Recuperación	Conservación								Especies protegidas/ tuteladas de fauna de la C. Valenciana
Extremadura	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Reintroducción					
Galicia	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo						
Madrid (Comunidad de)	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo						
Murcia (Región de)	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Estudio de viabilidad, Protección Hábitat y Reintroducción					
Navarra (C.F. de)	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo	Estudio de viabilidad, Protección Hábitat y Reintroducción					
País Vasco	Gestión	Gestión		Manejo	Estudio de viabilidad, Protección Hábitat y Reintroducción		Gestión			
La Rioja	Recuperación	Conservación	Conservación del Hábitat	Manejo				Manejo	Manejo	

Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

Los cuatro planes de actuación previstos en la Ley 4/1989, correspondientes a las categorías "en peligro de extinción", "sensibles a la alteración de su hábitat", "vulnerables" y "de interés especial", son reconocidos y exigidos en todas las CCAA menos en cuatro: en Canarias y Cataluña, cuyos Catálogos son posteriores a la Ley 42/2007 y, consecuentemente, no contemplan las categorías de "sensibles a la alteración de su hábitat" y "de interés especial" ni sus debidos planes; la Comunidad Valenciana, en cuyo Decreto 32/2004, de 27 de febrero, del Consell de la Generalitat, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Fauna Amenazadas, y se establecen categorías y normas para su protección (DOGV núm. 4705, de 4 de marzo de 2004), tampoco contempla esas dos categorías ni sus planes, al menos no de modo explicito[5]; y en el País Vasco, en cuya Ley 16/1994, de 30 de junio, de conservación de la naturaleza (BOPV núm. 142, de 27 julio 1994) se clasifica a las especies amenazadas en las categorías homónimas de "en peligro de extinción", "vulnerables" y "de interés especial", además de en la categoría propia de "raras" (Artículo 48; no se cuenta con la categoría "de interés especial") pero se requiere que, para todas ellas, indistintamente, se redacte un plan de gestión (Artículo 50.3).

En siete CCAA se ha designado una categoría concreta para las especies extinguidas bajo diferentes denominaciones: "extinto/extinguida", "extinto/extinguida en estado silvestre" o "extinguida en sus poblaciones naturales". En Andalucía, de hecho, se reconocen dos categorías para las especies extintas diferenciando entre los taxones y poblaciones que han desaparecido del territorio andaluz, "extinto", de los que, pese a haber desaparecido, sobreviven en cautividad "extinto en estado silvestre" (Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres, BOJA núm. 218, de 12 de noviembre de 2003). Curiosamente, en Murcia se designa de modo diferente a las especies de fauna y flora desaparecidas: "extinguida" se las denomina en la Ley 7/1995, refiriéndose al conjunto de especies, y "extinguidas de sus poblaciones naturales" cuando se refieren a la flora, en el Decreto 50/2003[6]. Los planes previstos para estas categorías varían algo en las siete Comunidades pero básicamente implican, en casi todas, la elaboración de un Estudio sobre la Viabilidad de la reintroducción y, en caso de ser favorable, la redacción de un plan de reintroducción. Además, en las CCAA de Región de Murcia y Comunidad Foral de Navarra[7] se precisa hacer un plan de protección y mejora cautelar de los Hábitat Naturales Afines a las especies extinguidas. En la Ley 16/1994 de conservación de la naturaleza de la comunidad autónoma del País Vasco no se ha designado una categoría para las especies extinguidas, pero en cambio sí que se prevé la elaboración de planes de reintroducción para las especies o subespecies que se han extinguido en tiempos históricos recientes en la comunidad autónoma del País Vasco y que son susceptibles de ocupar nuevamente los hábitat naturales vascos (Artículo 53.1), y se explicita que las especies o subespecies objeto de planes de reintroducción gozarán, mientras dure la aplicación del plan correspondiente, de las medidas de protección establecidas para las especies catalogadas como "en peligro de extinción" (Artículo 53.2). En el resto de CCAA, al igual que ocurre en el Catálogo Nacional y en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, las especies extinguidas se clasifican como "en peligro de extinción" y para ellas debe redactarse un plan de recuperación.

Por otra parte, varias CCAA poseen, para las especies catalogadas, categorías propias que conllevan la adopción de planes de actuación: Islas Baleares (Decreto 75/2005[8]) exige la redacción de un plan de conservación para las especies que clasifica como "dependiente de conservación"; Castilla y León, en referencia a la flora (Decreto 63/2007[9]) un plan de manejo para las especies catalogadas como "de atención preferente" y "con aprovechamiento regulado"; y en País Vasco (Ley 16/1994) un plan de gestión para todas las especies catalogadas incluyendo las "raras".

Por último en los catálogos regionales hay especies clasificadas en categorías propias que no implican la redacción de ningún plan de actuación: en islas Baleares (Decreto 75/2005) las catalogadas como "de especial protección"; en Canarias (Ley 4/2010) las de "interés para los ecosistemas canarios" y las de "protección especial"; en Cataluña (Decreto 328/1992) las "especies de flora estrictamente protegidas" y "espe-

[5] Pero implícitamente sí a tenor de lo expresado en el Artículo 2.1 del Decreto 32/2004: "Las especies que, sin figurar en el Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas de Fauna, estén incluidas en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas, formen o no parte de la fauna silvestre valenciana, gozarán en el ámbito territorial de aplicación de este decreto del régimen de protección previsto para ellas en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, y el Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo".
[6] Ley 7/1995 , de 21 de abril , de La Fauna Silvestre, Caza y Pesca Fluvial (BORM núm. 102, de 4 de mayo de 1995) y Decreto 50/2003, de 30 de mayo por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales (BORM núm. 131, de 10 de junio de 2003).
[7] La citada Ley 7/1995 de Murcia y la Ley Foral 2/1993, de 5 de marzo, de protección y gestión de la fauna silvestre y sus hábitat (BON núm. 34, de 19 de marzo de 1993).
[8] Decreto 75/2005, de 8 de julio, por el cual se crea el Catálogo Balear de Especies amenazadas y de Especial Protección, las Áreas Biológicas Críticas y el Consejo Asesor de Fauna y Flora de les Illes Balears (BOIB núm. 106, de 16 de julio de 2005).
[9] Decreto 63/2007, de 14 de junio, por el que se crean el Catálogo de Flora Protegida de Castilla y León y la figura de protección denominada Microrreserva de Flora (BOCyL núm. 119, de 20 de junio 2007).

cies de fauna estrictamente protegidas" en espacios de interés natural; y en la Comunidad Valenciana, en referencia a la fauna, (Decreto 32/2004) las clasificadas como "especies protegidas de fauna de la Comunidad Valenciana" y "especies tuteladas de fauna de la Comunidad Valenciana".

El objetivo del presente apartado es evaluar el grado de cumplimiento de las CCAA, de la obligación legal que tienen de redactar los planes de actuación para las especies catalogadas. Para ello, 1) se han contabilizado cuántos planes de actuación sobre taxones o poblaciones animales se han aprobado en cada comunidad autónoma, y 2) se ha calculado cuál es el porcentaje de planes aprobados respecto al número de planes que deberían aprobarse, teniendo en cuenta el número de especies presentes en cada comunidad autónoma clasificadas en alguna categoría que conlleve la obligatoriedad de elaborar un plan de actuación, excepto para las "de interés especial" que no han sido incluidas en este cómputo.

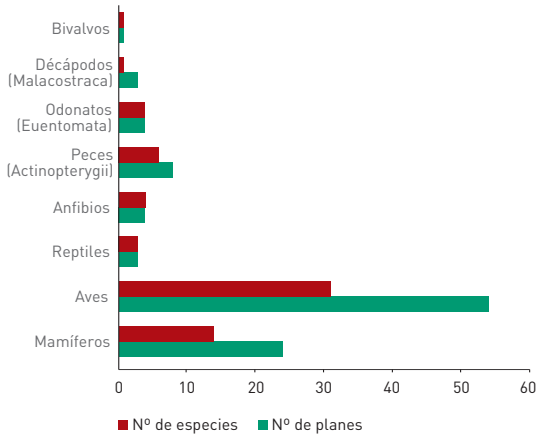
Para ello consideramos que:

1. Un taxón o población debe disponer de un plan de actuación siempre que esté catalogado en el *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas* o en cualquiera de los catálogos regionales de especies amenazadas publicados oficialmente y clasificado en alguna de las categorías que conllevan la obligatoriedad de redactar dichos planes.
2. Un taxón o población debe disponer de un plan de actuación en una comunidad autónoma si aparece catalogado en el catálogo regional de dicha Comunidad o si su área de distribución se extiende por su ámbito territorial[10], aunque no esté recogido en el catálogo regional, o si éste no existe.
3. El plan de actuación que un taxón o población debe tener en cada comunidad autónoma es el correspondiente a la categoría de mayor rango en que dicho taxón o población esté catalogado en ese territorio, entendiendo que el Catálogo Nacional es de aplicación en todo el Estado y que los catálogos regionales lo son dentro de sus correspondientes ámbitos territoriales.
4. Las categorías regionales que implican que un taxón o población está extinto en libertad en su territorio ("extinto/extinguida" o "extinto/extinguida en estado silvestre") no son de rango inferior a la categoría "en peligro de extinción".
5. Para las especies catalogadas y presentes en País Vasco, donde, según la Ley 16/1994, de conservación de la naturaleza, se exige un plan de gestión, indistintamente de la categoría donde estén estas clasificadas, estos planes deben equipararse a los planes de actuación previstos para cada categoría en Ley 4/1989 y Ley 42/2007, teniendo en cuenta el Artículo 37 de la propia Ley vasca 16/1994[11].

■ 5.2.4 PLANES APROBADOS EN CADA COMUNIDAD AUTÓNOMA

En total se han aprobado 101 planes de actuación para 64 taxones o poblaciones animales (Figura 5.2.1). La mitad de los planes que se han aprobado (53,5%), así como la mitad de las especies para las que han adoptado planes (48,4%), son aves; y casi una cuarta parte mamíferos (el 23,8% de los planes y el 21,9% de las especies). Solo seis especies de invertebrados, otras seis de peces, cuatro anfibios y tres reptiles cuentan con planes de actuación aprobados.

□ **Figura 5.2.1.** Número de especies animales con planes de actuación aprobados y número de planes de actuación aprobados en cada clase animal.



Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

En más del 90% de los casos, los planes de actuación aprobados para una especie no cubren la totalidad de su área de distribución. Dos especies destacan por el número de planes que se han aprobado. Se trata del Águila perdicera, *Hieraaetus fasciatus*, que cuenta con planes de actuación en Baleares, Castilla y León, Extremadura, La Rioja, Navarra y País Vasco, y el Oso pardo, *Ursus arctos*,

[10] Para determinar si una determinada comunidad autónoma debe de elaborar un plan de actuación para una especie incluida en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas se ha tomado como referencia básica la información recogida en las fichas del mencionado Catálogo disponibles en: http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/especies_amenazadas/catalogo_especies/acceso_catalogo.htm.
[11] Artículo 37 Ley 16/1994, de conservación de la naturaleza. La conservación, protección y recuperación, en su caso, de la fauna y flora que viven en estado silvestre en el territorio de la comunidad autónoma del País Vasco, de conformidad con lo establecido en el art. 1.2, y la preservación de sus hábitat se regirán por lo dispuesto en el presente título, sin perjuicio de lo establecido en los convenios y tratados internacionales así como en las disposiciones estatales y comunitarias.

con planes de recuperación en Asturias, Cantabria, Castilla y León, Galicia y Navarra. El resto de taxones o poblaciones tienen tres o menos planes aprobados. De hecho, 36 taxones no endémicos de una comunidad autónoma, es decir, cuyo área de distribución se extiende por más de una comunidad, solo cuentan con un plan actuación en nuestro país (pese a que debería haber uno en cada comunidad por donde se distribuye). Solo seis taxones o poblaciones tienen planes en todo su ámbito de distribución. Se trata de taxones insulares para los que un solo plan es suficiente: el Ferreret, *Alytes muletensis*, el Pinzón azul de Gran Canarias, *Fringilla teydea polatzeki*, los Lagartos gigantes de El Hierro, *Gallotia simonyi*, y de la Gomera, *Gallotia bravoana*, y las poblaciones de Milano real, *Milvus milvus*, de Baleares, y de Guirre, *Neophron percnopterus*, de Canarias.

El número de planes a elaborar (sin incluir los planes de manejo) y el grado de cumplimiento de cada comunidad autónoma vienen detallados en la Tabla 5.2.2. Entre todas tendrían que haber elaborado un total de 1.031 planes de actuación para los 628 taxones y poblaciones animales catalogados, excluyendo a los "de interés especial" (Tablas 5.2.2 y 5.2.3). Esto supone una media de 60,6 (rango: 19-98) planes de actuación por comunidad autónoma. Extremadura, Castilla-La Mancha y Madrid, tienen que elaborar más de 90 planes, mientras que Baleares, La Rioja y Castilla y León tienen que elaborar menos de 30 (Tabla 5.2.2). Los planes de recuperación suponen en promedio 15,1 planes (rango: 4-32), los de conservación del hábitat 9 (rango: 0-41), los de conservación 33,5 (rango: 13-78) y los de reintroducción 3,6 (rango: 0-14) (aunque estos últimos sólo afectan a las 7 CCAA que reconocen figuras de extinción).

Del total de planes de actuación que se deben aprobar para las especies animales catalogadas (salvo las "de interés especial"), hasta la fecha sólo se han aprobado 86 planes para un total de 59 taxones, lo que supone el 8,3 % de los planes que debían realizarse (Tablas 5.2.2 y 5.2.3). Por categorías, se han aprobado 57 planes de recuperación, un 22,3 % de los 256 que se tenían que haber aprobado, 6 (3,9%) de los 153 de conservación del hábitat, 22 (3,9%) de los 570 de conservación y 1 (4%) de los 25 de reintroducción.

□ **Tabla 5.2.2.** Planes de actuación que cada comunidad autónoma debe elaborar para las especies animales catalogadas (sin contar las especies clasificadas "de interés especial") y planes que cada comunidad tiene aprobado (sin contar los planes de manejo correspondientes a las especies clasificadas "de interés especial").

		PLANES QUE DEBE ELABORAR CADA COMUNIDAD							PLANES QUE TIENE APROBADOS CADA COMUNIDAD
		PECES	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS	INVERTE-BRADOS	TOTAL	
ANDALUCIA	**TOTAL**	**6**	**0**	**1**	**17**	**19**	**13**	**56**	**0 (0%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0
	RECUPERACIÓN	4	0	1	12	2	5	24	0
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	3	4	0
	CONSERVACIÓN	2	0	0	5	16	5	28	0
ARAGÓN	**TOTAL**	**6**	**1**	**2**	**22**	**16**	**11**	**58**	**4 (6,9%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	0	1	0	1	0
	RECUPERACIÓN	1	0	0	7	3	2	13	3
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	3	1	0	6	2	9	21	1
	CONSERVACIÓN	2	0	2	9	10	0	23	0
ASTURIAS[4] (PRINCIPADO DE)	**TOTAL**	**1**	**2**	**0**	**8**	**15**	**4**	**30**	**12 (40%)**
	RECUPERACIÓN	0	0	0	2	2	0	4	2
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	2	3	2	7	3
	CONSERVACIÓN	1	2	0	4	10	2	19	7
BALEARES (ILLES)	**TOTAL**	**0**	**1**	**1**	**10**	**11**	**4**	**27**	**12 (44,4%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	1	0	0	1	1
	RECUPERACIÓN	0	1	0	6	1	0	8	7
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	1	2	0
	CONSERVACIÓN	0	0	1	3	9	4	17	4
CANARIAS	**TOTAL**	**2**	**0**	**6**	**22**	**11**	**25**	**66**	**4 (6,1%)**
	RECUPERACIÓN	0	0	3	9	2	18	32	4
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	3	3	0	0	6	0
	CONSERVACIÓN	2	0	0	10	9	7	28	0
CANTABRIA	**TOTAL**	**2**	**2**	**0**	**12**	**20**	**25**	**61**	**1 (1,6%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	2	0	0	2	0
	RECUPERACIÓN	0	0	0	4	2	0	6	1
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	2	3	0
	CONSERVACIÓN	2	2	0	6	17	23	50	0

		PLANES QUE DEBE ELABORAR CADA COMUNIDAD							PLANES QUE TIENE APROBADOS CADA COMUNIDAD
		PECES	ANFIBIOS	REPTILES	AVES	MAMÍFEROS	INVERTE-BRADOS	TOTAL	
C. Y LEÓN[1]	**TOTAL**	**1**	**0**	**0**	**8**	**13**	**2**	**25**	**6 (24%)**
	RECUPERACIÓN	0	0	0	3	3	0	6	4
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	0	0	0	0
	CONSERVACIÓN	1	0	0	5	10	2	19	2
C.LA MANCHA	**TOTAL**	**4**	**1**	**3**	**58**	**23**	**3**	**92**	**5 (5,4%)**
	RECUPERACIÓN	0	0	0	9	4	0	13	1
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	0	1	1	0
	CONSERVACIÓN	4	1	3	49	19	2	78	4
CATALUÑA[2]	**TOTAL**	**6**	**0**	**3**	**14**	**15**	**8**	**47**	**6 (12,8%)**
	RECUPERACIÓN	4	0	2	6	2	2	16	5
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	3	4	0
	CONSERVACIÓN	2	0	1	8	12	3	27	1
C. VALENCIANA	**TOTAL**	**5**	**2**	**3**	**32**	**16**	**12**	**70**	**6 (8,6%)**
	RECUPERACIÓN	4	0	1	11	3	5	24	6
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	1	2	0
	CONSERVACIÓN	1	2	2	21	12	6	44	0
EXTREMADURA	**TOTAL**	**7**	**6**	**2**	**50**	**19**	**14**	**98**	**10 (10,2%)**
	REINTRODUCCIÓN	2	0	0	1	0	0	3	0
	RECUPERACIÓN	4	0	0	4	6	2	16	6
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	1	3	1	25	7	3	40	2
	CONSERVACIÓN	0	3	1	20	6	9	39	2
GALICIA	**TOTAL**	**3**	**7**	**13**	**28**	**19**	**18**	**88**	**1 (1,1%)**
	RECUPERACIÓN	0	0	3	13	2	8	26	1
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	1	2	0
	CONSERVACIÓN	3	7	10	15	16	9	60	0
MADRID (COMUNIDAD DE)	**TOTAL**	**4**	**4**	**5**	**24**	**18**	**39**	**94**	**0 (0%)**
	RECUPERACIÓN	4	1	1	6	3	4	19	0
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	11	0	30	41	0
	CONSERVACIÓN	0	3	4	7	15	5	34	0
MURCIA (REGIÓN DE)	**TOTAL**	**1**	**0**	**1**	**27**	**19**	**5**	**53**	**0 (0%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	11	3	0	14	0
	RECUPERACIÓN	1	0	0	4	3	0	8	0
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	1	2	0
	CONSERVACIÓN	0	0	1	12	12	4	29	0
NAVARRA (COMUNIDAD FORAL DE)	**TOTAL**	**3**	**2**	**1**	**35**	**19**	**1**	**61**	**4 (6,6%)**
	REINTRODUCCIÓN	0	0	0	0	4	0	4	0
	RECUPERACIÓN	0	0	0	11	6	0	17	4
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	2	1	12	1	0	16	0
	CONSERVACIÓN	3	0	0	12	8	1	24	0
PAÍS VASCO[3]	**TOTAL**	**7**	**6**	**2**	**38**	**29**	**4**	**86**	**10 (11,6%)**
	RECUPERACIÓN	3	1	0	7	6	1	18	8
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	1	1	2	0
	CONSERVACIÓN	3	2	0	13	18	2	38	2
	GESTIÓN	1	3	2	18	4	0	28	0
RIOJA (LA)	**TOTAL**	**1**	**0**	**0**	**6**	**11**	**1**	**19**	**5 (26,3%)**
	RECUPERACIÓN	1	0	0	3	1	1	6	5
	CONSERVACIÓN DEL HÁBITAT	0	0	0	0	0	0	0	0
	CONSERVACIÓN	0	0	0	3	10	0	13	0

Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

1) Castilla y León tiene aprobado un plan de conservación del Lobo, incluido en el cómputo, aunque esta especie no está catalogada en el Catálogo Nacional, y Castilla y León no tiene aprobado el catálogo regional.
2) Cataluña tiene aprobado un plan de conservación de la Nutria, incluido en el cómputo, aunque esta especie está como de Interés Especial en el Catálogo Nacional (Cataluña no tiene aprobado su catálogo regional).
3) El País Vasco es un caso especial pues aprueba los planes independientemente para cada provincia, por lo que se ha contado como plan elaborado si estaba al menos en una provincia. En el caso del Visón europeo, que tiene tres planes aprobados, estos se han contabilizado como uno sólo.
4) En Asturias el Urogallo estuvo inicialmente en la categoría de "Sensible a la Alteración de su Hábitat", elaborándose su correspondiente plan de conservación del hábitat, pero luego fue incorporado a la categoría de "En Peligro", estando pendiente la elaboración del plan de recuperación. Para el presente estudio hemos contabilizado el plan de conservación como si fuese el de recuperación. Para otras tres especies: Alimoche, Murciélago de cueva y Murciélago ratonero pardo en Asturias se ha elaborado un plan de manejo, cuando lo que correspondía era la elaboración de un plan de conservación. Para estos 3 casos se ha contado como si fueran planes de conservación.

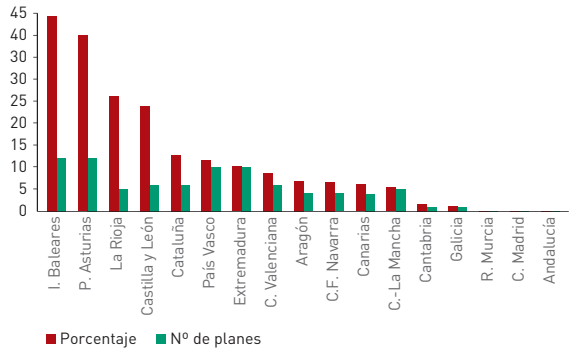
☐ **Tabla 5.2.3.** Número de taxones o poblaciones clasificados en los catálogos de especies amenazadas en alguna categoría para la que se precisa redactar un plan de actuación, excluyendo los "de interés especial", y número de taxones que tiene al menos un plan aprobado en alguna comunidad autónoma.

Grupo	Nº de taxones o poblaciones catalogados que precisan un plan de actuación	Nº de taxones para los que se ha aprobado al menos un plan en una comunidad autónoma
Invertebrados	299	5
Peces	37	6
Anfibios	23	4
Reptiles	39	3
Aves	167	27
Mamíferos	63	14
Total	**628**	**59**

Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

Las CCAA que han aprobado un mayor porcentaje de planes de Actuación son Baleares y Asturias, que han aprobado 12 planes cada una, lo que supone el 44,4% y el 40%, respectivamente, de los que tienen que aprobar (Figura 5.2.2). A continuación se encuentran País Vasco y Extremadura, con 10 planes de actuación cada una, aunque porcentualmente solo signifiquen el 11,6% y el 10,2% de los que deben aprobar (hay que especificar que en País Vasco los planes aprobados son planes de gestión y que son provinciales, con lo que ciertas especies no tienen plan de actuación aprobado en toda la comunidad). En el otro extremo se sitúan la Región de Murcia, la Comunidad de Madrid y Andalucía que no cuentan con ningún plan aprobado (Figura 5.2.2).

☐ **Figura 5.2.2.** Grado de cumplimiento de las distintas CCAA con la obligación legal de aprobar los planes de actuación para las especies animales catalogadas (salvo las "de interés especial").



Fuente: Elaboración Calzada J, Román J y Yuste CS.

■ 5.2.5 CONCLUSIONES

En general, podemos hablar de un estado de inactividad general en todo el país en materia de elaboración de planes de actuación de las especies catalogadas. Ninguna comunidad autónoma ha cumplido con las obligaciones de planificación establecidas en la leyes nacionales y autonómicas de conservación de la naturaleza. Ninguna comunidad autónoma posee el conjunto de planes de actuación necesario para proteger a los taxones o poblaciones amenazados de su ámbito territorial. Ninguna comunidad autónoma ha aprobado más de una docena de planes de actuación para las especies animales. Las CCAA con mayor número de planes no llegan a cubrir ni al 50% de las especies Catalogadas de su territorio. La peor situación se da en las CCAA de Región de Murcia, Comunidad de Madrid y Andalucía, que no han aprobado ningún plan de actuación (ni para las especies de animales catalogadas, ni para las de plantas) durante los 20 años transcurridos desde que apareció el primer *Catálogo de Especies Amenazadas*. Una situación parecida se da en Cantabria y Galicia donde solo se ha aprobado un plan, el *Plan de Recuperación del Oso pardo*.

La gran mayoría de taxones y poblaciones que, por su estado de conservación, precisan de medidas específicas por parte de las Administraciones Públicas no cuentan con planes para ello. De hecho, tan sólo el 9,4% de las especies animales con peor estado de conservación (por lo que están clasificadas en las categorías superiores de amenaza) poseen al menos un plan en alguna parte de su área de distribución. El resto de especies animales catalogadas no tiene ningún plan aprobado en ninguna comunidad autónoma. Sólo seis taxones animales, endémicos y de distribución restringida, tienen planes de actuación en vigor cubriendo su área de distribución completa.

La visión de la situación real sería aun más cruda si además se hubiesen contabilizado el número de taxones y poblaciones catalogadas como "de interés especial", porque son cientos de especies más (es la categoría con un mayor número de especies catalogadas) y tan solo hay cinco taxones con planes de manejo. La situación no parece ser mejor para las especies de plantas catalogadas ya que en todo el país tan solo hay 59 planes de actuación aprobados para sendos taxones o poblaciones vegetales, y sólo Islas Baleares y Canarias tienen un número destacable de especies vegetales cuyos los planes están aprobados (22 especies Baleares y 21 Canarias).

En el momento de escribir estas líneas se cumplen tres años y un día desde que se aprobó la nueva Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en la que se dio un plazo máximo de tres años para la redacción de los planes de recuperación, y de cinco para los planes de conservación.

5.3. Gestión del territorio dentro y fuera de áreas protegidas: los cambios de ocupación del suelo

Las áreas protegidas constituyen una de las principales herramientas donde promover la conservación y persistencia de la biodiversidad. Además de los hábitat naturales, los usos tradicionales dan lugar a ambientes antropizados que, en muchas ocasiones, albergan una elevada diversidad biológica. Las áreas protegidas son un instrumento al servicio de la conservación de la naturaleza, no son un fin en sí mismas, donde la declaración legal es el primer paso para lograr una adecuada protección y conservación, formando un sistema de derechos de acceso a los bienes y servicios ecosistémicos. Pese a esto, pueden no estar situadas estratégicamente o no conseguir el objetivo de su declaración, de forma que la pérdida de especies continuará o se facilitará sin una protección efectiva, por lo que requieren de una evaluación de su eficacia y de su correcta integración en el territorio (1).

En España el concepto de red de áreas protegidas ha tenido más un carácter administrativo que territorial o funcional, de tal forma que el estado actual de la red de áreas protegidas no garantiza necesariamente una conectividad funcional del conjunto del territorio (2). La ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad ha supuesto una serie de innovaciones en la red española de áreas protegidas. Actualmente se reconocen tres tipos de espacios: los Espacios Naturales Protegidos (ENP), los Espacios Protegidos Red Natura 2000 y las Áreas Protegidas por Instrumentos Internacionales. La Ley 42/2007 establece que tendrán la consideración de ENP las zonas que "contengan sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo" o bien que "estén dedicados especialmente a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados". Los ENP se enmarcan dentro de una de las cinco figuras consideradas por la ley (Tabla 5.3.1). Los Paisajes Protegidos son una figura especialmente interesante en el caso de España, ya que tiene como objetivo la conservación de los valores singulares que los caracterizan y la preservación de la interacción armoniosa entre la naturaleza y la cultura de una zona determinada. Además del ENP la legislación contempla la declaración de Zonas Periféricas de Protección, destinadas a evitar impactos ecológicos o paisajísticos procedentes del exterior, y de Áreas de Influencia Socioeconómica, compuestas por los términos municipales donde está ubicado el ENP y su Zona Periférica de Protección.

☐ **Tabla 5.3.1.** Definición de los espacios protegidos terrestres incluidos en el análisis (no consideradas las Áreas Marinas Protegidas) extraído de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

ESPACIOS PROTEGIDOS	FIGURA
Espacios Naturales Protegidos (ENP)	**Parques** Áreas naturales, que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de su diversidad geológica, incluidas sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente. **Reservas Naturales** Tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad merecen una valoración especial **Monumentos Naturales** Espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial **Paisajes Protegidos** Conservación de los valores singulares que los caracterizan y la preservación de la interacción armoniosa entre la naturaleza y la cultura de una zona determinada
Espacios Protegidos Red Natura 2000	**Lugares de Importancia Comunitaria** Espacios del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, aprobados como tales, que contribuyen de forma apreciable al mantenimiento o, en su caso, al restablecimiento del estado de conservación favorable de los tipos de hábitat naturales y los hábitat de las especies de interés comunitario en su área de distribución natural **Zonas de Especial Protección para las Aves** Espacios del territorio nacional y de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental, más adecuados en número y en superficie para la conservación de las especies de aves incluidas en el anexo IV de esta Ley y para las aves migratorias de presencia regular en España, serán declaradas como Zonas de Especial Protección para las Aves, estableciéndose en ellas medidas para evitar las perturbaciones y de conservación especiales en cuanto a su hábitat, para garantizar su supervivencia y reproducción. Para el caso de las especies de carácter migratorio que lleguen regularmente a territorio español, se tendrán en cuenta las necesidades de protección de sus áreas de reproducción, alimentación, muda, invernada y zonas de descanso, atribuyendo particular importancia a las zonas húmedas y muy especialmente a las de importancia internacional

Fuente: Elaboración OSE a partir de la Ley 42/2007.

Según datos de EUROPARC-España (2009) (3), actualmente existen en España 14 parques nacionales, 155 parques naturales, dedicados a la compatibilización del desarrollo económico y la conservación, 265 reservas naturales, dedicadas a la conservación de especies y hábitat singulares, 53 paisajes protegidos y 290 monumentos naturales. Los ENP representan en su conjunto el 11,9% de la superficie terrestre del territorio nacional.

La Red Natura 2000 se configura como la red ecológica europea de áreas de conservación de la biodiversidad, siendo su finalidad la supervivencia a largo plazo de los hábitat y especies más amenazados de Europa. La Red Natura 2000 se compone de los lugares de importancia comunitaria (LIC) y las Zonas de Especial Conservación (ZEC), designados de acuerdo a la Directiva Hábitat de 1992, así como de las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), siendo parajes designados de acuerdo con la Directiva Aves de 1979. Una vez aprobados los ZEC y ZEPA, la legislación establece que se deben fijar medidas que implicarán adecuados planes e instrumentos de gestión y adecuadas medidas reglamentarias, administrativas o contractuales. Finalizada en España la designación de los lugares Natura 2000, su correcta integración en el territorio adquiere una importancia vital para lograr una alta conectividad. Según el barómetro Red Natura, las ZEPA suponen actualmente en España un 20,5% de la superficie terrestre (103.612 km^2) y los LIC suponen el 24,5% de la superficie terrestre (123.883 km^2). La consolidación de la Red Natura 2000 es uno de los elementos más importantes para lograr el objetivo de detener la pérdida de biodiversidad a nivel europeo. Los 'tipos de hábitat de interés comunitario' son aquellos que "están amenazados de desaparición o presentan un área de distribución natural reducida en la UE" para los que existe la obligación de declarar ZEC. Además, de los 179 tipos de hábitat que recoge la Directiva 92/43 el 65% se encuentra presente en el territorio español. En las zonas donde éste tipo de hábitat se encuentren mejor representados existe la obligación de mantener un 'estado de conservación

favorable', para lo que es necesario que se prevenga adecuadamente la destrucción y degradación de estos ecosistemas implantando las medidas necesarias por la Administración Pública (4).

A nivel estatal los ENP son declarados y gestionados por las Comunidades Autónomas (actualmente determinado en la Ley 42/2007). Según la Ley 5/2007 la gestión ordinaria y habitual de los Parques Nacionales le corresponde a las Comunidades Autónomas en régimen de autoorganización, mientras que la gestión general del sistema, establecimiento de directrices básicas y coherencia de la Red es competencia de la Administración General del Estado. La Ley 42/2007 establece que la Red Natura 2000 se considera un espacio protegido, con el alcance y las limitaciones que establezca la comunidad autónoma en su legislación e instrumentos de planificación. Una de las principales razones que llevó a la creación de la Red Natura 2000 fue la destrucción y fragmentación a gran escala de hábitat naturales y seminaturales, por lo que una correcta integración de los Espacios Protegidos Red Natura en el territorio es fundamental de cara al establecimiento de una red de áreas protegidas que asegure la conectividad del mismo.

A medida que aumenta la red de áreas protegidas a nivel mundial, éstas se enfrentan a grandes desafíos tanto dentro como fuera de sus límites, en ocasiones asociados a componentes del cambio global cómo el incremento de población, urbanización, cambio climático, etc. (5). Por ello se hace cada vez más necesario garantizar, por una parte la gestión adecuada y por tanto la efectividad de las áreas protegidas y, por otra, el uso sostenible del resto del territorio en su sentido más amplio, con el fin de garantizar, entre otros muchos beneficios, la conectividad entre áreas de alto valor natural. El análisis de las transformaciones de unos ecosistemas en otros es muy relevante para analizar el estado y las tendencias de la diversidad biológica ya que a cada ecosistema se le asocia un particular conjunto de especies y hábitat (6). En este sentido, la utilización de los modelos de Markov es una herramienta útil para identificar las transiciones que han ocurrido en un determinado territorio y periodo de tiempo, aunque para simular cambios reales a largo plazo existen otros modelos más precisos (7).

En la presente sección se realiza una comparación de la cobertura del suelo en los ENP y la Red Natura, identificándose cuales son las principales transiciones en cada uno de ellos. Estos cambios en la ocupación del suelo se comparan con los que tienen lugar en el territorio que no está protegido, y se realizan asimismo simulaciones sobre cómo evolucionará la cobertura del suelo dentro y fuera de las áreas protegidas, tanto en ENP como en Red Natura 2000.

METODOLOGÍA

En el presente apartado se ha analizado la composición de cobertura del suelo en ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 y zonas sin protección a partir de información del proyecto CORINE Land Cover (CLC). Los cambios de ocupación del suelo se han analizado a partir de CLC para el periodo 1987-2006 y se han realizado simulaciones lineales de los mismos mediante Modelos de Markov (8,9). Una manera simple de resumir los cambios en el paisaje es determinar las transiciones que han ocurrido en un determinado intervalo de tiempo (matriz de transición). De esta forma se puede determinar la probabilidad de que un determinado hábitat 'i', se transforme en el hábitat 'j' (pij) en el intervalo de tiempo considerado (_t = 19 años, 1987-2006). Las cadenas de Markov de estados discretos asumen un número finito de posibles estados, en nuestro caso usos del suelo, donde la distribución del estado en el tiempo t+1 depende únicamente del estado en el tiempo t (10). De esta forma si X(t) es la distribución de probabilidad en t, entonces:

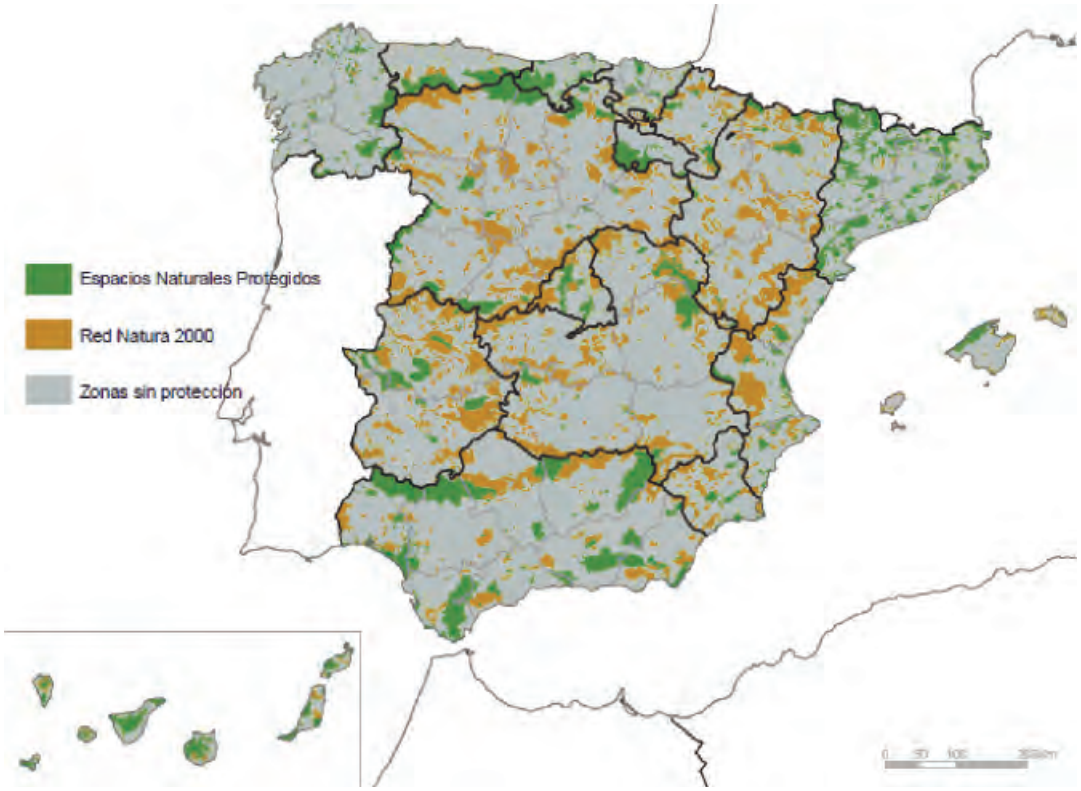
$X(t + 1) = Pt\ X(t)$

Donde, Pt es una matriz de transición estocástica donde cada pij es mayor que 1 y la suma de todos los 'i' es 1. Si Pt es constante en el tiempo se dice que es homogéneo siendo, en caso contrario heterogéneo, es decir, variante en el tiempo.

Existen notables diferencias entre CCAA en cuanto a la superficie incluida en la Red Natura

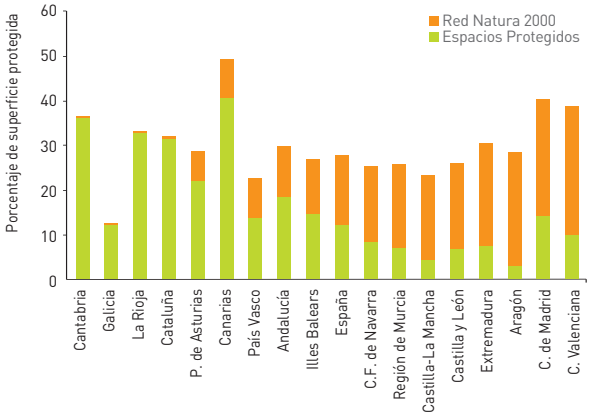
En el Mapa 5.3.1. se representa la distribución de los ENP declarados hasta diciembre de 2009 y la Red Natura 2000 (marzo, 2010), en España. Considerados en su conjunto, ocupan un 27,9% de la superficie de nuestro país, representando los ENP un 42,7% de la superficie total protegida. En algunas CCAA, la Red Natura 2000 ha contribuido en gran medida a aumentar la superficie protegida (Figura 5.3.1), como ocurre en Comunidad Valencia (28,9% más de superficie protegida), Comunidad de Madrid (26,4%), Aragón (25,2%), Extremadura (23,1%), Castilla y León (19,5%) y Castilla y la Mancha (19,18%). Existen notables diferencias entre CCAA en cuanto al porcentaje de superficie terrestre protegida. Considerando conjuntamente ENP y Red Natura, las CCAA con mayores porcentajes de superficie protegida son Canarias (49,3%), Comunidad de Madrid (40,6%) y Comunidad Valenciana (38,9%). Si se tienen en cuenta solamente los ENP, Canarias, Cantabria, La Rioja y Cataluña son las que presentan mayores porcentajes.

□ **Mapa 5.3.1.** Distribución de los ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 que no solapan con los Espacios Naturales Protegidos y zonas sin protección en España.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM (2010).

□ **Figura 5.3.1.** Porcentaje de superficie que representan respeto al total del territorio de la comunidad autónoma los ENP y Espacios Protegidos Red Natura 2000 que no solapan con los Espacios Naturales Protegidos.

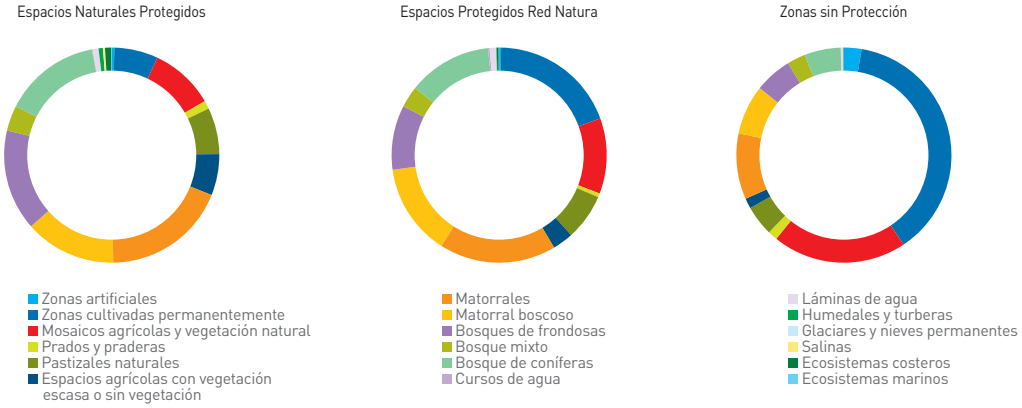


Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM (2010).

Las áreas protegidas se componen principalmente de zonas forestales, mientras que en las zonas no protegidas predominan los usos agrícolas

Las mayores proporciones de terrenos agrícolas se observan en las zonas sin protección, un 59,6% del territorio. Las áreas protegidas contienen menos terrenos agrícolas, tanto para los ecosistemas clasificados cómo zonas cultivadas permanentemente como para los mosaicos agrícolas y vegetación natural. Las zonas agrícolas ocupan más superficie en la Red Natura 2000 que en los ENP, con una alta representación de las zonas agrícolas cultivadas permanentemente, mosaicos agrícolas y vegetación natural, en relación a los prados y praderas (Figura 5.3.2). El 79,2% de los ENP está formado por zonas forestales y espacios abiertos, con una elevada proporción de bosques (un 33,6% del total de superficie) y matorral (32,5%). En la Red Natura 2000, las zonas forestales abarcan el 66,9%, también con una elevada proporción de bosques y matorrales.

☐ **Figura 5.3.2.** Tipos de ocupación del suelo en ENP, Red Natura 2000 y zonas no protegidas en España (2006).



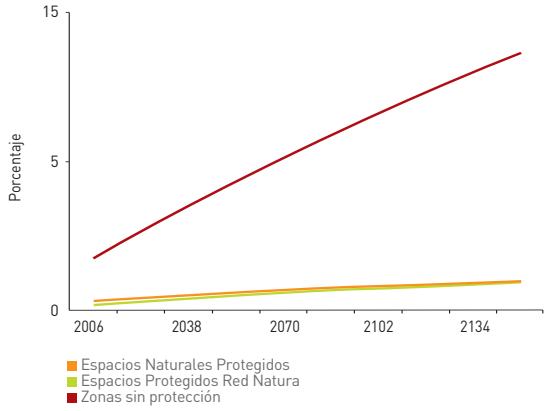
Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN, (Ministerio de Fomento).

Si se mantiene la tendencia actual, las superficies artificiales podrían aumentar en gran medida en las zonas no protegidas, afectando negativamente a la conectividad ecológica del territorio

La superficie ocupada por zonas artificiales ha aumentado entre 1987 y 2006, tanto dentro de ENP (33,9%) y Red Natura (67,0%), como en las zonas no protegidas (51,9%). Cuando se estima la evolución temporal en el futuro de la ocupación del suelo mediante simulaciones lineales, se obtiene que las zonas sin protección experimentarán un aumento mucho más pronunciado de superficies artificiales que las áreas protegidas (Figura 5.3.3).

En cuanto a las zonas agrícolas, la estimación para el futuro es que las zonas cultivadas permanentemente se mantengan prácticamente estables en cuanto a superficie, experimentando una ligera pérdida en las zonas no protegidas (Figura 5.3.4a). Los mosaicos agrícolas y vegetación natural experimentarían pequeñas ganancias (Figura 5.3.4b.), mientras que en el caso de los prados y praderas existen diferencias de tendencia en relación con el grado de protección del territorio: aumentarían ligeramente su superficie en las áreas protegidas y sufrirían un descenso en las zonas sin protección (Figura 5.3.4c).

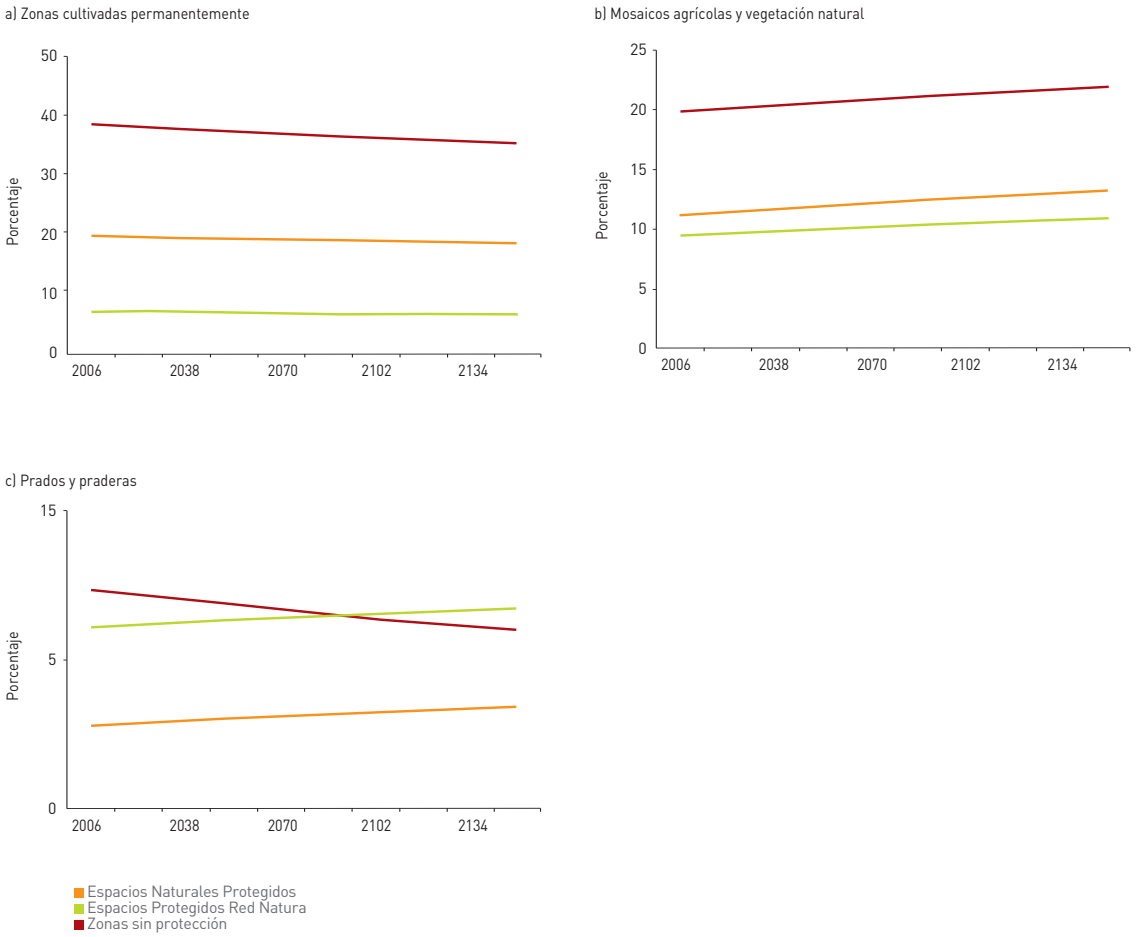
☐ **Figura 5.3.3.** Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1987 y 2006 para 10 pasos de tiempo, expresada en porcentaje respecto al total de superficie en ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 y zonas sin protección.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN (Ministerio de Fomento).



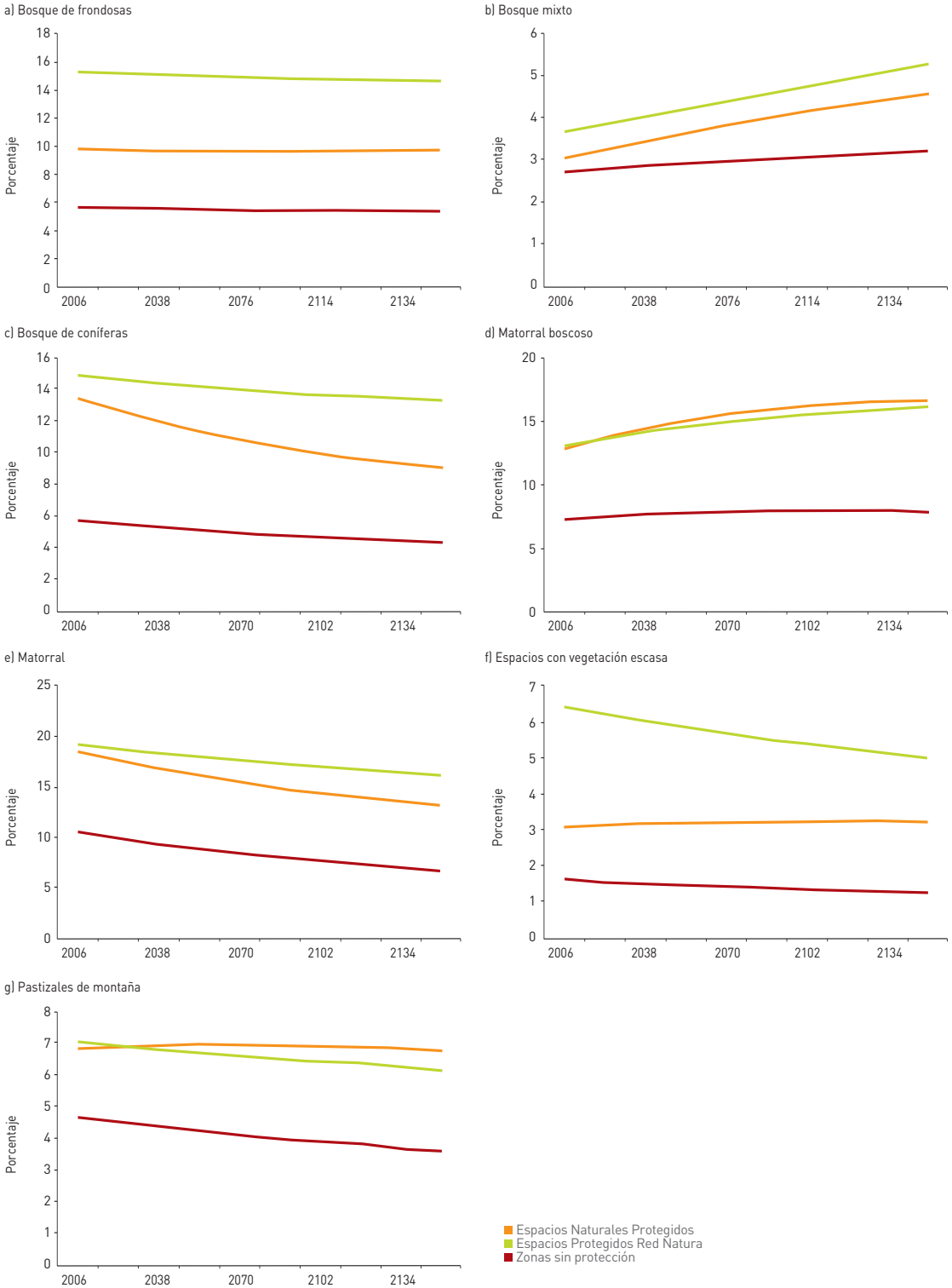
☐ **Figura 5.3.4.** Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1987 y el 2006 para 10 pasos de tiempo, expresada en porcentaje: (a) zonas cultivadas permanentemente, (b) mosaicos agrícolas y vegetación natural y (c) prados y praderas.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN, (Ministerio de Fomento).

Respecto a los bosques, éstos muestran tendencias diferentes en la simulación de futuro, en función de que se traten bosques de frondosas, bosques de coníferas o bosques mixtos. La superficie de bosques de frondosas se mantendría estable en el tiempo (Figura 5.3.5a), mientras que los bosques mixtos experimentarían ganancias de superficie en los ENP y Red Natura 2000 y se mantendrían estables en las zonas no protegidas (Figura 5.3.5b). Por último, los bosques de coníferas muestran ligeras tendencias negativas en ENP y en las zonas no protegidas, destacando la tendencia negativa más marcada en la Red Natura 2000 (Figura 5.3.5c). Se observan leves incrementos en la superficie de matorral boscoso en ENP y Red Natura 2000 (Figura 5.3.5d) y pronunciados descensos en el caso de los matorrales en todo el territorio (Figura 5.3.5e). Los espacios con vegetación escasa experimentarían descensos de superficie en los ENP y se mantendrían prácticamente constantes en las zonas de Red Natura 2000 y en las áreas no protegidas (Figura 5.3.5f). Los pastizales de montaña se mantendrían constantes en las zonas de Red Natura 2000, pero experimentarían descensos en los ENP y en las zonas sin protección (Figura 5.3.5g).

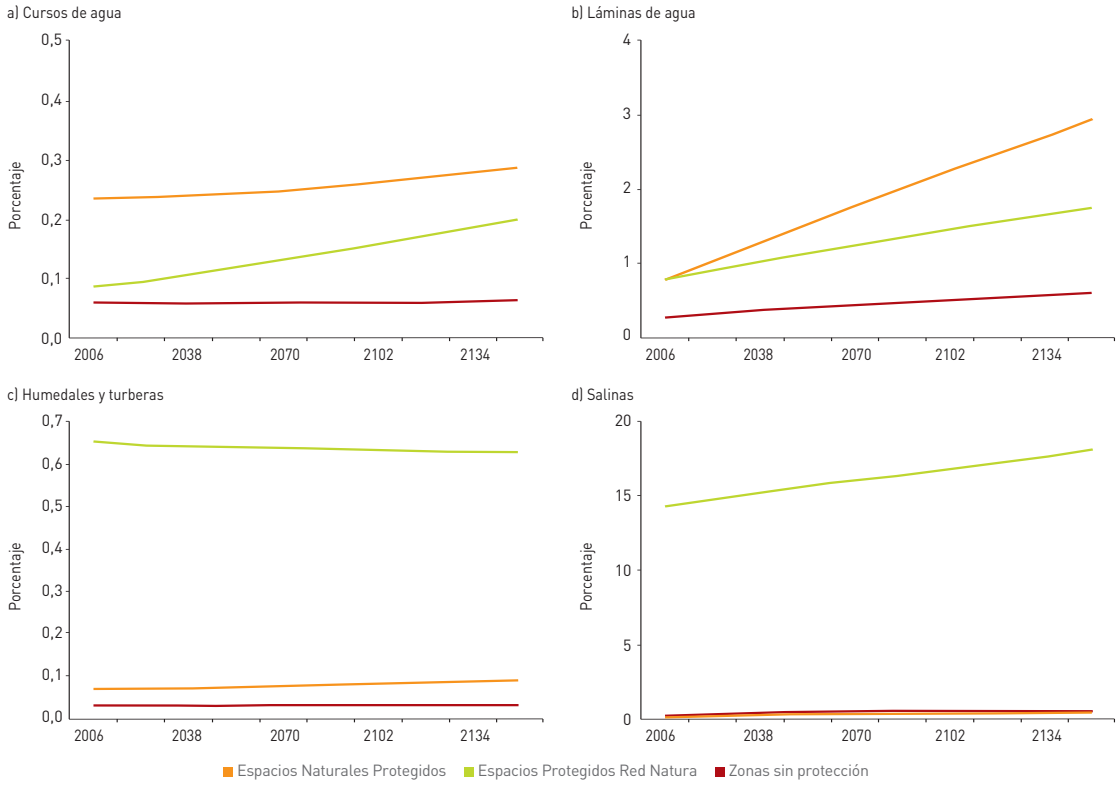
☐ **Figura 5.3.5.** Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por las zonas forestales y espacios abiertos, entre 1987 y el 2006, para 10 pasos de tiempo, expresada en porcentaje (a) bosques de frondosas, (b) bosques mixtos, (c) bosque de coníferas, (d) matorral boscoso, (e) matorral, (f) espacios con vegetación escasa y (g) pastizales de montaña.



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN, (Ministerio de Fomento).

Los cursos de agua, láminas de agua, turberas y salinas suponen una proporción muy baja respecto al total del territorio. A pesar de ello se observa cómo las tendencias son diferentes en función del grado de protección. Los cursos de agua aumentan en superficie en ENP y Red Natura, experimentando un ligero descenso en zonas no protegidas (Figura 5.3.6a). Destaca la marcada tendencia al alza de las láminas de agua (básicamente embalses), en las zonas de Red Natura (Figura 5.3.6b). En los ENP este tipo de superficies también aumentarían, mientras que en las zonas sin protección se mantendrían prácticamente estables. Por último, cabe destacar el aumento previsto de la superficie de salinas dentro de los ENP (Figura 5.3.6d).

☐ **Figura 5.3.6.** Simulación lineal de los cambios ocurridos entre 1987 y el 2006 para 10 pasos de tiempo de zonas húmedas y superficies de agua, en tanto por uno, considerando cursos de agua (a), láminas de agua (b), humedales y turberas (c), salinas (d).



Fuente: Elaboración OSE a partir de MARM e IGN, (Ministerio de Fomento).

Conclusiones

El conjunto de las áreas protegidas supone una de las grandes oportunidades para lograr la conservación in situ de numerosos hábitat de gran valor en España. Su correcta articulación en el territorio y el freno a las principales amenazas que sufren, como los cambios en los usos del suelo, debe ser una de las líneas prioritarias de acción en el futuro. De hecho, uno de los mayores retos al que se enfrenta la conservación de la biodiversidad en España es la planificación y gestión sostenible de los recursos naturales en las zonas naturales que no están protegidas, con el fin de evitar el deterioro y la fragmentación del territorio. Esto provocaría el aislamiento de las áreas protegidas, lo que tendría graves consecuencias sobre su efectividad en la protección de los hábitat y las especies. En este sentido, la implementación de herramientas de gestión de las zonas de la Red Natura 2000 debe abordarse cuanto antes, con el fin de evitar que se lleven a cabo en ellas prácticas agresivas con el medio ambiente.

Las tendencias en la ocupación del suelo en el futuro fuera de los ENP y Red Natura 2000 son muy distintas de las de las zonas no protegidas, donde destaca el fuerte aumento de las zonas artificiales y la disminución de los prados y praderas. Según los modelos, también se prevé una disminución generalizada de la superficie de matorral, así como de la de pastizales de montaña en los ENP y las zonas sin protección.

5.4. Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad

■ 5.4.1 COBERTURA CLIMÁTICA DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

La declaración de espacios naturales protegidos (ENP) puede considerarse la estrategia de conservación más enérgica que existe. En nuestro país, aproximadamente el 12% del territorio terrestre se encontraría protegido por alguna de las casi 50 figuras de protección diferentes que la descentralización normativa y de gestión de los ENP ha propiciado (1). Sin embargo, asumiendo que las condiciones climáticas constituyen uno de los principales condicionantes capaces de explicar la variabilidad de nuestros hábitat y sistemas biológicos, una cuestión esencial es conocer si nuestros ENP reflejan la diversidad climática de nuestro país.

Utilizando los datos de diferentes variables climáticas para España peninsular, se han obtenido cuatro variables mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) que representan su variabilidad climática. Los ENP son capaces de representar alrededor del 78% del total de la variabilidad climática de España peninsular, mientras que la Red Natura 2000 (RN_{2000}), que supondría incrementar la superficie protegida hasta el 28%, representaría el 84% de esta variabilidad climática. Los datos de los dos principales componentes climáticos derivados del ACP (Mapa 5.4.1) muestran que hay determinadas condiciones climáticas que los ENP no son capaces de representar (Figura 5.4.1). La ubicación espacial de estas áreas no representadas climáticamente por los ENP (Mapa 5.4.2) muestra que estos territorios se encuentran, principalmente, al sur de Galicia, las sierras entre León y Zamora, la región de Los Ancares, las serranías occidentales salmantinas que limitan con la provincia de Cáceres, la Sierra de Villafranca abulense, el norte de Navarra y Huesca, la serranías entre Teruel, Castellón y Valencia, la Sierra Bermeja malagueña, la Sierra de Almijara y el sur de las Alpujarras. Entre las principales áreas no representadas climáticamente por los ENP, el 59% de su superficie no se encontraría incluida dentro de RN_{2000} y poseería, además, usos del suelo naturales de acuerdo con CORINE Land Cover 2006 (Mapa 5.4.3), de modo que pueden considerarse territorios de interés para la conservación.

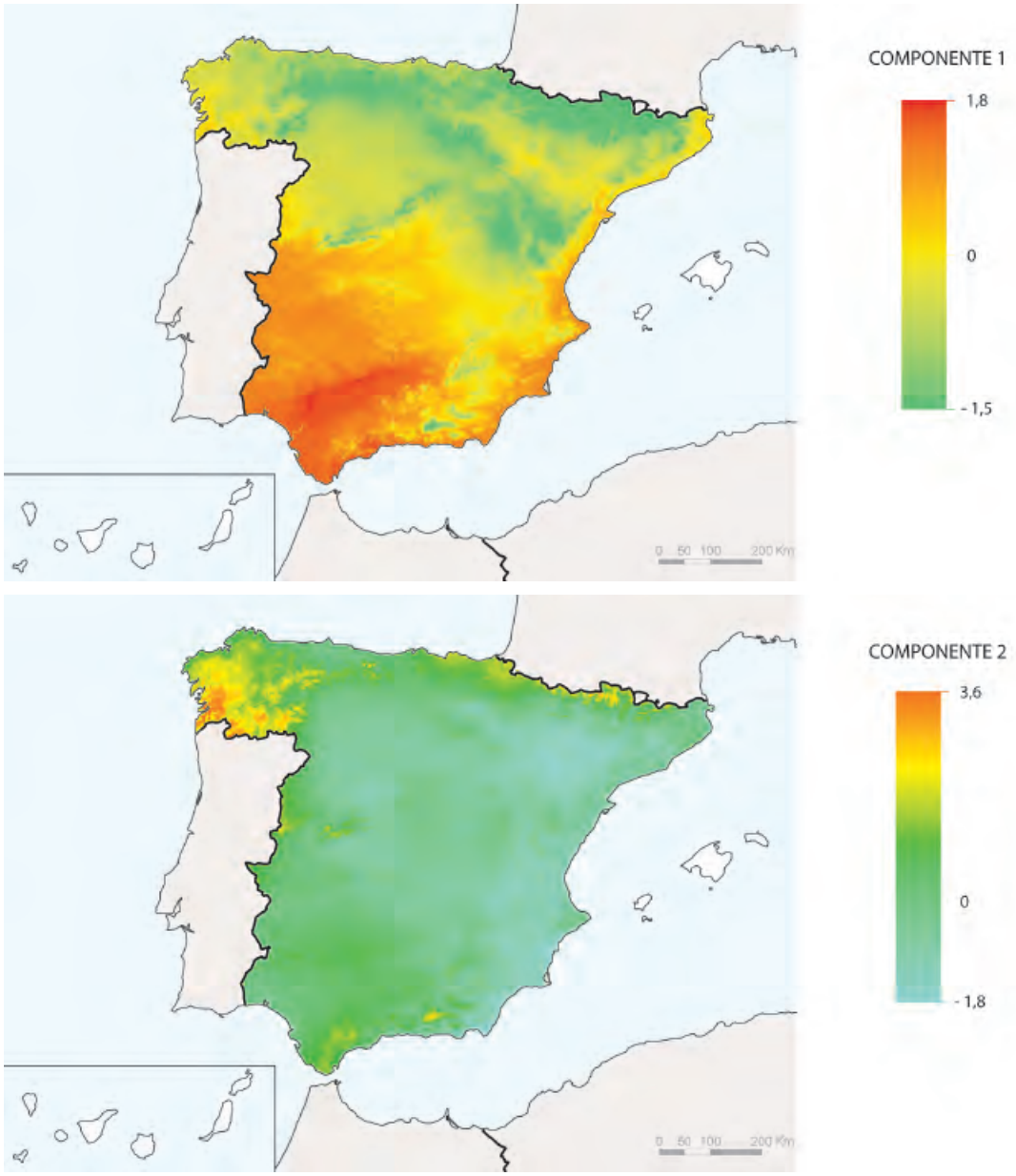
METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA COBERTURA CLIMÁTICA DE LOS ENP

Los datos de 19 variables bioclimáticas (2) que representan los valores medios durante el periodo 1950-2000 a una resolución de 1 km^2 (ver www.worldclim.org), se sometieron a un Análisis de Componentes Principales con el fin de obtener un conjunto mínimo de nuevas variables con capacidad para representar la máxima variabilidad climática posible de España peninsular. Este proceso generó cuatro componentes o nuevas variables no correlacionadas entre sí, con valores propios *(eigenvalues)* mayores o iguales que uno, que permiten representar el 93,4 % del total de la variación climática. Teniendo en cuenta los valores medios (x) y la desviación típica (σ) de estos cuatro componentes, se ha calculado el coeficiente de variación (σ/x) promedio de los valores de todas las celdas de 1 km^2 para estos cuatro componentes, como una medida de la variabilidad climática general de España peninsular.

Teniendo en cuenta los polígonos de todos los espacios naturales protegidos (ver www.redeuroparc.org), cualquier celda de 1 km^2 con parte de su superficie incluida en ellos, fue considerada como protegida. El coeficiente de variación promedio de las celdas de 1 km^2 con algún área incluida dentro de la red de ENP y de la RN_{2000} se utilizó para estimar el porcentaje de la variabilidad climática total representado por ambas figuras de protección.

Como los dos primeros componentes permiten explicar una buena parte de la variabilidad climática de España peninsular (77,0%), se eligieron estos para estimar la ubicación espacial de las localidades cuyas condiciones climáticas no se encuentran representadas por los ENP. El primero de los componentes refleja un gradiente norte-sur de aridez, con valores altos en las áreas con temperaturas generales elevadas y escasas precipitaciones durante los periodos secos, mientras que el segundo de los componentes representa un gradiente este-oeste de mediterraneidad, con valores altos en las áreas con mayores precipitaciones, menores variaciones estacionales en las temperaturas y menores temperaturas durante los meses más lluviosos (Mapa 5.4.1). Tras examinar los valores climáticos no incluidos en los ENP (Figura 5.4.1), se representó geográficamente la frecuencia de aparición de estas condiciones para cada celda de 100 km^2 (Mapa 5.4.2), eligiéndose como áreas no representadas climáticamente más importantes (ACI) aquellas con valores iguales o superiores al decil superior de todos los datos (45 en una escala 0-100). Teniendo en cuenta los datos de RN_{2000} y de CORINE Land Cover 2006 se estimó, por último, la superficie y localización de las ACI que no forman parte de la Red Natura 2000 y que, además, poseen actualmente usos del suelo naturales.

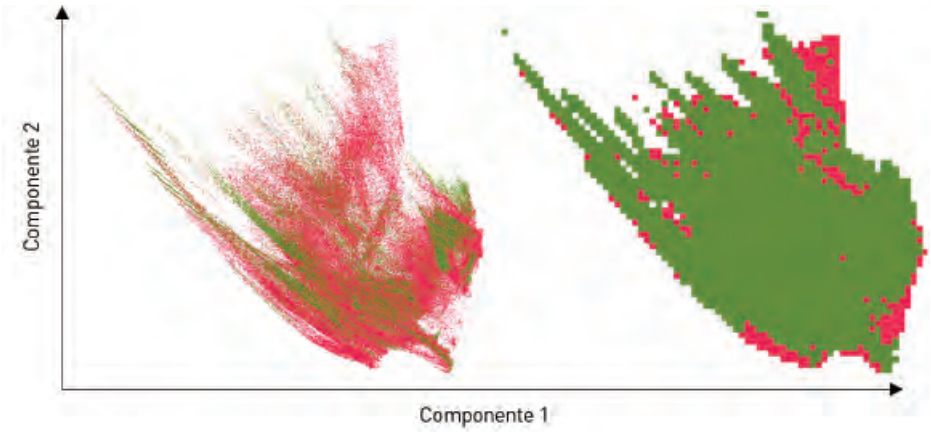
☐ **Mapa 5.4.1.** Representación geográfica de los dos primeros componentes de un análisis de componentes principales con los datos de las 19 variables bioclimáticas que representan los valores medios durante el periodo 1950-2000, a una resolución de 1 km^2, los cuales permiten explicar el 77% del total de la variabilidad climática de España peninsular.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

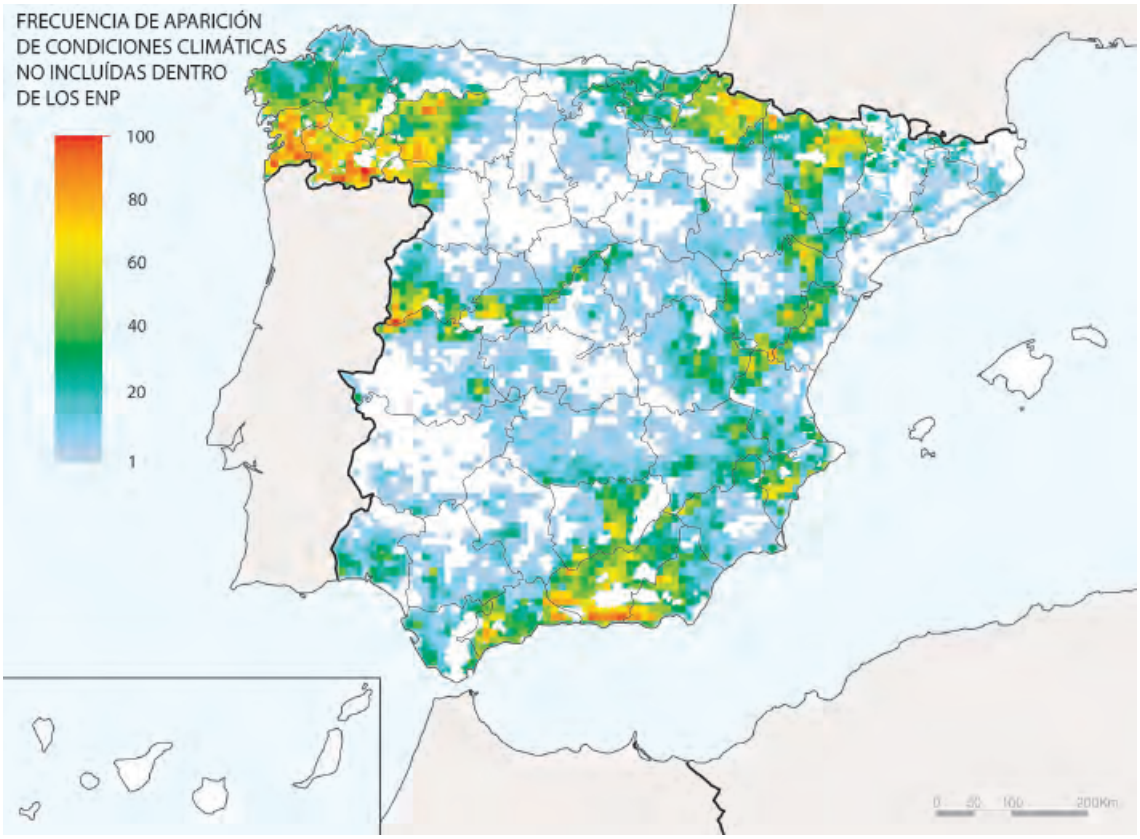


☐ **Figura 5.4.1.** Valores de los dos principales componentes (Mapa 5.4.1.) que representan el espacio climático presente en España peninsular y condiciones climáticas de las celdas UTM de 1km² con alguna superficie incluida dentro de un ENP (en verde). En rojo aparecen las condiciones climáticas que no están presentes dentro de los ENP según la resolución de los datos de ambos componentes climáticos.



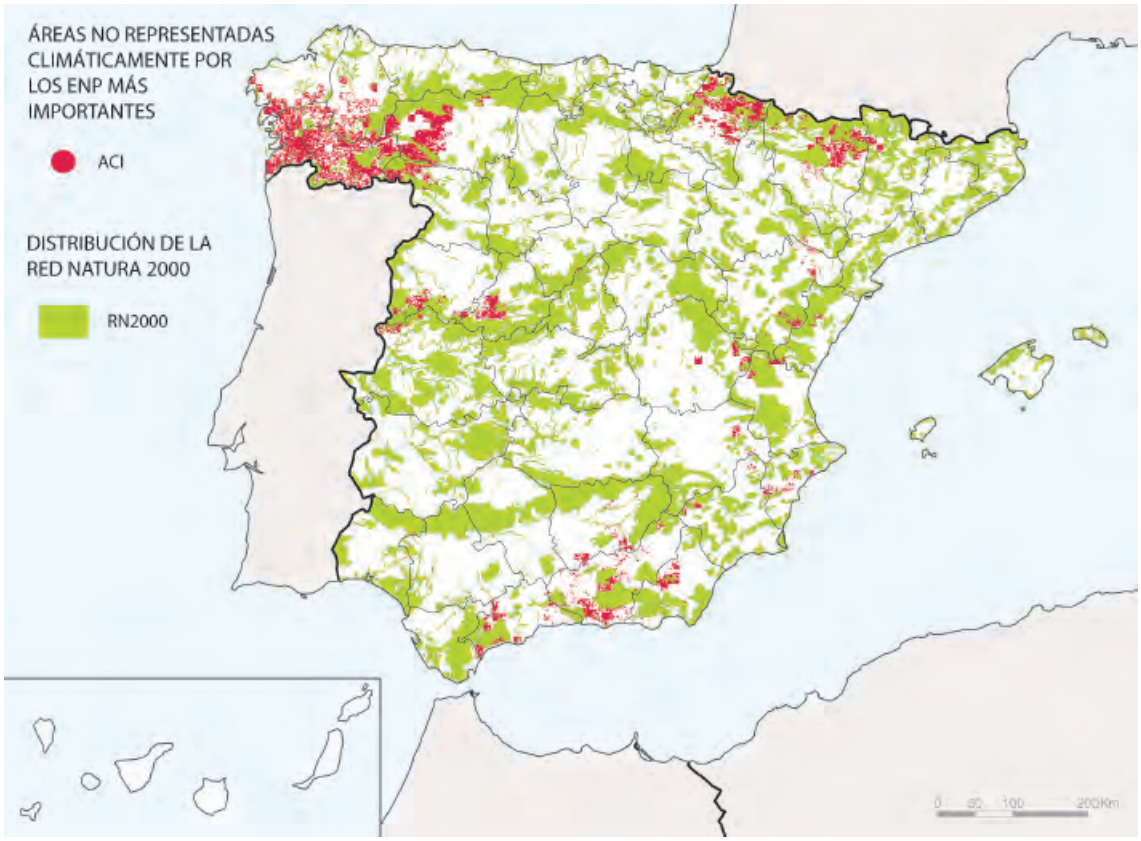
Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

☐ **Mapa 5.4.2.** Localización geográfica de los valores climáticos no representados por las celdas de 1km² de España peninsular con alguna superficie incluida dentro de los ENP (Figura 5.4.1.). El mapa representa la frecuencia de aparición de estas condiciones climáticas para cada celda de 100 km².



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

□ **Mapa 5.4.3.** Localización de áreas no representadas climáticamente por los ENP de mayor importancia (ACI) y de la RN2000. Las ACI son el resultado de representar geográficamente la frecuencia de las celdas de 1km² con condiciones climáticas no incluidas dentro de los ENP (Mapa 5.4.2.), eligiendo como umbral los valores de frecuencia iguales o superiores al decil superior. Las celdas de 1km² con alguna superficie dentro de la RN2000 y con suelos antropizados o semiantropizados se han eliminado de las ACI.



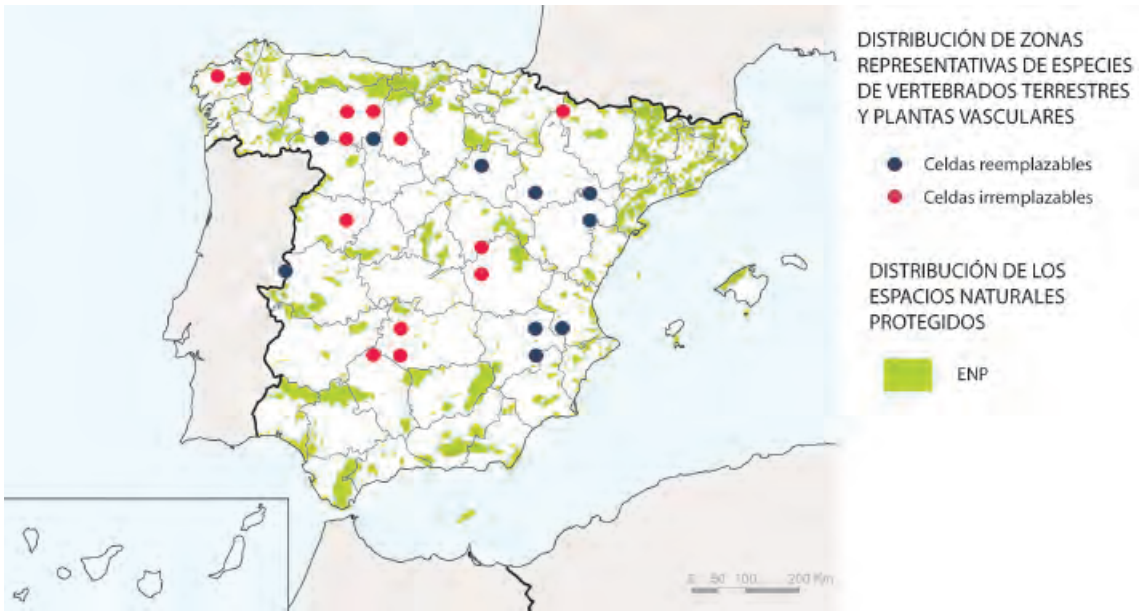
Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

■ 5.4.2. REPRESENTATIVIDAD FAUNÍSTICA Y FLORÍSTICA DE LOS ESPACIOS PROTEGIDOS

Una aproximación probablemente más eficaz para estimar la idoneidad de los ENP consiste en examinar su capacidad de representación de las especies. Un estudio de este tipo ha sido realizado recientemente, compilando datos de distribución de especies ibéricas de plantas y vertebrados terrestres (3). Los resultados de este trabajo muestran que las áreas protegidas existentes en España y Portugal representan razonablemente bien las especies que habitan estos territorios, aunque en el caso de los anfibios y reptiles la capacidad de representación de los ENP no es mayor de la que podría obtenerse mediante una selección al azar de las áreas a proteger.

En general, entre el 73% y el 98% de las especies estarían representadas en las celdas con ENP, dependiendo del porcentaje de área con ENP que se establezca en cada celda para que ésta se considere protegida (2%, 5%, 10% y 20% de la superficie de la celda). Considerando que una celda de 50 x 50 km estaría protegida cuando sólo el 2% de su superficie estuviera incluida dentro de un ENP, este trabajo (3) estimaba que conservar todas las especies de plantas y vertebrados terrestres requería, al menos de 36 áreas adicionales. La nueva declaración de ENP, en sus variadas figuras de protección, desde el momento de la realización de este estudio (2006) (1,4) ha significado una reducción de este número hasta 23 reservas adicionales (Mapa 5.4.4.). De estas, el 43% serían irremplazables ya que las especies que albergan no se encuentran en otros territorios.

☐ **Mapa 5.4.4.** Localización de las celdas UTM de 50 x 50 km que sería necesario añadir a la actual red de ENP (1,4) con el fin de representar todas las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares de España peninsular (3). Se han considerado como celdas protegidas todas aquellas con más del 2% de su superficie incluida dentro de un ENP. Los círculos rojos son celdas irremplazables que poseen especies que no pueden encontrarse en otras celdas, mientras que los círculos azules representan celdas reemplazables. Los polígonos verdes representan la actual red de ENP.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

La reciente publicación del atlas de los invertebrados en peligro de España (5) permite realizar un examen de la representatividad de los ENP en el caso de los invertebrados, el grupo de organismos responsable de la mayoría de la diversidad biológica que, generalmente, no es utilizado en estas aproximaciones. Si, como en el caso anterior, se considera que aquellas celdas de 100 km^2 con más del 2% de su superficie incluida dentro de un ENP están protegidas, cinco especies de invertebrados carecerían de protección de un total de 64 especies presentes en España peninsular (el 7,7%; Mapa 5.4.5.). Las nueve celdas necesarias para representar estas especies poseen, en promedio, un 5% de su superficie dentro de RN2000 (entre 0% y 27%). Sin embargo, al tratarse de especies en peligro, es razonable demandar que la red de reservas sea capaz de representar cada una de las poblaciones de todas las especies en peligro. En este caso, 43 especies de invertebrados en peligro (el 67% del total) tendrían localidades ubicadas en celdas con menos del 2% de su superficie incluida dentro de ENP (puntos rojos en Mapa 5.4.5.). Ello significa que el 44% del total de celdas en las se han observado estas especies estarían sin proteger. De la superficie total abarcada por estas celdas, una cuarta parte se encontraría dentro de la RN2000.

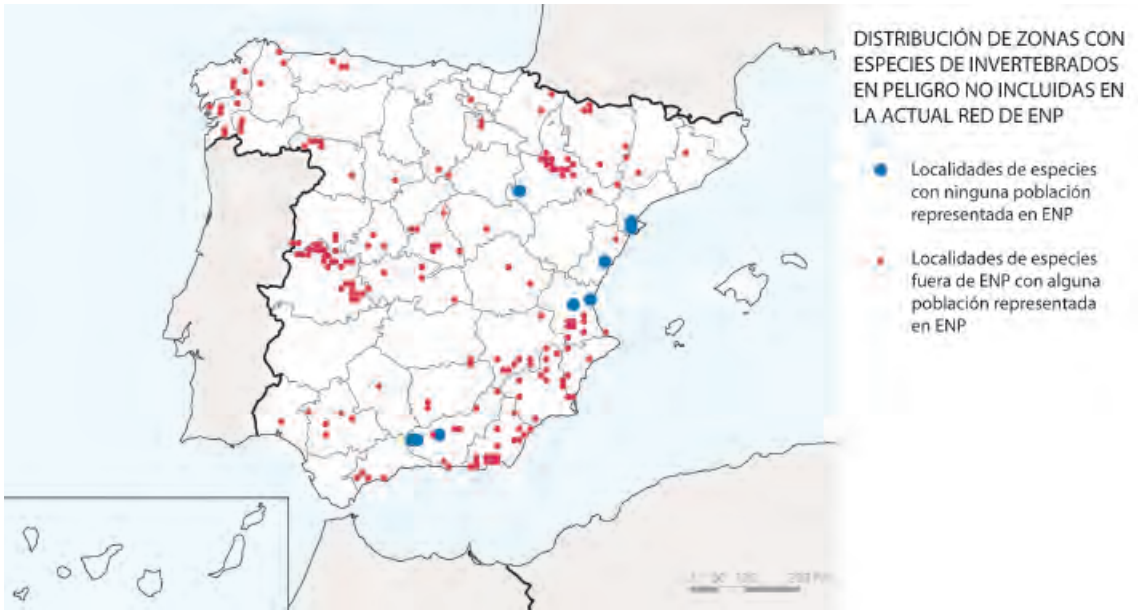
■ 5.4.3. CONCLUSIONES

Los ENP representan un porcentaje relativamente importante del total de variabilidad climática de nuestro país. Sin embargo, aunque la gradual declaración de los espacios incluidos dentro de la RN2000 como ENP significará más que duplicar el territorio protegido, la representatividad climática de nuestra red de reservas aumentará sólo en un 6%. Si la capacidad para albergar el mayor espectro posible de condiciones ambientales es una garantía para maximizar la capacidad de conservación de nuestros espacios protegidos, ya que en ellos es más probable que aparezcan comunidades de organismos singulares, es evidente existen carencias que deberían considerarse y corregirse. El 60% de este territorio climáticamente no representado posee usos del suelo naturales y no forma parte de la RN2000, constituyendo un área de suficiente extensión (unos 20.000 km^2) como para garantizar la elección de enclaves alternativos que mejoren la actual cobertura ambiental de la red de reservas.

El estudio de la representatividad faunística y florística sugiere que serían necesarias un buen número de reservas adicionales para proteger la importante diversidad biológica de nuestro país. Al menos 23 reservas adicionales serían necesarias para representar los vertebrados terrestres y las plantas vasculares, mientras que entre 9 y 69 nuevas reservas podrían requerirse si se desea representar las especies de invertebrados que, a juicio de los expertos, están en peligro de extinción. La inclusión de otros grupos de invertebrados puede incrementar todavía más, el número de reservas adicionales nece-

sarias para representar la multiplicidad de condiciones ambientales y geográficas en las que vive la rica diversidad biológica de nuestro país. Ello implica, a nuestro juicio, que la creación de nuevas reservas y el manejo de las existentes, debe de formar parte de una estrategia de planificación territorial integral que facilite la conservación y la transformación equilibrada de aquellos territorios que no poseen una estricta figura de protección.

☐ **Mapa 5.4.5.** Localización de las celdas UTM de 10 x 10 km con especies de invertebrados en peligro (5) que no estarían incluidas dentro de la actual red de ENP (1,4), considerando como protegidas aquellas celdas con más del 2% de su superficie incluida dentro de un ENP. Los puntos azules representan las localidades habitadas por las especies que no poseen ninguna población representada dentro de los ENP, mientras que los puntos rojos serían las poblaciones del resto de las especies en peligro que no estarían protegidas por los ENP.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

METODOLOGÍA DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE LA REPRESENTATIVIDAD FAUNÍSTICA Y FLORÍSTICA DE LOS ENP

Se recopilaron datos de 429 especies de vertebrados terrestres y 2.820 especies de plantas (aproximadamente un 37% de la flora vascular ibérica) a una resolución de cuadrículas UTM de 50x50 km en las que, al menos, el 85% de su superficie fuera terrestre. Con el fin de determinar si cada una de las celdas puede considerarse o no protegida por los ENP, se tuvieron en cuenta cuatro proporciones diferentes como umbrales (2%, 5%, 10% y 20% de la superficie de la celda incluida como ENP). Los datos de usos del suelo provienen de CORINE Land Cover 2000 y fueron utilizados para estimar la proporción de cada tipo de uso del suelo en cada una de las celdas.

La representatividad de los ENP se estimó mediante un "Análisis de Huecos" *(Gap Analysis)* (3,6). En primer lugar se consideran como celdas protegidas aquellas con una superficie incluida dentro de ENP, según los diferentes umbrales antes mencionados. Después se identificó la localización de las principales celdas necesarias para representar el resto de especies no incluidas, comparando esta representación con la esperada mediante una selección al azar de las celdas repetida 1.000 veces. La selección de las celdas sigue el criterio de complementariedad priorizando la representación de las especies raras (6). Primero se seleccionan aquellas celdas con especies únicamente presentes en única celda, para después elegir, iterativamente, aquellas celdas con un mayor número de especies raras que no estuvieron representadas entre las celdas ya seleccionadas, repitiendo el proceso hasta obtener al menos una representación de cada una de las especies. El proceso de selección de áreas se realizó mediante el software Worldmap (7). Los datos de las 64 especies de invertebrados proceden de un atlas recientemente publicado (5).

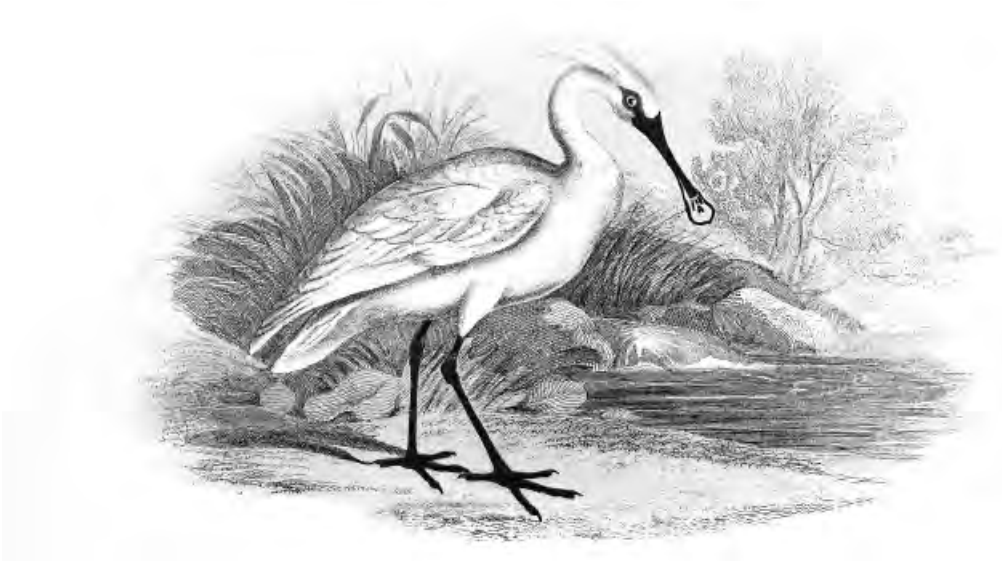
5.5. Vulnerabilidad de las áreas protegidas y de zonas de interés para la biodiversidad ante el cambio climático

■ 5.5.1. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de espacios naturales protegidos (ENP) constituye una de las estrategias de planificación de la conservación más drásticas, ya que trata de vigilar y restringir los usos y actividades humanos en determinados enclaves caracterizados por su alto valor natural y paisajístico. La descentralización normativa y de gestión de los ENP en España ha generado una situación en la cual existen actualmente más de 1.500 ENP declarados bajo casi 50 figuras de protección diferentes que abarcan alrededor del 12% del territorio terrestre español (1). La Red Natura 2000, pendiente de ser declarada como espacio protegido por las respectivas Comunidades Autónomas, supondrá en un futuro incrementar la superficie protegida hasta el 28%.

Sin embargo, en ausencia de una planificación integral del territorio, los ENP corren el riesgo de constituirse en áreas aisladas de los procesos económicos y de transformación que tienen lugar en las regiones a las que pertenecen, pudiendo actuar incluso como polos de atracción para procesos de desarrollo socioeconómico contrarios al mantenimiento de su situación medioambiental. Considerando que los organismos y las condiciones ambientales poseen un carácter dinámico y reaccionan tanto a las transformaciones que tienen lugar en el territorio adyacente, como a la evolución temporal de esas condiciones, resulta clave estimar las repercusiones que futuras posibles transformaciones pudieran tener sobre los ENP. Asumiendo que los cambios antrópicos dentro de los ENP se encuentran limitados, se examinan aquí las consecuencias que el cambio climático puede tener sobre la representatividad medioambiental de los ENP terrestres peninsulares.

Aunque existan diferentes escenarios, las evidencias científicas sobre una modificación del clima mundial como consecuencia de las actividades humanas son numerosas e incontestables (www.ipcc.ch), siendo la península Ibérica una de las regiones europeas en las que se prevé una modificación climática más acusada. Los ENP deben tratar de representar la diversidad biológica y la variedad ambiental de España y, además, asegurar su persistencia futura. Es difícil, por no decir prácticamente imposible, estimar la respuesta individual ante el cambio climático de los organismos que integran los sistemas ecológicos, así como las repercusiones de estas modificaciones en la composición de las comunidades, la utilización del flujo de energía o el funcionamiento de los ciclos naturales. A pesar de ello, es necesario evaluar cómo podrían afectar los cambios climáticos previstos a los ENP. Si cada uno de ellos ha sido elegido por representar un tipo de condiciones ambientales en un espacio relativamente poco transformado, y si el clima es un factor decisivo en la conformación del paisaje y los ecosistemas que actualmente encarna cada ENP, se debería responder a la pregunta de cuál puede ser la magnitud de los cambios climáticos que les esperan a estos territorios y, por tanto, cuál puede ser su eficacia en asegurar la persistencia de las condiciones ambientales para las que han sido declarados.



■ 5.5.2. DESVIACIÓN FUTURA EN LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LOS ENP

En la actualidad, las celdas de 1 km^2 con alguna superficie incluida dentro de un ENP se caracterizan por poseer valores de temperatura significativamente superiores y precipitaciones significativamente menores que aquellas otras sin ENP. Por ejemplo, la temperatura media anual de las celdas incluidas dentro de ENP es algo más de un grado superior, mientras que la precipitación anual es alrededor de 100 mm inferior. Ello es consecuencia del carácter montañoso de los ENP de España: el 73% del territorio español por encima de los 1.500 metros está protegido (1).

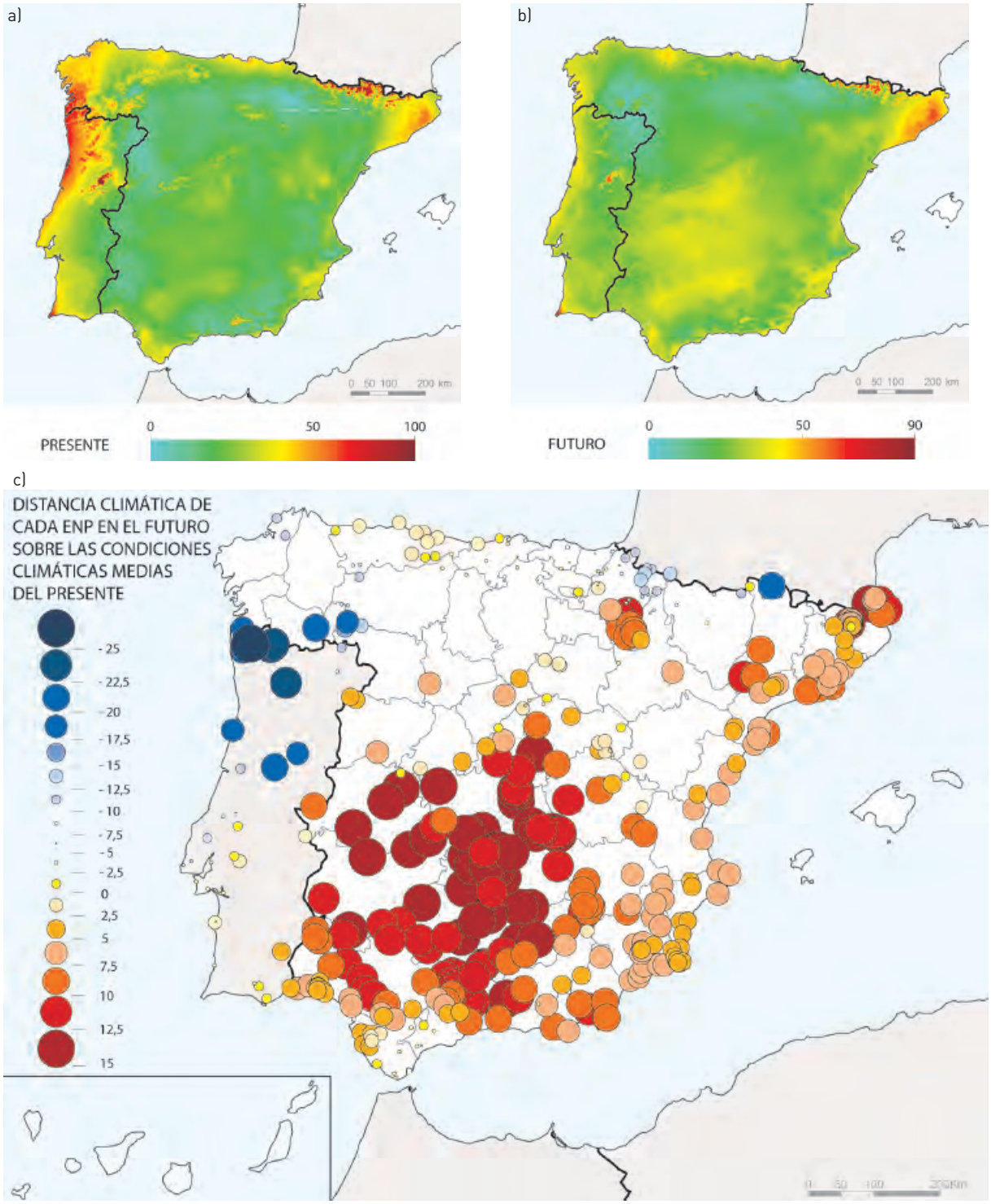
El examen de la distancia climática de las celdas de 1km^2 para el escenario climático futuro (Mapa 5.5.1), muestra el desplazamiento septentrional de las condiciones típicas Ibéricas, especialmente en el noroeste peninsular, y la aparición de nuevas condiciones más áridas en la mitad sur peninsular bajo condiciones más continentales. Cuando se comparan las condiciones climáticas de los ENP en el escenario climático futuro respecto al promedio de las condiciones actuales, puede observarse un claro patrón espacial. Los ENP localizados al norte y noroeste de la península Ibérica tienden a mostrar disminuciones en las precipitaciones y aumentos en las temperaturas que los acercan a las condiciones promedio actuales de la Península, mientras que los ENP del resto de la Península se alejan de las condiciones promedio ibéricas, poseyendo incluso valores de precipitación y temperatura similares a los que pueden encontrase actualmente en el norte de África (Figura 5.5.1).

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DESVIACIÓN CLIMÁTICA DE LOS ENP

Se han utilizado los datos de las 19 variables bioclimáticas que representan los valores medios durante el periodo 1950-2000 (escenario actual). Dichos datos proceden de la base de datos WorldClim y se encuentran a una resolución de 1km^2 (www.worldclim.org). Cada una de estas variables fue estandarizada para eliminar las diferencias en la escala de medida y, posteriormente, normalizadas. A continuación estas variables fueron sometidas a un Análisis de Componentes Principales con el fin de obtener un conjunto mínimo de nuevas variables con capacidad para representar la máxima variabilidad climática posible. Este proceso generó cuatro componentes o nuevas variables no correlacionadas entre si, con valores propios (eigenvalues) mayores o iguales que uno, que permiten representar el 93,4 % del total de la variación climática de la península Ibérica. Utilizando los valores de estos componentes se estimó la distancia Euclídea de cada celda de 1 km^2 respecto a las condiciones climáticas promedio existentes en la Península en la actualidad. Del mismo modo, se calculó la distancia Euclídea para cada celda de 1 km^2 entre el promedio de las condiciones climáticas ibéricas actuales y las condiciones climáticas previstas en un escenario climático futuro. Teniendo en cuenta los polígonos de todos los ENP (www.redeuroparc.org), cualquier celda de 1 km^2 con parte de su superficie incluida en ellos fue considerada como protegida.

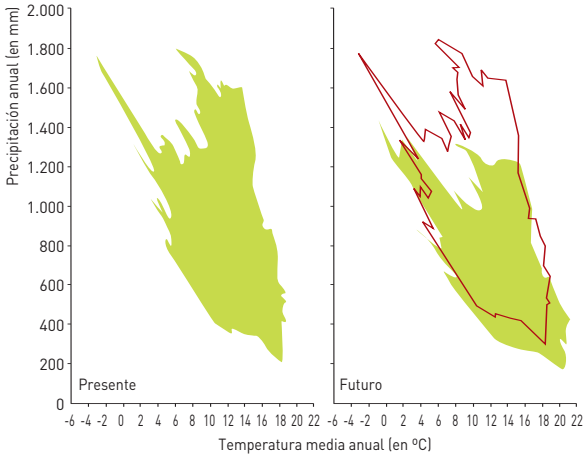
El escenario climático futuro seleccionado -CCM3 para 2010, (2)- ha sido uno en el cual los niveles de las emisiones futuras se duplican y no existen cambios tecnológicos y económicos destacables que modifiquen las actuales tendencias. Se trata de un escenario neutro que representa la continuidad del patrón actual de cambio climático y que, prácticamente, es equivalente al promedio de todos los escenarios disponibles (3).

□ **Mapa 5.5.1.** Distancia Euclídea entre los valores climáticos de las celdas ibéricas de 1 km² con respecto al promedio de las condiciones climáticas actuales de la Península, tanto en el presente (a), como para el escenario climático futuro elegido (CCM3) para 2100, b). En el mapa inferior (c) se representa la distancia climática de cada ENP (círculo) en el futuro sobre las condiciones climáticas medias del presente. Un alto valor positivo significa alejamiento en el futuro de las condiciones medias del presente, mientras que un valor negativo implica acercamiento a las condiciones medias del presente.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

☐ **Figura 5.5.1.** Valores de temperatura media y precipitación anual de todas las celdas ibéricas de 1 km² en el presente y en el escenario climático futuro elegido (CCM3 para 2100). El polígono verde representa el espacio climático presente a fin de mostrar las condiciones nuevas que aparecerían y las que podrían desaparecer en el futuro. Obsérvese la disminución general de las precipitaciones, la pérdida de los climas con temperaturas medias o bajas y altas precipitaciones, así como el incremento de la aridez.



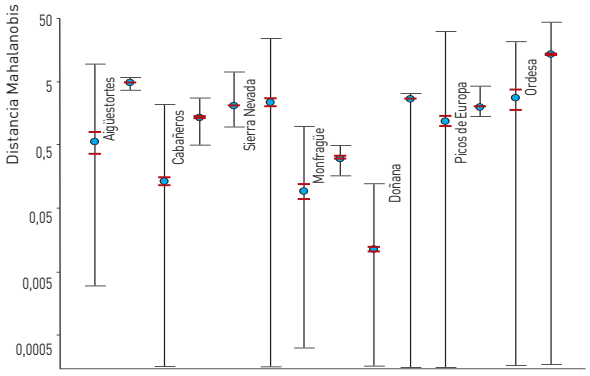
Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

■ 5.5.3. REPRESENTATIVIDAD CLIMÁTICA DE LOS PARQUES NACIONALES

Para cada uno de los Parques Nacionales (PN) peninsulares terrestres (exceptuando la Tablas de Daimiel, por su carácter fluvial), se ha representado geográficamente: i) la ubicación de aquellas áreas con valores climáticos similares a los existentes actualmente en cada PN (área de representatividad climática de cada parque), ii) la distancia climática de las condiciones del propio parque y de la región colindante en el escenario de cambio climático futuro, y iii) la variación en la distancia climática de cada PN respecto a la región adyacente actual.

En todos los PN, pero en menor medida en el caso de Sierra Nevada, existen alejamientos significativos en las condiciones climáticas medias respecto a la situación presente (Tabla 5.5.1.). Estas desviaciones poseen un claro patrón espacial de contracción y fragmentación en el caso de los PN de montaña (Mapa 5.5.2.). Excepto en el caso de Sierra Nevada, el cambio climático previsto disminuye además la heterogeneidad climática de los PN, como puede observarse por la amplitud del 95% de los valores de distancia calculados (Figura 5.5.2.).

☐ **Figura 5.5.2.** Distancia multidimensional climática (medida mediante la distancia de Mahalanobis), de las celdas de 1 km² de cada Parque Nacional respecto a sus condiciones climáticas promedio actuales (a la izquierda) y distancia en el escenario climático futuro (CCM3 para 2100, derecha). El punto azul representa el valor medio, las líneas rojas el intervalo de confianza al 95% y las líneas negras el rango acotado por los valores máximos y mínimos. Nótese que la separación entre los valores del intervalo de confianza constituye una medida de la variabilidad climática presente y futura de cada PN.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

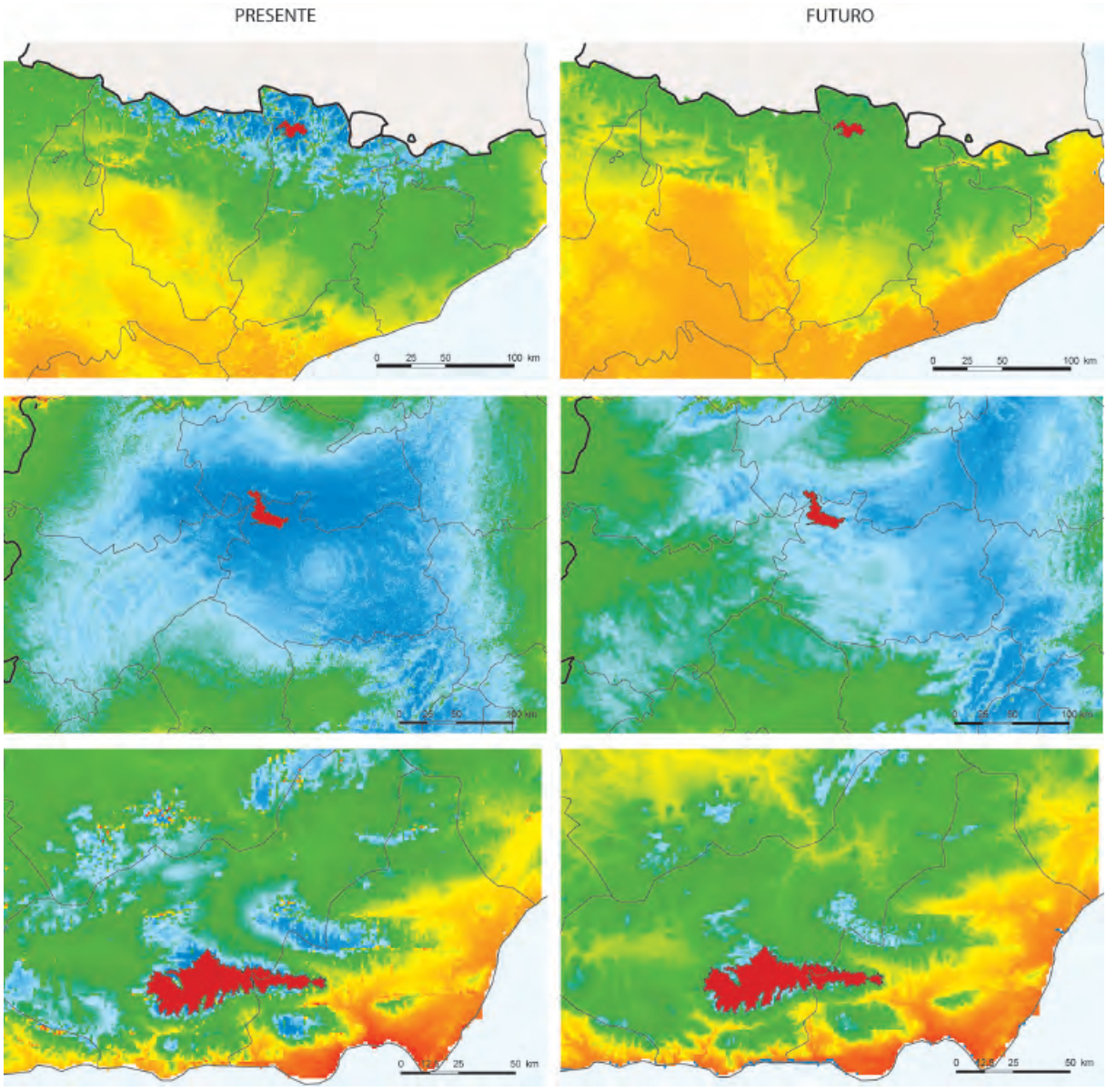
METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA REPRESENTATIVIDAD CLIMÁTICA DE LOS PN

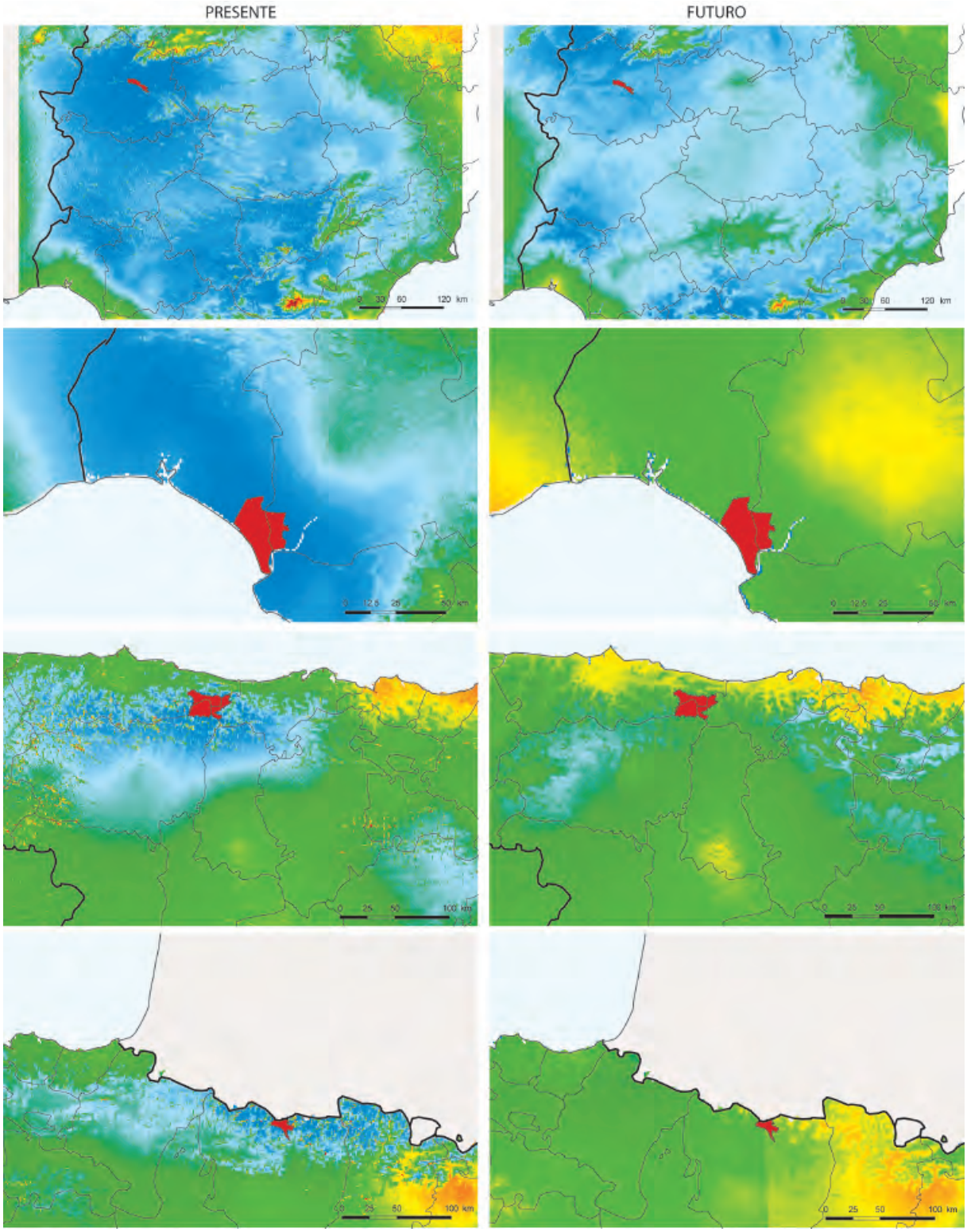
Los polígonos vectoriales de cada uno de los Parques Nacionales (PN) terrestres de España peninsular (http://reddeparquesnacionales.mma.es/) fueron rasterizados a una resolución de 1 km², a fin de obtener un mapa binario que incluyese todos los pixeles con alguna superficie incluida dentro de cada PN. Después, se utilizaron los datos de las 19 variables bioclimáticas derivadas de la base de datos WorldClim a una resolución aproximada de 1 km² (www.worldclim.org), para estimar cuales de estas variables eran relevantes para explicar las actuales condiciones climáticas de cada PN. Utilizando datos de más de 47.000 localidades mundiales, WorldClim ha generado mapas interpolados que representan la variación geográfica de las precipitaciones y temperaturas máximas y mínimas de cada uno de los meses para el periodo 1950-2000, a partir de los cuales se derivan las 19 variables bioclimáticas (4).

La selección de las variables más relevantes para cada PN se realizó mediante el Ecological Niche Factor Analysis o ENFA (5). ENFA compara los datos climáticos en los pixeles de presencia (el PN), con las condiciones existentes en el área completa de estudio (España peninsular), estimando de este modo una serie de factores no correlacionados entre sí que explican tanto la marginalidad (la distancia entre el óptimo detectado para cada PN y las condiciones climáticas promedio peninsulares), como la especialización (la razón entre la variabilidad climática en el área completa de estudio con la existente en los puntos de presencia del PN). El número de factores se selecciona comparando sus valores propios (eigenvalues) con los proporcionados por una distribución de bastón-roto. Finalmente, las variables climáticas elegidas son aquellas que muestran correlaciones mayores (factor scores ›0,30) con los valores de los factores seleccionados mediante ENFA.

Una vez seleccionadas las variables relevantes para cada PN, se usaron éstas para estimar la distancia de Mahalanobis entre las celdas del PN y el resto del territorio peninsular. La distancia de Mahalanobis permite calcular la similitud en un espacio multidimensional independientemente de la variabilidad de cada variable y la correlación existente entre ellas. Posteriormente, se extrajeron las distancias para todos los pixeles de cada uno de los PN, calculando su valor medio ± el intervalo de confianza al 95% (IC95%). Este valor representa la distancia climática promedio a la que se encuentran las localidades incluidas dentro de cada PN. El valor de distancia máximo encontrado para el 95% de las celdas de cada parque (+IC95%) se consideró la distancia umbral que debe tener cualquier celda para ser clasificada como climáticamente similar a las condiciones climáticas promedio de cada PN. De este modo, todas las celdas peninsulares con valores iguales o inferiores a este umbral se consideraron el área de representatividad climática de cada PN. Estas áreas de representatividad fueron calculadas tanto para los datos climáticos actuales, como para los datos climáticos del escenario futuro CCM3 para 2010 (2).

☐ **Mapa 5.5.2.** Distancia multidimensional climática de las celdas de 1 km^2 respecto a las condiciones promedio actuales de cada Parque Nacional, tanto en la actualidad como para el escenario climático futuro utilizado (CCM3 para 2100). Las áreas azul oscuro representan aquellas con valores climáticos similares a los actualmente existentes en cada PN, mientras que los tonos más cálidos representan condiciones climáticas alejadas. En rojo se representa cada PN. De arriba a abajo, Aigüestortes, Cabañeros, Sierra Nevada, Monfragüe, Doñana, Picos de Europa y Ordesa.





Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

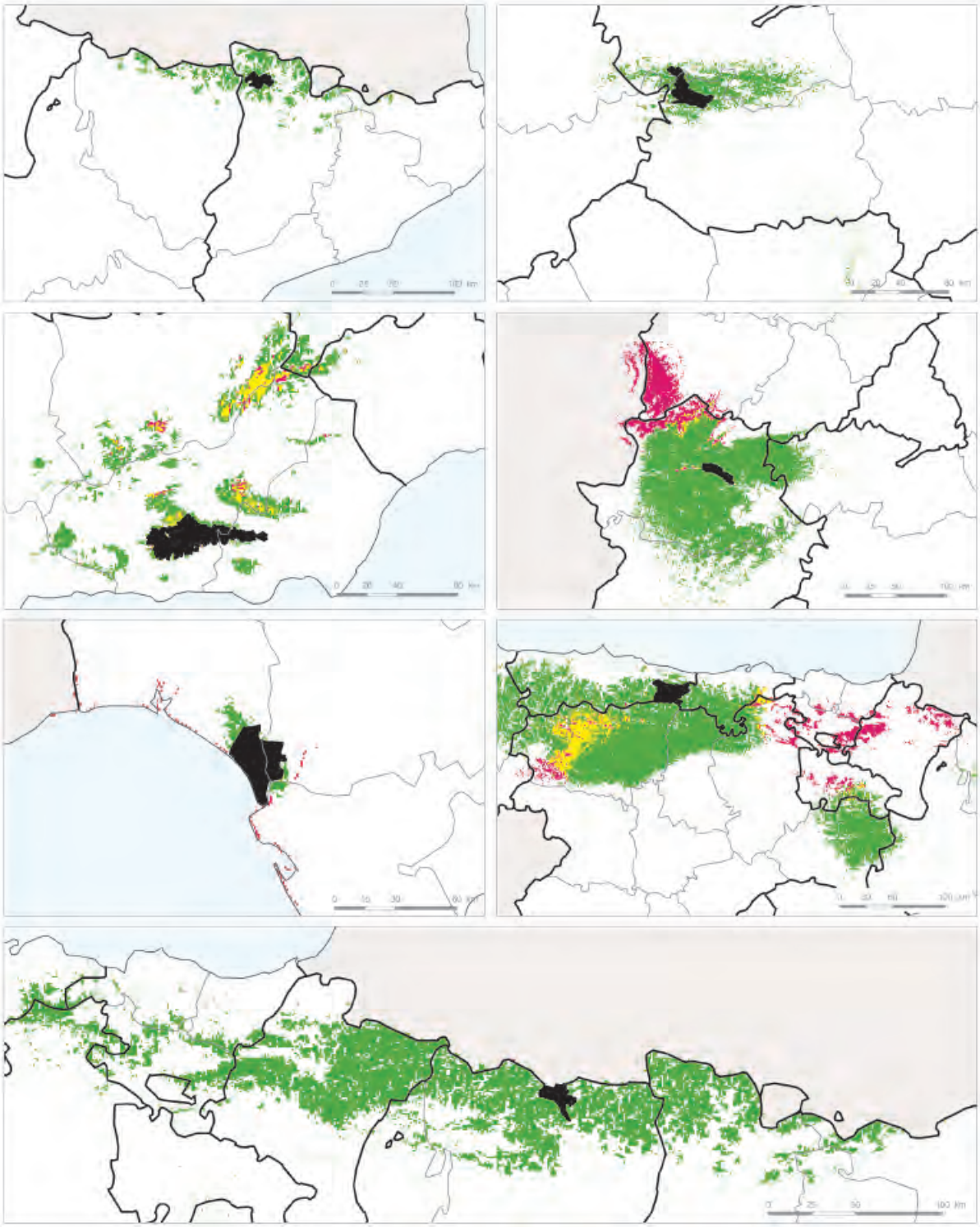
En la actualidad, los distintos PN representan climáticamente superficies muy heterogéneas. En la España peninsular existe una extensa superficie climáticamente similar a las condiciones que representa el PN de Monfragüe (un área más de 130 veces superior a la extensión del parque). Doñana presenta un patrón opuesto, con una superficie climáticamente similar sólo ligeramente superior a la actual extensión del parque (Tabla 5.5.1.). La tónica general es, sin embargo, que cada PN represente climáticamente un amplio territorio varias veces superior a su extensión (Mapa 5.5.3).

Considerando que el clima estaría entre los principales condicionantes de la riqueza y estructura de las comunidades animales y vegetales, cada PN podría considerase un área relativamente poco transformada con capacidad para representar las condiciones existentes en un territorio, en promedio, casi 40 veces superior a su actual extensión. Sin embargo, el escenario de cambio climático seleccionado disminuye el área de representatividad climática de cada parque drásticamente. Aigüestortes, Cabañeros y Ordesa disminuyen su área de representatividad climática en más de un 95%; Sierra Nevada, Picos de Europa y Doñana en más del 70% y solo Ordesa disminuye su área de representatividad climática en menos de un 50%. Los cambios climáticos analizados pueden llegar a ser tan drásticos que no quede ninguna superficie dentro del PN con condiciones climáticas similares a las actualmente existentes (Tabla 5.5.1.). Ese es el caso de Aigüestortes, Cabañeros, Monfragüe y Picos de Europa, pero prácticamente también de Doñana y Ordesa, parques nacionales en los que menos del 2% de su superficie poseería condiciones climáticas similares a las actuales. Solo la heterogeneidad topográfica de Sierra Nevada garantiza que buena parte de las condiciones climáticas de este parque se mantengan en el escenario futuro (Mapa 5.5.3).

Los cambios previstos en las condiciones climáticas de los PN peninsulares significan, en ocasiones, la práctica desaparición de los climas que representan y, por tanto, la ausencia futura de un territorio idóneo y equivalente desde el punto de vista climático en el territorio español. Este es el caso de los dos PN pirenaicos, pero también de Cabañeros y Doñana. En el resto de los PN existen regiones que albergarían en el futuro las condiciones climáticas que actualmente se encuentran en ellos (Mapa 5.5.3). Sin embargo, estas regiones se encuentran alejadas (entre 80 y 740 Km., Tabla 5.5.1.) y, lo que es más grave, se encuentran mucho mas alteradas. Teniendo en cuenta los datos del CORINE Land Cover (CLC) 2006, las celdas de 1 km^2 que en el futuro serán climáticamente similares a las condiciones que hoy en día poseen los PN, poseen un 50% de su superficie antropizada o semiantropizada (zonas artificiales y agrícolas, considerando el nivel 1 de CLC), aunque la situación es menos preocupante en aquellos PN de montaña con amplias áreas de representatividad climática en el futuro (caso de Sierra Nevada y Picos de Europa, Tabla 5.5.1.).



☐ **Mapa 5.5.3.** Área climáticamente similar a la de cada PN según las condiciones actuales (en verde), área climáticamente similar en el escenario futuro (en rojo) y área climáticamente similar tanto en el presente como en el futuro (en amarillo). Cada Parque Nacional se representa en negro. De arriba abajo y de izquierda a derecha: Aigüestortes, Cabañeros, Sierra Nevada, Monfragüe, Doñana, Picos de Europa y Ordesa.



Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

□ **Tabla 5.5.1.** Distancia climática (distancia de Mahalanobis) de las celdas de cada PN, actualmente y en el futuro; áreas de representatividad climática (ARC) de cada PN para las condiciones climáticas actuales y bajo el escenario climático futuro elegido (CCM3 para 2100); distancia espacial a la que se encontrarían esas áreas en el futuro; y porcentaje de usos del suelo antropizados y semiantropizados según CLC2006 (zonas artificiales y agrícolas del nivel 1) en las ARC futuras.

	Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	Cabañeros	Sierra Nevada	Monfragüe	Doñana	Picos Europa	Ordesa y Monte Perdido
Distancia climática promedio actual de las celdas del PN	0,57±0,19	0.13±0,02	2,05±0,05	0,09±0,03	0,01±0,001	1,19±0,19	2.71±0,93
Distancia climática promedio futura de las celdas del PN	4,78±0,09	1,34±0,04	2,35±0,22	0,31±0,01	2,66±0,03	1,97±0,03	13,06±0,39
ARC actual (en km^2)	2.109	3.125	6.871	24.754	541	32.694	12.554
ARC futura (en km^2)	48	5	1.671	16.654	161	6.353	10
% disminución ARC	97,7	99,8	75,7	32,7	70,2	80,6	99,9
ARC futura dentro del PN (en km^2)	0	0	494 (58%)	0	10 (2%)	0	1 (0,7%)
Distancia media del ARC futura al PN (en km)	166±24	150±1	100±8	741±5	85±10	287±3	264±16
Distancia mínima del ARC futura al PN (en km)	35	149	0	6	0	4	0
% de usos antropizados y semi-antropizados en ARC futura	58,3±12,0	60,6±22,0	13,0±1,3	68,5±0,6	53,6±6,1	11,0±0,5	90,0±13,5

Fuente: Elaboración Lobo JM y Laboratorio Biogeografía Informática del MNCN.

■ 5.5.4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que los espacios naturales protegidos ubicados bajo condiciones templado-frías o eurosiberianas experimentarán un cambio climático que los acercará hacia las condiciones mediterráneas que hoy en día predominan en nuestro país. Por el contrario, aquellos otros espacios protegidos con un clima básicamente mediterráneo, podrían soportar unas condiciones de aridez y temperatura actualmente inexistentes en la península Ibérica.

Los Parques Nacionales terrestres peninsulares, la figura de protección más emblemática y restrictiva, podrían sufrir severas desviaciones climáticas respecto a sus condiciones actuales, disminuyendo incluso la heterogeneidad climática y, por tanto, la diversidad ambiental que actualmente son capaces de representar. El área de representatividad climática de los Parques Nacionales disminuiría drásticamente, menoscabando su actual capacidad para simbolizar el espectro de condiciones medioambientales peninsulares y, probablemente también, su capacidad para asegurar la persistencia de los organismos que los habitan.

Si los espacios naturales protegidos se delimitan y declaran como tales por albergar unas determinadas condiciones ambientales y bióticas, no considerar los posibles efectos de un cambio en el escenario climático sobre los procesos ecológicos y las comunidades de organismos que albergan, puede convertirlos en ineficaces para el propósito al que han sido destinados. El cambio climático puede convertir cada espacio protegido en receptor de las condiciones y los organismos que actualmente existen en otras reservas y regiones, pero a la vez en emisor hacia otros territorios. Para cada espacio protegido sería necesario conocer la ubicación de las regiones que serán climáticamente afines en el futuro y que, además, poseen actualmente un grado de transformación pequeño. Estas áreas serían las mejores candidatas para actuar como receptoras de las comunidades que actualmente habitan en cada reserva. Del mismo modo, se debería estimar la ubicación geográfica de las áreas a las que se aproximará climáticamente cada espacio protegido, pues estas regiones serán candidatas a actuar como emisores. Los resultados que aquí se presentan sugieren que las áreas con un clima equivalente al que poseerán los Parques Nacionales serán escasas y fragmentadas, estarán alejadas y poseen actualmente un grado de transformación notable. Por ello, la delimitación de "corredores" y amplias zonas capaces de facilitar la conexión entre estos espacios ante un escenario de cambio climático es una tarea difícil de realizar pero fundamental.

5.6. Planificación y gestión del medio marino

Tal y como se prevé en el Libro Azul de la Comisión Europea, la nueva Política Marítima Integrada (PMI) abarca todos los aspectos de los océanos y de los mares con un enfoque holístico, de tal forma que aborda todos los sectores económicos que desarrollan su actividad en el medio marino. Esta misma visión ya se apuntaba en el Libro Verde sobre una futura política marítima de la UE.

Las medidas propuestas por la Comisión ayudarán a la UE a actuar para cumplir los objetivos clave de la política marítima integrada de la UE, esto es, mejorar el uso sostenible de los océanos y los mares, sentando las bases del conocimiento y la innovación para la política marítima, proporcionando un alto nivel de calidad de vida en las regiones costeras, promoviendo el liderazgo de Europa en los asuntos marítimos internacionales e incrementando la visibilidad de la Europa marítima.

De esta forma, una política marítima europea integrada:

- Cambiará nuestro modo de hacer política y de tomar decisiones. La política y la toma de decisiones dividida en compartimentos estancos ha dejado de ser adecuada. Se deben comprender y tener en cuenta las interacciones, crear instrumentos comunes, determinar y aprovechar las sinergias y evitar o resolver los conflictos.

- Preparará y ejecutará un programa de trabajo. Las actuaciones dentro de las distintas políticas sectoriales deben ejecutarse en un marco político coherente. Por tanto, los siguientes aspectos revisten especial importancia:

  - Un espacio europeo de transporte marítimo sin fronteras;
  - Una estrategia europea de investigación marina;
  - Políticas marítimas nacionales integradas que deben formular los Estados miembro;
  - Una red europea de vigilancia marítima;
  - Un plan de trabajo hacia la ordenación del espacio marítimo por parte de los Estados miembros;
  - Una estrategia dirigida a paliar los efectos del cambio climático en las regiones costeras;
  - La reducción de las emisiones de CO_2 y la contaminación debidas al transporte marítimo;
  - La eliminación de la pesca pirata y de la pesca de arrastre destructiva en alta mar;
  - Una red europea de agrupaciones marítimas *(clusters)*;
  - Un examen de las excepciones al Derecho laboral comunitario aplicadas a los sectores de la pesca y el transporte marítimo.

El desarrollo coordinado de las actuales políticas sectoriales también requiere actuaciones integradas e intersectoriales para crear los vínculos necesarios entre ellas.

En primer lugar, se pretende que la UE mantenga su liderazgo marítimo mundial mediante el fomento de la competitividad de sus sectores marítimos y la garantía de su sostenibilidad. Con la finalidad de no volver a caer en los errores del pasado, la Comisión recomienda "una estrategia más global que asocie las políticas sectoriales para las actividades marítimas y la política medioambiental en relación con los mares de Europa".

■ 5.6.1. OBJETIVOS DE LA PLANIFICACIÓN Y LA GESTIÓN DEL MEDIO MARINO

El mar y las costas exigen la adopción de una política de ordenación del territorio, tal como ocurre desde hace muchos años con respecto a la tierra firme. Ello podría implicar la fijación de zonas específicas en el terreno costero y marino y la limitación o el fomento de algunas actividades en función de sus características. Es evidente que la creación o la modificación de una herramienta de ese tipo debe hacerse de manera integrada, en concertación con todos los actores que conocen y utilizan el terreno marítimo y a partir del conocimiento científico del ecosistema y de la geología submarinos.

La ordenación del territorio marítimo en las zonas económicas exclusivas de los Estados miembros de la UE es una herramienta imprescindible para ayudar a las autoridades públicas a dirigir el desarrollo sostenible de las actividades marítimas. Sin embargo, para que ese mecanismo sea eficaz, es preciso que sea aplicado por todos los Estados costeros de la UE y, dado que el mar es por definición un espacio transnacional, es necesario que sea compatible entre Estados.

Asimismo, los sectores marítimos también necesitan una información científica completa sobre todas las actividades, naturales y humanas, que afectan al mar y a los océanos. Para poder adoptar con pleno conocimiento de causa decisiones en materia de política marítima o de desarrollo económico, las autoridades públicas, las empresas, los servicios marítimos y los investigadores deben disponer de información estadística y científica precisa y accesible.

Tal información ya existe, pero el problema reside en que está dispersa. Cualquiera que tenga necesidad de ella debe emprender una ardua labor de recopilación antes de poder utilizarla. Por lo tanto, es fundamental que se agrupen todos los datos existentes en un sistema único, integrado y accesible, que pueda servir de base a todo proyecto de desarrollo económico o de iniciativa política.

La Comisión adoptó en 2008 la Comunicación titulada Hoja de ruta para la ordenación del espacio marítimo: creación de principios comunes en la UE. En ella se establecen diez principios fundamentales y se examina el desarrollo de un planteamiento común entre los Estados miembros que fomente la ordenación del espacio marítimo a escala nacional y europea.

1. Utilización de la ordenación del espacio marítimo en función de la zona y el tipo de actividad.
2. Definición de objetivos para orientar la ordenación del espacio marítimo.
3. Desarrollo de la ordenación del espacio marítimo.
4. Participación de las partes interesadas con objeto de lograr una amplia aceptación y apoyo de los planes y la identificación con ellos.
5. Simplificación de los procesos de decisión.
6. Garantías de efecto jurídico de la ordenación del espacio marítimo a nivel nacional.
7. Cooperación y consultas transfronterizas para garantizar la coherencia de los planes en la totalidad de los ecosistemas.
8. Incorporación del seguimiento y la evaluación en el proceso de ordenación.
9. Coherencia entre la ordenación del espacio terrestre y la del marítimo: relación con la gestión integrada de las zonas costeras.
10. Una base de datos y conocimientos sólida, fiable y con criterios científicos.

Las partes de todos los sectores marítimos interesados respaldaron esos diez principios fundamentales, considerando que eran adecuados y exhaustivos y constituían una base importante para el desarrollo de la ordenación del espacio marítimo a escala internacional.

En los dos últimos años se ha confirmado que la Política Marítima Integrada, es una política muy prometedora con una importante contribución al crecimiento, el empleo y el desarrollo sostenible del medio ambiente de las zonas costeras europeas y de terceros países. Pese al poco tiempo que lleva aplicándose, esta nueva política de la UE ya ha modificado la manera en que Europa administra sus activos marítimos y costeros.

Es preciso consolidar la gobernanza marítima integrada. Los progresos logrados en los últimos años deben plasmarse en estructuras integradas eficaces en todos los niveles administrativos. Incumbe a las instituciones de la UE, a los Estados miembros y a las regiones costeras velar por una integración política ascendente, adoptar programas coherentes y coordinados en materia de asuntos marítimos, y poner coto a la formulación de políticas sectoriales aisladas. Asimismo, la participación de los interesados en la elaboración de políticas marítimas se debería contemplar de forma más permanente en las estructuras de gobernanza. Todo ello daría lugar a un diálogo más intenso entre la UE, los Gobiernos de los Estados miembros y las regiones costeras, que son las que suelen poseer los conocimientos especializados necesarios para un planteamiento integrado de los asuntos marítimos.

Los instrumentos transversales son primordiales para fomentar el desarrollo económico, la vigilancia del medio ambiente, la seguridad, la protección y la aplicación y cumplimiento de la normativa en los océanos y mares europeos. En particular, la ordenación del espacio marítimo, junto con un mayor conocimiento del medio marino, puede desbloquear considerables inversiones económicas y mejorar extraordinariamente la manera en que gestionamos los espacios marítimos, protegiendo sus ecosistemas.

La definición de los límites del desarrollo sostenible de las actividades humanas que influyen en el entorno marino para los próximos años en el contexto de la Directiva marco sobre la estrategia marina permitirá tener una idea clara y disponer de una plataforma para el desarrollo satisfactorio de todas las actividades marítimas, teniendo debidamente en cuenta sus efectos acumulativos. Por tanto, la aplicación de dicha Directiva seguirá siendo uno de los objetivos esenciales de la PMI, que también habrá de fomentar la cooperación necesaria entre todos los sectores y servicios interesados a tal fin, entre ellos las ciencias marinas y la política medioambiental marina.

Las estrategias basadas en las cuencas marítimas son primordiales para una aplicación fructuosa de la PMI. En este marco pueden adaptarse las prioridades y los instrumentos de la política a los contextos geográficos, económicos y políticos específicos de cada gran región marítima. Un elemento crucial para lograr los objetivos previstos es la cooperación entre Estados miembros y

regiones que comparten una cuenca marítima y de éstos con la UE. En caso necesario, esta cooperación deberá ir acompañada de un diálogo adecuado con los terceros países que comparten una cuenca marítima con la UE. Las actividades en las subcuencas también pueden ofrecer ejemplos positivos y buenas prácticas.

Europa debe asumir un papel destacado en la mejora de la gobernanza marítima a escala mundial, como ya hizo en materia de piratería o de prácticas pesqueras destructivas. La aplicación de la PMI en el actual contexto de crisis económica debería centrarse de nuevo en el crecimiento económico sostenible, el empleo y la innovación. Asimismo, será preciso establecer mayores vínculos entre la política de la UE en materia de cambio climático y la PMI mediante una estrategia de adaptación al cambio climático en las zonas costeras y marítimas que tenga como objetivo proteger las infraestructuras costeras y conservar la biodiversidad marina.

A nivel nacional, el desarrollo legislativo se ha producido de manera significativa en los últimos años. La Ley 42/2007, de Patrimonio Natural y Biodiversidad (LPNB), establece sus principios, en línea con las directrices europeas:

a) El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, respaldando los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano.
b) La conservación de la biodiversidad y de la geodiversidad.
c) La utilización ordenada de los recursos para garantizar el aprovechamiento sostenible del patrimonio natural y, en particular, de las especies y de los ecosistemas, así como su restauración y mejora.
e) La integración de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales.
g) La precaución en las intervenciones que puedan afectar a espacios naturales y/o especies silvestres.
h) La garantía de la información y participación de los ciudadanos en el diseño y ejecución de las políticas públicas, incluida la elaboración de disposiciones de carácter general, dirigidas a la consecución de los objetivos de la Ley.
i) La contribución de los procesos de mejora en la sostenibilidad del desarrollo asociados a espacios naturales o seminaturales.

Es evidente, pues, que se reiteran los principios de gestión coordinada de sectores, vigilancia, protección y uso sostenible. Asimismo, el anteproyecto de ley de protección del medio marino establece que las estrategias marinas consisten en la elaboración de una serie de tareas consecutivas, que se deben realizar para cada una de las demarcaciones marinas. La primera es la evaluación inicial del estado del medio marino, que incluye las características naturales, las presiones e impactos y un análisis económico y social de la utilización del medio marino y de los costes de su deterioro. La segunda tarea es la determinación del buen estado medioambiental. El tercer paso es el establecimiento de una serie de objetivos medioambientales, enfocados a lograr el buen estado medioambiental que previamente se ha definido. Simultáneamente, se deben desarrollar una serie de indicadores para poder evaluar la consecución de los objetivos medioambientales. El cuarto paso es el establecimiento de un programa de seguimiento. Por último, se debe elaborar y aplicar un programa de medidas para lograr el buen estado medioambiental.

Asimismo, resultan de especial importancia los criterios de planificación del medio marino:

- Gestión adaptativa con arreglo al enfoque ecosistémico respecto de la gestión de las actividades humanas, garantizándose que la presión conjunta de dichas actividades se mantenga en niveles compatibles con la consecución de un buen estado medioambiental.
- Respeto a la capacidad de los ecosistemas marinos de responder a los cambios inducidos por el hombre.
- Aprovechamiento sostenible de los bienes y servicios marinos por las actuales y futuras generaciones.
- Coordinación a nivel nacional e internacional.
- Conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos del medio marino.
- Eliminación de la contaminación del medio marino, entendiendo como contaminación toda introducción directa o indirecta en el medio marino de sustancias o energías como consecuencia de la actividad humana, incluidas las fuentes sonoras submarinas, que provoquen o puedan provocar menoscabo del uso sostenible de los bienes y servicios marinos, produciendo efectos nocivos, perjuicios a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos -incluida la pérdida de biodiversidad-, riesgos para la salud humana, obstáculos a las actividades marítimas, especialmente a la pesca, al turismo, a las actividades de ocio y demás usos permitidos del mar, así como alteraciones de la calidad de las aguas marinas.
- Compatibilidad de las políticas sectoriales con la conservación del medio marino.

■ 5.6.2. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS

Para facilitar la integración de todos los sectores marítimos en una misma visión de la explotación del mar, es preciso que todas las partes implicadas posean unas referencias comunes, unas herramientas que todos los actores puedan utilizar para evaluar sus efectos en el mar, tanto para el establecimiento de los limites físicos

de su ámbito de explotación como para garantizar su seguridad. Por ello, la Comisión Europea propone el establecimiento de tres herramientas comunes, relativas a la vigilancia de las actividades marítimas, a la delimitación de las zonas de actividad y a la recogida de datos.

Para que la vigilancia marítima sea eficaz, la explotación de los mares debe hacerse en condiciones ideales de seguridad. Las autoridades públicas deben ser capaces de garantizar la vigilancia de los usuarios del mar, tanto contra los riesgos naturales y técnicos como contra las agresiones externas provocadas por la piratería, el terrorismo, el tráfico ilegal o la inmigración clandestina.

Bajo la responsabilidad de cada Estado miembro, las actividades de vigilancia marítima son actualmente aseguradas por diversos servicios de mantenimiento del orden que operan muchas veces independientemente unos de otros: control de la pesca, policía del medio ambiente, control del tráfico, vigilancia de las fronteras, etc. Esta división de los medios no favorece en absoluto su eficacia.

Por ello, la Comisión Europea recomienda el establecimiento de una amplia cooperación, tanto vertical (entre los diferentes cuerpos de vigilancia marítima) como horizontal (entre los servicios de los distintos Estados miembros).

La segunda herramienta de gestión integrada se basa en el establecimiento de una autentica ordenación del territorio marítimo. En la actualidad, el aumento de la actividad económica en las costas y el mar provoca múltiples conflictos de utilización del espacio entre los usuarios.

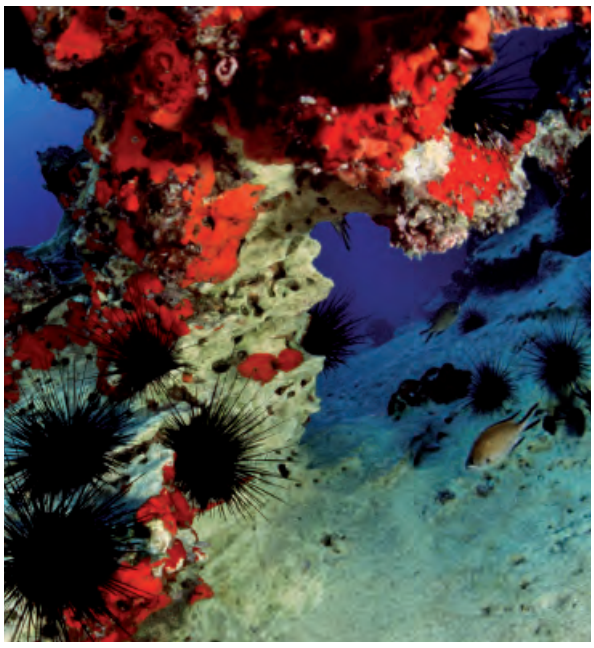
Y la tercera es, como ya se ha mencionado anteriormente, la creación de una fuente de datos e información completa y accesible sobre la naturaleza y las actividades humanas en el mar para facilitar la toma de decisiones estratégicas en materia de política marítima. Se adoptarán medidas a fin de crear una Red Europea de Observación e Información del Mar y elaborar un cartografiado multidimensional de las aguas costeras de los Estados miembros.

Para la protección de la biodiversidad marina, la medida más eficaz es la protección del hábitat en su conjunto, lo que se consigue a través de las Áreas Marinas Protegidas (AMP). Como regla general el tamaño mínimo necesario de una AMP debe ser bastante mayor que el tamaño mínimo en el medio terrestre. Ecológicamente es deseable que las AMP sean de gran magnitud, pues tienen la enorme importancia de atender a la protección de ecosistemas marinos enteros, lo cual conlleva la protección de los organismos móviles, así como el control de la contaminación y otros impactos procedentes de las actividades de la costa que no respetan los límites administrativos de las AMP. Pero, además, las áreas grandes tienen la ventaja de integrar y compatibilizar distintos usos, algo muy provechoso en las AMP donde suelen confluir muchos usos. De este modo, para el medio marino se predica la oportunidad del establecimiento de grandes áreas protegidas con un régimen de uso múltiple.

El concepto de "área protegida de uso múltiple" conlleva el concepto de "zonificación", que significa la división por zonas o distribución en zonas, de manera que se pueden reservar determinadas áreas para el desarrollo de actividades y otras zonas para la protección del medio. Este modelo tiene innumerables ventajas para el medio marino, puesto que se adapta a los caracteres ecológicos y, asimismo, permite continuar con los usos del espacio. Se trata de un sistema de gestión integrado que conlleva variados niveles de protección a través del área.

La zonificación ha sido reconocida como uno de los mejores métodos para resolver el dilema entre conservación y utilización en los parques terrestres. Originalmente la zonificación es concebida como la división del área en una zona núcleo y otra u otras zonas de amortiguación que se establecen como anillos concéntricos, de manera que cuanto más próximos están de la zona central más estricta es la regulación.

Estas consideraciones no aminoran el valor de la protección de áreas pequeñas específicas, que son, por otra parte, esenciales para la salvaguarda de hábitat vitales que se encuentran más amenazados y que, por tanto, tienen prioridad para su protección, como son los arrecifes coralígenos, las praderas de fanerógamas marinas, etc.



Por su parte, cabe subrayar la especialidad de los parques marinos frente a los terrestres, pues aunque su título de intervención es el mismo, esto es, la conservación de la naturaleza (como seguidamente veremos), puede que no les sean fácilmente aplicables los métodos desarrollados para proteger las áreas terrestres, de acuerdo con la idiosincrasia marina, a saber: peculiaridad topográfica (sus ecosistemas son abiertos, difíciles de delimitar), condicionamientos sociales (los espacios marinos son económicamente muy importantes), y cuestiones jurídicas (gran confluencia de competencias administrativas).

Entonces, y a modo de recapitulación una AMP puede ser definida como una "técnica jurídica" que otorga un régimen protector especial a un espacio marino, que puede estar vinculado al espacio terrestre y localizado en cualquier espacio oceánico sea jurisdiccional o no, para la salvaguarda de los ecosistemas marinos relevantes y/o amenazados que contenga, mediante la declaración formal del órgano competente de acuerdo con la normativa de conservación de la naturaleza; que, asimismo, posibilitará y regulará los usos que no impidan la capacidad de regeneración del medio, fundamentalmente, actividades de investigación y educativas, así como ciertas prácticas artesanales de pesca.

Las AMP son muy recientes si se comparan con las existentes en el medio terrestre, y especialmente es novedosa la conciencia sobre la necesidad de establecer figuras de protección en nuestros océanos. De hecho, el país pionero en la creación de los parques nacionales, Estados Unidos, tardó casi tres cuartos de siglo en crear un sistema nacional de santuarios marinos[1].

En la actualidad existen cerca de 4.000 AMP en más de ochenta países. Sólo un 0,5% de los mares están protegidos[2]. El desconocimiento y la falta de estudios sobre los mares es todavía la asignatura pendiente[3], como también lo es la ausencia generalizada de una normativa que las respalde[4]. En España, dicha ausencia se ha saldado con la LPNB.

No obstante, cabe señalar que en España, dado el predominio del sector extractivo y la secular sensibilidad de la Administración pesquera por "una pesca responsable"[5], junto con el retraso que han tenido las cuestiones ambientales en el mar, ha provocado que las áreas marinas bajo figuras de protección pesquera sean muchas más que las declaradas por su importancia ambiental -a través de las conocidas "reservas marinas de interés pesquero" o simplemente "reservas marinas"-, siendo la "reserva marina de Tabarca", establecida en 1986, la que inició esta práctica[6].

En efecto, se protegía el medio marino con legislación pesquera, que, tras una evolución normativa, en la actualidad son respaldadas por la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de pesca marítima del Estado (art. 14)[7].

La diferencia entre las "reservas pesqueras" y las AMP es clara[8], las primeras como medidas de repoblación natural, persiguen la protección de los recursos pesqueros, y las segundas, la protección del medio marino en su conjunto. Pero esta distinción que, en teoría, es fácil de asimilar, entendemos que no lo sea tanto en la práctica, pues la repoblación marítima que persiguen las reservas pesqueras pasa necesariamente por la mejora del ambiente marino, que contiene a las especies comerciales, es decir, las reservas pesqueras requieren "un medio marino sano", que es precisamente lo que persiguen las AMP[9].

En cualquier caso, las reservas pesqueras han resultado ser muy ambiciosas desde el punto de vista de la biología

[1] Para mayor información sobre Derecho comparado en la materia, vid. ORTIZ GARCIA, M., La conservación de la biodiversidad marina: las áreas marinas protegida, op. cit., págs. 383 y ss.
[2] Esta información procede de WWF, Conservando nuestros paraísos marinos, op. cit.
[3] De hecho la falta de conocimiento sobre el medio marino lo calificaba como de "amenaza remota" de la biodiversidad marina en Ortiz García, M., La conservación de la biodiversidad marina: las áreas marinas protegidas, op. cit., págs. 49 y ss.
[4] Como se puede constatar del análisis del Derecho Comparado, que se expone en La conservación de la biodiversidad marina: las áreas marinas protegidas, op. cit., págs. 397 y ss.
[5] Aunque evidentemente no se le llamara así, pero lo importante es que existía -desde tiempos remotos- preocupación por el estado de la pesca, como lo demuestran las aportaciones de los ilustrados José Cordiné, Fray Martín Sarmiento, Antonio Sáñez Reguart. Sobre estos "desvelos" vid. la monografía La conservación de la biodiversidad marina, op. cit., pág. 456 y ss.
[6] Para conocer estas reservas se puede visitar la página web del MARM (www.marm.es), donde aparece destacado el enlace de "Reservas marinas de España".
[7] Para conocer el contexto normativo de las reservas marinas y los cambios que se han producido, vid. Ortíz García, M., La conservación de la biodiversidad marina op. cit., pág. 519 y ss.
[8] Como se justifica muy detenidamente en Ortíz García M., La conservación de la biodiversidad marina, op. cit., págs. 199 y ss.
[9] De ahí que se pueda hablar de retroalimentación de las dos figuras o incluso de asimilación como aconteció en la Ley 11/1994, de 27 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Valenciana, cuando señala que "se considerarán reservas naturales los espacios marinos naturales calificados como reservas marinas de acuerdo con su normativa específica" (art. 10.3). Se estaba pensando en la legislación pesquera, y en las reservas marinas de Tabarca y del cabo de San Antonio. Otro ejemplo de confluencia, de asimilación entre las dos figuras es el Reglamento (CE) nº 734/2008 del Consejo, de 15 de julio de 2008, sobre la protección de los ecosistemas marinos vulnerables de alta mar frente a los efectos adversos de la utilización de artes de fondo. Y asimismo en la doctrina encontramos puntos de encuentro entre las dos estrategias: González Giménez, J., Mar Mediterráneo: Régimen jurídico internacional. De las zonas de pesca a las zonas de protección, Atelier, Barcelona, 2007, 330 págs.

de la conservación, de la investigación, de las técnicas a utilizar -como la zonificación- etc. y, por tanto, su experiencia puede ser de gran ayuda a la hora de declarar y gestionar AMP. Experiencia que, sin duda, va a ser muy bien aprovechada pues no hay que olvidar que en estos momentos se han fusionado precisamente la "Administración pesquera" con "la ambiental del mar" en la Secretaría General del Mar. En cierto modo puede entenderse como un justo reconocimiento de la labor ingente que venía realizando la Administración pesquera estatal por velar por la fragilidad del equilibrio natural del mar.

Por todo lo anterior, las reservas marinas deberán ser integradas en la red de AMP que crea la LPNB, la "Red de áreas marinas protegidas de España" (art. 32.1).

En el Título II, Capítulo segundo de la LPNB se establece el régimen especial para la protección de los espacios naturales, partiendo de la definición de la Ley 4/1989, de 27 de marzo (art. 10), y se refiere al espacio marino en los mismos términos -lo que parece loable pues recoge íntegramente el ámbito marino-, "las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental" (art. 27.1).

Y, en coherencia con el "espíritu marino" de la LPNB, el mismo precepto dedicado a la definición de espacio natural protegido señala que "los espacios naturales protegidos podrán abarcar en su perímetro ámbitos terrestres exclusivamente, simultáneamente terrestres y marinos, o exclusivamente marinos" (art. 27.2).

Se establece una tipología de espacios naturales protegidos en función del medio (terrestre y/o marino) que acoja el espacio; que además tiene gran relevancia, aunque quizás de antemano no lo pudiera parecer, pues afecta a la compleja atribución competencial.

En función de los bienes y valores a proteger, y de los objetivos de gestión a cumplir, los espacios naturales protegidos, ya sean terrestres o marinos, se clasificarán, entre otras categorías, en las AMP (art. 29). Se trata de una incorporación específica, la primera en un texto normativo español, tanto estatal como autonómico.

En efecto, la Ley 4/1989 recogía la posibilidad de establecer espacios protegidos en el mar (arts. 10.1, y 21.3), pero no una figura específica y, además el resto del articulado tampoco "animaba" demasiado a proteger el medio marino, pues claramente estaba diseñada para establecer espacios en el medio terrestre, como fue definitivamente confirmado con la derogación íntegra del apartado que se refería a la declaración de espacios protegidos en el mar o en la zona marítimo-terrestre (art. 21.3). Pero sobre esto último, la atribución competencial, ya se hablará; ahora lo que se pretende es remarcar el paso cualitativo que da la LPNB respecto a la protección del medio marino. Pues, por un lado, recoge una figura específica para dicho medio, como es el AMP (art. 29 c), y por otro lado, todo el articulado está pensando en la diversidad de medios y en concreto claramente en el marino.

Y respecto a la normativa autonómica cabe señalar que las últimas revisiones de los textos legales sobre la materia han servido, en alguna ocasión, para tener en cuenta al medio marino, como aconteció con el Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto refundido de las leyes de ordenación del territorio de Canarias y de espacios naturales protegidos de Canarias, cuando dice que se declararán como espacios naturales "aquellos espacios del territorio terrestre o marítimo de Canarias que contengan elementos o sistemas naturales de especial interés o valor (...) de acuerdo con lo regulado con el presente texto refundido" (art. 48)[10], o la Ley 5/2005, de 26 de mayo, para la conservación de los espacios de relevancia ambiental de Baleares, que dice "son espacios naturales protegidos las zonas terrestres y marinas[11] de les Illes Balears que sean declaradas como tales en la forma prevista en esta ley atendiendo a la representatividad, la singularidad, la fragilidad o el interés de sus elementos o sistemas naturales" (art. 10)[12].

Como se puede constatar, se trata "de tener en cuenta el medio marino de influencia autonómica[13]" para recoger "su práctica", esto es, declarar espacios "terrestres-marítimos"[14], o si se prefiere "costeros marítimos". En definitiva, los Textos autonómicos, en buena coherencia con sus pretensiones para con el medio marino, no son "muy marinos".

La LPNB define las AMP como los "espacios naturales designados para la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos del medio marino, incluidas las áreas intermareal y submareal, que en razón de su rareza, fragilidad, importancia o sin-

[10] Se realiza otra referencia al medio marino cuando a efectos de su consideración como protegido, se tendrá en cuenta, entre otros, "constituir una muestra representativa de los principales sistemas naturales y de los hábitat característicos, terrestres y marinos, del Archipiélago" (art. 48.2.b).
[11] La cursiva es nuestra. Por "zonas marinas de les Illes Balears" entendemos las aguas marinas más próximas a su costa, aunque sin saber, a ciencia cierta, las distancias.
[12] Asimismo también en esta norma se realiza otra alusión al medio marino; esta vez, cuando se refiere a los "planes de ordenación de los recursos naturales" que deberán ser respetuosos "en el ámbito marino, con la competencia en materia de pesca" (art. 7.3).
[13] Con la expresión "de influencia autonómica" queremos señalar que es el medio marino más cercano al territorio de la comunidad autónoma, pues es el más relevante para sus intereses autonómicos. Ciertamente no son conceptos precisos y por ello necesitarían de su concreción.
[14] Usamos esta terminología para hacer hincapié que se trata de espacios fundamentalmente terrestres, aunque acojan en su seno alguna parte marina.



gularidad, merecen una protección especial" (art. 32.1). Se trata de una definición no demasiado explícita en relación a sus caracteres[15].

No obstante, alguna nota sobre su caracterización concede la LPNB cuando señala los elementos físicos que pueden conformar una AMP, a saber, ecosistemas, comunidades o elementos biológicos o geológicos, pero mayor interés ofrece por su concreción la mención de "las áreas intermareal y submareal", es decir, las zonas situadas entre los límites de la bajamar y la pleamar.

De esta manera, si ponemos en conexión esta definición de AMP con la definición genérica de espacio natural protegido (art. 27.1), donde se recogen los distintos ámbitos marinos susceptibles de protección, a saber, "las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, incluidas la zona económica exclusiva y la plataforma continental", queda acotada, de alguna manera, el AMP. De nuevo aparece la tipología de AMP mencionada supra aunque matizada, pues podemos señalar que ambas definiciones (de los arts. 27 y 32) respaldan un AMP exclusivamente marina, es decir, que sólo comprende el elemento marino, que podíamos referirla como "AMP stricto sensu", para distinguirla de las "AMP en sentido amplio", es decir, cuando comprende también espacio terrestre. Una última precisión cabría realizar pues la zona intermareal que hemos incluido en la "AMP stricto sensu" aunque físicamente puede considerase ámbito marino, jurídicamente es territorio, y por tanto, es terrestre[16], lo que tiene relevancia a efectos competenciales.

Y otra nota caracterizadora la encontramos cuando se señala que "Independientemente de la categoría o figura que se utilice para su protección, las limitaciones en la explotación de los recursos pesqueros en aguas exteriores se realizarán conforme a lo establecido en el artículo 18 de la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado" (art. 32.3). Es decir, la actividad pesquera es muy relevante en un área marina protegida, tanto que da entrada a su normativa para proteger el medio marino (independientemente de la categoría o figura que se utilice para su protección).

Hay que reconocer que el contenido íntegro de dicha definición -aunque sea de forma desglosada- está recogido en la LPNB, pues dicho contenido es lo que marca la diferencia con normativas anteriores o autonómicas.

En cualquier caso, en el momento presente las AMP establecidas en el "medio marino español"[17] -teniendo en cuenta que son aquellos espacios protegidos declarados mediante legislación de espacios naturales, con una extensión marina relevante y considerable *per se*- constituyen un número escaso, tanto que el área marina, referida "El cachucho", que próximamente será declarada como AMP[18], es tildada de primera AMP, aunque realmente lo que sucede es que por el momento es la única exclusivamente marina.

[15] Para conocer con mayor profundidad a las AMP se pueden consultar los capítulos V y VI, dedicados respectivamente a su "concepto" y "caracterización" en Ortíz García, M., La conservación de la biodiversidad marina, op. cit., págs. 91 y ss. Asimismo, dándole otro enfoque es oportuno consultar la voz "Areas Marinas Protegidas" en Alonso García, E., Lozano Cutanda, B., Diccionario de Derecho Ambiental, Iustel, Madrid, 2006, págs. 91 y ss.
[16] Sobre esta tipología, vid. Ortíz García, M., La conservación de la biodiversidad marina, op. cit., pág. 108.
[17] Se entiende hasta la ZEE en el océano Atlántico y mar territorial-plataforma continental en el mar Mediterráneo.
[18] De momento, lo que hay es un Acuerdo del Consejo de Ministros, del 14 de marzo de 2008, mediante el cual se adoptan una serie de medidas destinadas a su protección.

Siguiendo un orden cronológico, las AMP actualmente declaradas son, grosso modo, las siguientes:

- El Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar, declarado mediante el Decreto 314/1987 (andaluz), de 23 de diciembre.
- El Parque Natural del Acantilado y Pinar de Barbate y el Paraje Natural de los Acantilados de Maro-Cerro Gordo y declarados mediante la Ley andaluza 2/1989, de 18 de julio
- El Parque Nacional del Archipiélago de Cabrera, declarado mediante la Ley 14/1991, de 29 de abril.
- El Parque Natural del Archipiélago Chinijo, declarado mediante la Ley 12/1994, de Espacios Naturales de Canarias.
- La Reserva Natural de las Salinas de Ibiza (Ses Salines), las Islas des Freus y las Salinas de Formentera, declaradas por Ley del Estado, 26/1995, de 31 de julio.
- El Parque Natural de la Península del Cabo de Creus y su Entorno Marino, declarado mediante la Ley 4/1998 (catalana), de 12 de marzo.
- El Biotopo Protegido de la Area de Gaztelugatxe, declarado mediante el Decreto 229/1998 (vasco), de 15 de septiembre.
- El Parque Nacional de las Islas Atlánticas, declarado mediante la Ley 15/2002, de 1 de julio.
- El Parque Natural del Estrecho (de Gibraltar), declarado mediante el Decreto 57/2003, de 4 de marzo.
- El Paraje Natural de Alborán, declarado mediante la Ley 3/2003, de 25 de junio.
- El Parque Natural de la Sierra de Irta y de la Reserva Natural Marina de Irta[19], declarados por el Decreto 108/2002, de 16 de julio, del Gobierno Valenciano
- El Parque Natural de la Serra Gelada y su entorno litoral, declarado por el Decreto 129/2005, de 29 de julio, del Consell de la Generalitat[20].

Todos ellos tienen en común que son AMP mixtas y autonómicas -exceptuando los parques nacionales- , lo que concuerda con su régimen competencial. Y asimismo, por lo general, el espacio terrestre es predominante frente al marino[21], con la excepción también de los parques nacionales.

Gran parte de ellos son objetivos europeos de conservación al estar designadas como Lugares de Interés Comunitario (LIC, Directiva Hábitat) y/o como Zonas Especiales para la Conservación de Aves (ZEPA, Directiva aves) para formar parte de la Red Natura 2000.

Es notorio que no son muy numerosas las AMP declaradas hasta el momento, pero ya empiezan a desarrollar sus potencialidades mediante la aprobación de instrumentos de planificación y gestión. En cualquier caso, a pesar de la actual escasez de AMP, bueno es saber que la LPNB las potencia mediante la constitución de redes coherentes y representativas de las mismas, para que cubran adecuadamente la diversidad de los ecosistemas que las componen (art. 32.1). Como es sabido, con la red se pretende fomentar la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos que resulten esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de especies de fauna y flora marinas.

La Ley crea la "Red de áreas marinas protegidas de España" que estará constituida por espacios protegidos situados en aguas marinas españolas, representativos del patrimonio natural marino nacional, con independencia de que su declaración y gestión estén amparadas por normas internacionales, comunitarias, estatales, y en su caso, autonómicas. Se pretende que la "red de AMP" sea muy representativa de la biodiversidad marina española.

Asimismo, las reservas marinas reguladas en la normativa pesquera, a saber, la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de pesca marítima del Estado (art. 14) deberán ser integradas en dicha red[22], como ya se adelantó. Dicha red será desarrollada mediante la futura Ley de protección del medio marino, estableciendo sus objetivos, los espacios que la conforman y los mecanismos para su designación y gestión.

Los objetivos de esta Red de Áreas marinas Protegidas, según el anteproyecto de ley son:

1. Asegurar la conservación y recuperación del patrimonio natural y la biodiversidad marina española.
2. Proteger y conservar las áreas que mejor representan el rango de distribución de las especies, hábitat y procesos ecológicos en los mares españoles.
3. Fomentar la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos que resulten esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el inter-

[19] Vid. el Decreto 78/2001, de 2 de abril, del Gobierno Valenciano, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (DOGV nº 3979, de 12 de abril de 2001).
[20] Vid. el Decreto 58/2005, de 11 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Serra Gelada y su zona litoral.
[21] Aunque hay honrosas excepciones como los Parques Naturales de la Sierra de Irta y de Serra Gelada.
[22] Y asimismo se podría integrar el Refugio Nacional de caza de las islas Chafarinas, declarado mediante el Real Decreto 1115/1982, de 17 de abril, pues acoge evidentemente una zona marina, y actualmente es además ZEPA. Esta "declaración extraña" constituye un antecedente en la protección de áreas marinas en España, cuando no había respaldo legal alguno en la legislación pertinente.

cambio genético entre poblaciones de especies de fauna y flora marinas.
4. Constituir la aportación del Estado español a las redes europeas y paneuropeas que en su caso se establezcan, así como a la Red Global de AMP.

Y los tipos de áreas incluidas:

a) Las Áreas Marinas Protegidas.
b) Las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que conforman la Red Natura 2000.
c) Otras categorías de espacios naturales protegidos, siempre y cuando cumplan los criterios comunes y directrices de dicha Red.
d) Las áreas protegidas por instrumentos internacionales, quedarán integradas en la Red de Áreas Marinas Protegidas de España-
e) La Reservas Marinas reguladas en el artículo 14 de la Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca Marítima del Estado.

Pero antes quedaría por examinar una figura que tiene mucho interés para el medio marino como son los "espacios naturales protegidos transfronterizos" (art. 40), dada la "idiosincrasia marina" como un continuum. De esta manera, la LPNB señala que, "a propuesta de las Administraciones competentes se podrán constituir espacios naturales protegidos de carácter transfronterizo, formados por áreas adyacentes, terrestres o marinas, protegidas por España y otro Estado vecino, mediante la suscripción de los correspondientes acuerdos internacionales, para garantizar una adecuada coordinación de la protección de dichas áreas" (art. 40).

Existe ya una "AMP transfronteriza", aunque no española[23], el conocido como "Santuario internacional de cetáceos del Mediterráneo". Abarca tanto aguas jurisdiccionales [aguas comprendidas entre Córcega (Francia), Liguria (Italia) y Provenza (Francia, Mónaco)] como internacionales, y comenzó respaldada por una declaración tripartita para finalmente ser arropada por el "sistema de Barcelona", en concreto por el Protocolo sobre zonas especialmente protegidas[24].

Otro de los aspectos jurídicamente establecidos en la LPNB es la protección de las especies marinas. Estas medidas específicas son:

- Prohibición de dar muerte, dañar, molestar o inquietar intencionadamente a los animales silvestres que estén incluidos en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial ni en el Catálogo Español de Especies Amenazadas;
- Creación del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (Arts. 53 y 54): incluye especies, subespecies y poblaciones que sean merecedoras de una atención y protección particular en función de su valor científico, ecológico, cultural, por su singularidad, rareza, o grado de amenaza, así como aquellas que figuren en los anexos de las Directivas y los convenios internacionales ratificados por España;
- Establecimiento del Catálogo Español de Especies Amenazadas (arts. 55 y 56). Incluirá los taxones o poblaciones de la biodiversidad amenazada, incluyéndolo en alguna de las categorías siguientes: a) en peligro de extinción (taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando) y b) vulnerable (taxones o poblaciones que corren el riesgo de pasar a la categoría anterior en un futuro inmediato si los factores adversos que actúan sobre ellos no son corregidos);
- Redacción de Estrategias de Conservación de Especies Amenazadas que constituyen el marco orientativo de los Planes de Recuperación y Conservación y deben incluir al menos un diagnóstico de la situación y de las principales amenazas para las especies y las acciones a emprender para su recuperación (art. 57).

Otra de las amenazas de las especies marinas son las especies exóticas invasoras, que son introducidas por actividades antrópicas diversas. Aunque en España no existen instrumentos jurídicos específicos contra esta problemática, diversas normativas establecen prohibiciones para su introducción.

Las estrategias marinas a las que hicimos alusión, al hablar del Proyecto de Ley de Protección del Medio Marino, son instrumentos esenciales para la planificación del medio marino y se elaborarán para cada demarcación con los siguientes objetivos: en primer lugar, proteger y preservar el medio marino; en segundo lugar, recuperar los ecosistemas marinos; en tercer lugar, prevenir y eliminar progresivamente la contaminación del medio, en definitiva, políticas sectoriales que pueden afectar al medio marino y que sean compatibles y se adapten a las correspondientes estrategias. Es por ello, que todos los Departamentos ministeriales, así como las Comunidades Autónomas litorales, deben participar en todas las fases de elaboración y por supuesto en la aplicación de estas estrategias. Las

[23] Ello es así si obviamos la "reserva de la biosfera intercontinental del Mediterráneo". Asimismo cabe señalar que existe un proyecto de ampliación de esta "AMP transfronteriza" a aguas españolas (adyacentes a Cataluña y Baleares).
[24] Para mayor información sobre las "AMP transfronterizas", y también del "santuario del Mediterráneo", vid. Ortiz García, M., La conservación de la biodiversidad marina, op. cit., págs. 276 y ss.

estrategias marinas se constituyen como instrumentos esenciales para la planificación del medio marino y se elaborarán específicamente para las determinaciones espaciales, denominadas "demarcaciones".

Más en concreto, las estrategias consisten en la elaboración de una serie de tareas consecutivas que debe realizar cada una de las demarcaciones. Antes de proseguir hay que decir que las "demarcaciones marinas" son subdivisiones que constituyen el ámbito espacial español y se han delimitado teniendo en cuenta regiones y subregiones marinas y las particularidades hidrológicas, oceanográficas y biogeográficas de cada zona marina, de forma que se garantice una planificación adecuada y completa en cada una de ellas. Así, en el proyecto se establecen cinco demarcaciones marítimas: noratlántica, suratlántica, del Estrecho y Alborán, levantino-balear y, finalmente, una canaria.

La primera de esas tareas es la evaluación inicial del estado marino. La segunda es la determinación de lo que se denomina "el buen estado ambiental". El tercer paso es el establecimiento de una serie de objetivos ambientales enfocados a lograr ese buen estado ambiental. El cuarto es el establecimiento de un lógico programa de seguimiento. Y en último lugar, se debe elaborar y aplicar un programa de medidas para alcanzar los objetivos del buen estado ambiental comprometidos.

Las "estrategias marinas" serán aprobadas por real decreto previo informe de Departamentos ministeriales y Comunidades Autónomas afectadas, previo informe del Consejo Asesor de Medio Ambiente y de la Conferencia sectorial correspondiente.

Asimismo, se determinan una serie de criterios de planificación aplicables a todas las estrategias y se faculta al Gobierno para dictar directrices comunes sobre determinados aspectos, de forma que se garantice la coherencia de todos los instrumentos existentes para la planificación del medio marino en España.

La normativa (tanto interna como internacional) referida a la lucha contra la contaminación (sea en el medio marino, fluvial o terrestre) se centró, desde sus inicios, en intentar determinar sus causas, efectos, agentes, medios productores e interacciones. Con estos ánimos se han establecido límites numéricos de emisión de contaminantes así como plazos para su cumplimiento progresivo. Estas fórmulas (calificadas como insatisfactorias por sectores proteccionistas y como agobiantes por sectores utilitaristas del medio natural), han dado muestras de estar necesitadas de acompañamiento de distintos planteamientos por parte de los operadores económicos. En estos planteamientos se sitúan como ideas cruciales la información al público y la incentivación del mercado privado. Así, los operadores económicos deberían acercarse a la situación en que:

- Incorporarán el cumplimiento de la normativa ambiental como un elemento más de su política general, sin descuidar que se trata de un elemento esencial, sin el cual no es posible realizar la actividad empresarial.
- Seguirán el camino del cumplimiento voluntario, huyendo del rígido legalismo tradicional, por ejemplo, incorporando sistemas de gestión ambiental.
- Comunicarán a las Administraciones públicas respectivas y a la población en general su funcionamiento ambiental respetuoso, así como la adopción de las llamadas "mejores técnicas disponibles" mediante el fomento de la innovación y de la experimentación.

Todo lo anterior estaría acercándose al concepto de "gobernanza" como modelo de trabajo y de su comunicación a los observadores para, también, obtener un beneficio por el "buen hacer", en su caso, de los operadores económicos[25].

Por otro lado, esta participación pública en la conservación y gestión del medio marino queda plasmada de manera significativa en la incipiente custodia marina. Tal y como indica Guillem Mas, del Grupo de Trabajo de Custodia Marina de la Xarxa de Custodia del Territorio, "en el Estado Español la propiedad privada en el mar no existe puesto que según la Constitución Española el mar es considerado un bien público que pertenece a todos los ciudadanos del país". No obstante los ciudadanos, como "propietarios", no pueden participar directamente en su gestión y planificación, puesto que es responsabilidad exclusiva del Estado. Para hacerlo, el Estado asigna competencias a diferentes órganos de la administración, tanto estatal como autonómica. Las entidades de conservación no están representadas en este mapa competencial, y sólo los ayuntamientos tienen algunas competencias, aunque muy limitadas y secundarias. La custodia marina intenta encontrar formas de participación de la sociedad civil en la planificación y gestión del mar y se define como una estrategia de conservación que intenta generar la responsabilidad de las administraciones competentes y los usuarios del medio marino en la conservación de sus valores naturales, culturales y paisajísticos".

Al igual que en la custodia del territorio, las entidades de custodia marina son heterogéneas desde el punto de vista de formas jurídicas, y pueden ser tanto entidades privadas (asociaciones y fundaciones) como públicas

[25] En este sentido es significativa la Ley catalana 2/2010, de 18 de febrero, de pesca y acción marítima.

(ayuntamientos, consorcios municipales, órganos gestores de espacios naturales, etc.). Además, en la custodia marina los colectivos de usuarios pueden actuar también como entidades de custodia. El papel de las entidades de custodia en el medio marino no dista mucho del que realizan en tierra: realizar proyectos de conservación, asesorar en la gestión, contactar con agentes, forjar alianzas, captar fondos, etc.

A falta de propietarios, en el mar tienen un papel relevante los diferentes colectivos de usuarios, desde los pescadores industriales y pescadores recreativos de caña hasta los bañistas y navegantes de recreo. Muchos colectivos no se encuentran estructurados como conjunto y es difícil identificar un interlocutor representativo y válido, como por ejemplo los bañistas, pero muchos de ellos, sobre todo los profesionales, si que se encuentran agrupados bajo figuras jurídicas que los representan en forma de cofradías, gremios, asociaciones ,etc., lo que permite tener un interlocutor avalado por el colectivo.

En este último caso, estos colectivos tienen un doble papel en la custodia marina, ya que por una parte pueden actuar como entidades de custodia y llevar a cabo proyectos de custodia marina por iniciativa propia y, por otro, pueden actuar como colectivo con el cual las entidades de custodia propiamente dichas pueden establecer acuerdos.

■ 5.6.3. LA SUSTITUCIÓN DE ÁREAS LITORALES SINGULARES OCUPADAS

El criterio de la reparación *in natura* es la única solución plenamente satisfactoria en el caos de las áreas litorales singulares ocupadas. Consiste en la reposición de las cosas al estado en que se encontraban antes de ser dañadas. El coste del restablecimiento de la situación precedente es por tanto igual a la reparación, incluidas las pérdidas imputables al periodo en el que los rendimientos del ecosistema destruido o perjudicado fueran inferiores a las esperadas.

En algunos casos, la restauración es relativamente sencilla, lo que sucede cuando la reacción es de carácter negativo, como la demolición o la tala; si bien otros objetivos de esta índole encuentran grandes dificultades, como la introducción de especies exóticas en un determinado medio que trasmiten enfermedades graves a las autóctonas o sofocan su crecimiento o reproducción. Los mayores obstáculos se producen al tener que afrontarse la desaparición de animales o plantas de sus correspondientes hábitat, lo que puede no tener remedio si se trata de especies en trance de extinción o de hábitat frágiles y raros o los costos son inabordables.

Por ello la restauración equivalente, es decir, la recuperación de los bienes dañados, puede a veces sortear ciertos obstáculos, mediante la creación en otro lugar, próximo o remoto, de las condiciones que hicieron posible el éxito de la vida en el ecosistema dañado, reconstruyendo por ejemplo hábitat, repoblando tierras, o soltando alevines en cauces fluviales. Determinados daños no tienen solución a corto o medio plazo en términos económicos, como son los ocasionados por grandes incendios en bosques. Aquí sólo caben las alternativas que se analizan a continuación.

Como aplicación en parte de lo anterior el Ministerio, entonces de Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Costas, puso en marcha un programa para la adquisición de terrenos en el litoral, con objeto de reforzar la protección de la costa mediante la incorporación al dominio público marítimo-terrestre de nuevos espacios que no puedan ser incluidos en el mismo por su naturaleza. Esta estrategia española recuerda claramente a las instituciones que cuentan con bastantes años de respaldo como es el *National Trust* inglés y el *Conservatoire du litoral* francés.



5.7. Gestión integrada de áreas litorales

No parece que haya duda respecto al valor ambiental de las áreas litorales españolas. Entre otras razones porque se trata de uno de los ecotonos más importantes que puedan encontrarse en la zona templada. Ello se traduce, como ha podido verse en páginas precedentes, en la aparición de diversos ecosistemas que proporcionan bienes y servicios de gran trascendencia para nuestra economía y calidad de vida. A pesar de lo anterior, los problemas que amenazan su conservación son de extrema gravedad; la mayor parte de ellos derivados de la aplicación de fórmulas inadecuadas de aprovechamiento del espacio y los recursos costero marinos. Y es aquí donde la gestión integrada de áreas litorales (GIAL) debe tener un papel relevante.

La GIAL, expresión castellanizada de la *Integrated Coastal Zone Management* anglosajona, se sustenta en dos pilares fundamentales. El primero de ellos hace referencia al ámbito geográfico de actuación y el segundo a su propia concepción. Respecto a la noción espacial parece claro que la incorporación del medio marino a los tradicionales ámbitos terrestre e intermareal supone una novedad crucial. Entre otras razones porque muchos de los problemas observados provienen de considerar, de forma separada, litosfera e hidrosfera salada; algo que en esta especie de frontera de medios geográficos está indisolublemente unido por potentes flujos de energía, que se manifiestan en forma de movimiento, materia y vida.

Por otro lado, la interpretación teórica de la gestión integrada ha sido propuesta a través de dos versiones, igual de válidas por no ser excluyentes y sí complementarias: una que la considera como disciplina técnica, basada en un conocimiento científico complejo, y otra que la propone como una nueva filosofía dentro del ámbito público de la administración. Esta última resulta especialmente valiosa en España; donde el Estado inició un proceso de descentralización hace casi cuatro décadas; que aún perdura; que todavía no está cerrado y, que, como se verá en páginas venideras, tampoco se ha resuelto de forma acertada en todos los órdenes de la función pública.

Pero la GIAL debe considerarse, sobre todo, como una posible respuesta a los crecientes problemas que aquejan a ámbitos extremadamente humanizados. Conviene recordar que esta disciplina surge para transitar caminos que interesan, y mucho, a la conservación de la biodiversidad. En efecto, las dos metas que casi siempre aparecen en proyectos de GIAL plantean, al mismo tiempo, la necesidad de proteger los ecosistemas y los procesos que los sustentan, así como la conveniencia de orientar las iniciativas de desarrollo humano. No es de extrañar, por tanto, que los instrumentos más importantes relacionados con la conservación de la biodiversidad o del medio marino, del sistema de Naciones Unidas, de la Unión Europea, etc. mencionen la GIAL como una de las formas más eficaces de protección.

Además de este reconocimiento de utilidad es preciso insistir en la urgencia de su aplicación. El caso del último ciclo de expansión económica de España es muy ilustrativo al respecto. En menos de quince años el litoral ha concentrado las consecuencias más negativas, e irreversibles, de un disparatado modelo de crecimiento. Pero lo más lamentable es que la pérdida ambiental no se ha visto reflejada en beneficios sociales de amplia base y duraderos desde el punto de vista económico. Por todo lo expuesto, la GIAL supone una vía de solución que todavía no ha sido ensayada suficientemente en nuestro país.

■ 5.7.1. CRISIS GLOBAL Y CRISIS NACIONAL DE LAS ÁREAS LITORALES

Cuando se analizan los resultados de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, llevada a cabo por Naciones Unidas entre 2001-2005, los biomas costeros son los peor parados. Durante los últimos 50-100 años, el impacto sobre la biodiversidad por cambios de hábitat, sobreexplotación, especies invasoras, contaminación y cambio climático, ha sido considerable. Y la tendencia marca un progresivo y generalizado aumento; siendo los dos primeros los que indican una situación más desalentadora.

Es bastante probable que España refleje circunstancias parecidas. Aunque todavía no se ha concluido un ejercicio parecido al citado en el párrafo anterior (se inició en 2009 desde la Fundación Biodiversidad), los indicadores de presión y estado que se citan en las fuentes de información o la bibliografía nacional, inducen a pensar en tal sentido. En la Tabla 5.7.1 se han seleccionado algunos pensando, a modo de orientación, en el potencial del mensaje que transmiten. En cualquier caso parece que playas, dunas, marismas, lagunas costeras y fondos someros, constituyen los ecosistemas o ambientes que más han sufrido los efectos de nuestro insostenible modelo de desarrollo.

□ **Tabla 5.7.1.** Algunos indicadores de presión y estado del litoral español.

DATO	FUENTE	AÑO
En algunas Comunidades Autónomas más del 75% de los terrenos colindantes al mar son urbanos o urbanizables y casi el 25% del litoral es costa artificial.	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (1)	2009
España ha perdido el 59% de sus humedales costeros.	Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) (2)	2009
En el periodo 1991-2006 en las costas españolas se han producido 129 accidentes de buques petroleros con vertido de más de 7 Tm.	Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (3)	2008
La proporción que corresponde a sistemas dunares de la península Ibérica que requieren algún tipo de actuación es de un 80% del total, y tan sólo un 20% de ellos se encuentra en buen estado.	Medina, R. (4)	2007
Entre el Cabo de Gata y el de San Antonio se estima que 15.000 tortugas son accidentalmente capturadas por la flota palangrera.	Marcos, P (WWF) (5)	2005
En España se ha llegado a estimar que el 90% de su litoral padece problemas de erosión.	Ministerio de Medio Ambiente (6)	2001
El 70% de las lagunas costeras están alteradas	González Pérez et al. (7)	1999

Fuente: Elaboración Barragán JM, Chica JA y Pérez ML.

Razones evidentes: usos sociales y actividades económicas

Tampoco cabe duda razonable de que ciertos usos sociales y actividades económicas son más responsables que otros del deterioro sufrido por el espacio y recursos del litoral. En tal sentido se establece una íntima relación entre la evolución socioeconómica de España y los cambios territoriales acaecidos durante el último medio siglo. En pocas décadas la población pasa del medio rural al urbano, de vivir en el interior a asentarse en las costas peninsulares, de un modelo económico asociado al sector primario a otro en el que predomina el terciario. Consecuencia del fantástico cambio descrito surge una demanda que explica la desbordante concentración de equipamientos e infraestructuras en el borde costero. El escenario final que se dibuja es, en términos generales, un país de ocupación periférica y costera.

En la Tabla 5.7.2 se han resumido los problemas que aquejan al litoral español. Si se analiza con detenimiento se observa que las actividades económicas que han facilitado nuestro crecimiento en el pasado, son las mismas que generan, en el presente, una crisis del espacio y los recursos costeros. Desarrollo turístico, pesca extractiva, agricultura intensiva, industria portuaria, transporte marítimo, etc. han generado una serie de efectos negativos que amenazan los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas costeros y marinos.

☐ **Tabla 5.7.2.** Principales problemas del litoral español.

PROBLEMAS	ORIGEN - CAUSA	OBJETIVO OPERATIVO
Homogeneización del paisaje	Desarrollo excesivo de ciertos usos y actividades económicas (urbanización residencial y turística, agricultura, industria), etc.	Frenar los procesos de urbanización generalizada y limitar determinadas actividades económicas intensivas en el litoral
Alteración de los procesos naturales	Aumento de infraestructuras públicas (paseos marítimos, grandes diques, puertos, etc.), construcción de embalses y regulación de los cauces fluviales, extracción de áridos, dragados, ocupación urbana, etc.	Suscitar el replanteamiento de determinadas obras públicas, las infraestructuras y los procesos de urbanización, en relación a su emplazamiento y diseño.
Contaminación de las aguas litorales	Vertidos de residuos sólidos y líquidos, urbanos, agrarios o industriales sin depurar, aumento de tráfico marítimo, etc.	Mejorar la calidad de las aguas litorales
Pérdida de calidad y cantidad de los recursos hídricos	Aumento incesante de la demanda para la agricultura intensiva, el desarrollo urbanístico y turístico, etc.	Racionalizar la utilización de las aguas continentales y disminuir el ritmo de crecimiento de la demanda.
Agotamiento de los recursos vivos marinos	Sobreexplotación de los recursos vivos marinos propios, sobredimensionamiento de la flota respecto al esfuerzo pesquero, utilización de técnicas inapropiadas, etc.	Aprovechamiento sostenible de los recursos vivos marinos
Degradación de hábitat naturales y pérdida de la biodiversidad	Intensa urbanización, desarrollo de diferentes modelos de agricultura intensiva, uso público indiscriminado, introducción de especies exóticas, residuos sólidos, infraestructuras costeras, artes de pesca inapropiados, etc.	Conservar hábitat y recuperar la biodiversidad terrestre litoral y del medio marino.
Pérdida de posibilidades futuras de desarrollo económico	Modelo de desarrollo económico no sostenible: desaparición de recursos naturales para un futuro desarrollo competitivo y duradero.	Asegurar el desarrollo económico futuro del litoral andaluz a través de la protección y conservación de los procesos y recursos naturales más importantes
Pérdida de patrimonio público: natural y cultural	Modelo de desarrollo no sostenible en lo social: degradación del patrimonio público que puede sustentar actividades productivas en el futuro y que son imprescindibles para la calidad de vida.	Administrar de forma sostenible el patrimonio público del litoral, tanto natural como cultural
Transferencia de costes entre actividades y usuarios	Modelo de desarrollo injusto y no equitativo: privatización de los beneficios generados, conflictos entre usuarios de recursos litorales, reposición de áreas y bienes degradados por parte de la Administración Pública.	Promover una distribución equitativa de costes y beneficios entre las actividades económicas desarrolladas en el litoral y los usuarios de sus recursos

Fuente: Elaboración Barragán JM, Chica JA y Pérez ML.

Pero conviene aclarar que no se trata de dar la espalda a las imprescindibles actividades humanas. Y menos teniendo en cuenta dónde y de qué vive gran parte de la población. Probablemente un modelo más sostenible consista en detectar los niveles adecuados de intensidad en los que el ecosistema pueda seguir conservando sus funciones. En cualquier caso, son esos mismos problemas, y sus diferentes orígenes o causas, los que contribuyen a definir los objetivos operativos de la GIAL (Tabla 5.7.2). Una vez se tiene el horizonte al que se aspira resulta imprescindible reconocer, con cierto detalle, los caminos que la Administración Pública de una sociedad organizada tiene por recorrer.

Razones subyacentes: modelo de gestión de áreas litorales

Resulta paradójico que muchos esfuerzos bienintencionados, aquellos que pretenden proteger nuestro capital natural y conservar el patrimonio cultural, apenas superen el estadio de un buen diagnóstico de situación y propuestas de tipo operativo. Esto resulta imprescindible pero no es suficiente. Es preciso ahondar, todo lo posible, en las razones subyacentes que explican la pérdida o degradación de capital y patrimonio costero marino. Por ello se acude al denominado "decálogo de gestión", con la pretensión de abordar las causas profundas

de un estado de cosas insostenible. Y todo lo anterior en el único contexto capaz de encuadrar de forma adecuada lo que sucede: el ámbito de las políticas públicas. Porque eso es la GIAL, un tipo específico, singular si se prefiere, de política dentro del ámbito público de actuación. A continuación se esbozan los principales rasgos de dicho decálogo para el período comprendido entre 1988 (fecha de aprobación de la vigente Ley de Costas) y 2008 (final de la última legislatura).

Política

La GIAL ha sido antes un rótulo anunciador para nuevas instituciones e iniciativas de planificación que una verdadera práctica de gestión. No ha sido asunto prioritario en las políticas de ninguna de las tres escalas públicas de administración. Ello se agrava por la ausencia de políticas costeras explícitas, bien definidas y mejor difundidas. Esto es: no abundan los documentos de fácil acceso para el ciudadano, que fijen metas, recursos, instrumentos, criterios de inversión, forma de evaluación, etc. (como sí ocurre en otros países mucho más desarrollados que España en este tema).

En términos generales se ha concedido una desmesurada prioridad al desarrollo antes que a la conservación del espacio y los recursos litorales. Incluso podría afirmarse que, en bastantes ocasiones, Estado, Comunidades Autónomas (CCAA) y Entidades Locales (EELL), han puesto éstos al servicio, entre otras, de actividades ligadas al turismo, al ocio y recreo. Tampoco se aprecia una cultura política que conceda el mismo rango e importancia a los temas costero marinos, que la otorgada a otros asuntos de interés societario. Algunas mejoras del modelo descrito se observaron entre 2004 y 2008, especialmente dentro de la Administración General del Estado (AGE). Es probable que todo lo anterior ocurra porque la misma sociedad no conoce y valora, suficientemente, nuestro litoral. La cuestión es que ninguna Administración Pública ha destacado por una política ambiciosa de protección del litoral.

Responsabilidades y normativa

Entre 1988 y 2008 el reparto de competencias entre la AGE y las CCAA ha variado de forma sustancial. Actualmente, los nuevos Estatutos de Autonomía de varias regiones españolas reconocen nuevas e importantes funciones asociadas a la gestión de los recursos hídricos, del DPMT, etc. Y nos referimos a estas solo porque, con anterioridad, nuestra Constitución ya les asignaba funciones costeras de enorme trascendencia (ordenación del litoral, espacios protegidos, pesca, acuicultura y marisqueo en aguas interiores, puertos pesqueros y deportivos, etc.). En tal sentido solo cabe reconocer una evolución acorde con lo que sucede en bastantes lugares del mundo desarrollado: las escalas intermedias de gestión cada vez concentran más responsabilidades ligadas a la gestión de las áreas litorales.

Por otro lado, tanto en la AGE como en las CCAA existe abundante legislación sectorial que afecta al espacio y los recursos litorales. Pero no se puede hablar de que haya formado un cuerpo legal coherente y adecuado a sus características o necesidades. Y por descontado que se echa en falta un texto específico para la GIAL. El punto fuerte es, sin duda, la normativa nacional sobre el Dominio Público Marítimo Terrestre. Pero, a la luz de las nuevas competencias de las CCAA, convendría disponer de más y mejores mecanismos y espacios de encuentro, como mínimo, para las tres escalas de la Administración Pública. Aunque durante mucho tiempo la situación ha sido la contraria, justamente ahora y gracias a una Directiva Europea, la regulación del medio marino ha dejado de ser un objetivo pendiente. Solo en Cataluña se detectan iniciativas de naturaleza normativa vinculadas a la gestión del litoral y del medio marino.

Instituciones para la gestión costero marina

Existe una administración específica de costas dentro de la AGE que se adscribe, por primera vez en 1996, a un Ministerio de Medio Ambiente, y no a uno vinculado a la construcción de equipamientos e infraestructuras. De todas formas su origen seguirá marcando, durante mucho tiempo, su forma ingenieril de entender la gestión ambiental de la costa y el mar. La organización se estructura desde un organismo central (hoy denominado Dirección General de la Sostenibilidad de la Costa y el Mar) que se implanta en el territorio a partir de 23 unidades periféricas (Demarcaciones o Servicios Provinciales). Conviene resaltar que, lamentablemente, es casi la única entidad de la AGE que no cuenta con órganos colegiados internos para su gestión. Otras instituciones dependientes del Estado, y de gran interés para la gestión costera, han modernizado su administración (puertos, por ejemplo); para ello han incorporado instrumentos muy útiles (fórmulas de empresa pública), se rigen a través de órganos colegiados abiertos y participativos, han hecho de la planificación estratégica una cultura corporativa, difunden de manera sistemática la información que les concierne y sus resultados de gestión, etc. La situación de las CCAA varía de una a otra: algunas poseen instituciones específicas para la gestión de sus respectivos litorales y otras no. Esta situación tan dispar resulta preocupante. Por su parte, y más allá de los departamentos o servicios de playas, las EELL no suelen disponer de instituciones específicas para la administración de su litoral.

Coordinación y cooperación

Con el reparto de responsabilidades descrito en nuestras costas, muy propio de estados federales, era de esperar una cultura creciente de coordinación y cooperación interinsti-

tucional. Los veinte años estudiados no avalan tal expectativa. Más bien la contraria: los enfrentamientos y conflictos se registran demasiado a menudo en el litoral terrestre o marino. En algunas ocasiones la causa se asocia a las competencias, pero en otras muchas el deterioro de la costa ha venido de la mano de la falta de diálogo y colaboración. La iniciativa que intentó, con suerte desigual, corregir dicha situación tiene lugar en la legislatura de 2004-2008. En efecto, la AGE puso en marcha diferentes Convenios de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y algunas CCAA. Los convenios de más enjundia (Galicia, Canarias, Asturias y Cantabria), conviven con otros menos ambiciosos o muy limitados en su alcance (Baleares, Valencia y Murcia) y otros que nunca se firmaron (Andalucía, Cataluña y País Vasco). No se conocen iniciativas de cooperación y coordinación entre CCAA colindantes, ni se ha generalizado la cooperación entre las anteriores escalas de gestión pública y los EELL (salvo en Andalucía y Cataluña).

Estrategias e instrumentos estratégicos

Es, sin duda, uno de los puntos más débiles, y preocupantes, de la gestión costera española. Ni en la AGE ni en las CCAA existen estrategias de GIAL vigentes y en desarrollo. Y no ha sido por falta de iniciativas. Se puede abrir la casuística con la Estrategia española de Gestión Integrada de Zonas Costeras redactada como respuesta a la Recomendación del Parlamento Europeo de 2002. Pero se puede seguir con las de Valencia, Asturias, Cataluña, Andalucía, etc. En todas ellas confluye un elemento común, independientemente de una formulación más o menos lúcida: no facilitaron la acción política de una forma concertada y organizada. Se convirtieron en poco más que un texto escrito. Tampoco la AGE, que ostenta una larga trayectoria en obras públicas costeras, ha sido capaz de aprobar un plan de actuaciones (ni en 1999 con el ya olvidado Plan Nacional de Actuaciones en la Costa, ni en 2005 con el abandonado Plan Director para la Gestión Sostenible de la Costa). Es posible que, en la actualidad y desde hace tiempo, aunque de manera no formal, este último sea la guía oficial para abordar las inversiones en la costa española por parte de la AGE. Claro que esta es la hipótesis más favorable. En ninguna comunidad autónoma existe un Programa o Plan Regional de GIAL aprobado, vigente y en aplicación.

Instrumentos operativos

Los reglamentarios son muy numerosos y de diversa naturaleza en todas las escalas de la administración. Los instrumentos más efectivos se asocian a diferentes sectores de la actividad pública que afectan a la gestión del litoral (deslindes, concesiones y autorizaciones del DPMT, espacios protegidos, puertos, pesca, acuicultura, urbanismo, etc.), pero no siempre se aplican de forma coordinada. Durante los últimos años (2004-2008) la AGE ha intentado corregir déficits históricos: relacionados con los deslindes de la costa española, con los criterios de aplicación para las actuaciones en el borde costero o en las playas, con la incorporación de nuevos mecanismos que funcionaban en otros países desde hacía mucho tiempo (compra de tierras), etc. El mayor fracaso de los instrumentos aplicados en la costa española se sitúa en la esfera de actuación del planeamiento urbanístico. En dicho ámbito las administraciones públicas, CCAA y EELL sobre todo, han sido incapaces de frenar la vertiginosa, e insostenible, práctica de cementar y asfaltar buena parte del litoral español. Por otra parte, los instrumentos voluntarios presentan escasa relevancia, lo cual confirma una cultura de gestión burocrática. Instrumentos de gran interés como la creación de observatorios litorales o la elaboración de estándares para una gestión normalizada se vinculan a iniciativas académicas o particulares.

Administradores

La formación de los administradores en el organismo de costas del MARM sesga, en gran medida, hacia la ingeniería de obras públicas. En las CCAA, al ser éstas de nuevo cuño, no existe tradición en gestión costera. Por esa razón, y por no tener instituciones específicas, el perfil profesional es más variado pero más alejado del conocimiento costero marino. En general, los administradores costeros carecen de formación en GIAL. Las EELL son las que acusan las mayores deficiencias formativas en el sentido que se comenta. Se conocen muy pocos programas institucionales permanentes de formación de postgrado en GIAL. No se valoran, como en otros países, las habilidades sociales (técnicas de negociación, búsqueda de consenso, resolución de conflictos, etc.) necesarias para practicar una gestión más integrada y eficiente en las áreas litorales.

Recursos

La procedencia de los recursos sigue siendo casi exclusivamente pública. Por el momento, la institución costera de la AGE es el principal vehículo para las inversiones en el DPMT. Aunque su cuantía es todavía muy reducida, en comparación a las inversiones productivas, su evolución es ascendente. Todavía persiste la voluntad de destinar buena parte de las inversiones del Ministerio de Medio Ambiente a ámbitos urbanos y con una finalidad productiva (paseos marítimos y regeneración de playas asociadas a destinos turísticos), y en bastante menor medida a la protección y recuperación de nuestro capital natural. Afortunadamente, el gasto destinado a actuaciones de tipo conservacionista en ámbitos naturales crece de forma progresiva. Los criterios geográficos y tipológicos que utiliza el organismo estatal costero para la asignación de recursos no son de público conocimiento. En las CCAA y en las EELL resulta muy difícil encontrar información sobre los recursos económicos destinados a la protección y salvaguarda del litoral.

Conocimiento e información

No hay un sistema integrado de información vinculada a la gestión del litoral español. Por una parte, dicha información se encuentra dispersa, fragmentada y es muy desigual (coexisten CCAA que cuentan con magníficos sistemas de información litoral con otras que no tienen herramientas de este tipo). Tampoco las CCAA han establecido mecanismos para compartir y reunir la información de bastantes aspectos de su competencia. Piénsese, por ejemplo, la dificultad que habría para establecer indicadores nacionales de gestión para algunas funciones públicas costeras que están en manos de las CCAA. Por otro lado, se observan, en todas las escalas de gestión pública, graves carencias en lo que se refiere a la información disponible sobre la gestión costera que se realiza (monto y criterios de inversión, proceso de tomas de decisiones, acuerdos institucionales, evaluación de políticas públicas, etc.). Ello orienta sobre la necesidad de aumentar la transparencia que existe al respecto. En cuanto al conocimiento que se tiene del sistema litoral, éste presenta graves carencias en el ámbito marino.

Educación para la sostenibilidad de la costa y participación

Las actuaciones realizadas al respecto pueden adjetivarse de escasas, intermitentes en el tiempo y corresponden a iniciativas desarrolladas en el marco de las CCAA. La AGE abandonó hace años algunas interesantes campañas de concienciación y sensibilización sobre los valores ambientales, sociales, jurídicos y económicos de la costa española. Solo el impresionante impacto de la ejecución de las obras públicas costeras es merecedor de atención de cara a su difusión pública.

No se han encontrado órganos colegiados o foros, en ninguna escala de la administración, donde se puedan debatir, de manera específica y periódica, las posibles soluciones de los problemas que aquejan a las costas de nuestro país. Tan solo aparecen unos pocos ensayos cuya iniciativa está asociada a instituciones universitarias (Andalucía) y a Organizaciones No Gubernamentales (Cataluña).

■ 5.7.2. SALIDA DE LA CRISIS: TRABAJANDO PARA UN ESCENARIO CON FUTURO

Cualquier solución duradera a los problemas de gestión planteados obligan a marcar una estrategia que, a largo plazo, se proponga las siguientes metas: a) construir un sólido sistema de alianzas que aspire a una nueva política para nuestro litoral, b) disponer de instrumentos apropiados para un modelo más integrado de gestión de áreas litorales, y c) conseguir los recursos necesarios para hacer funcionar los instrumentos e implantar dicho modelo.

Antes de precisar algunas ideas conviene insistir respecto de algo importante: No se trata de una propuesta pensada solo para que actúe el Estado o una CA determinada. Muy al contrario: si solo una escala de gestión intenta abordarla, de forma individual, estaría abocada al fracaso. En España no es posible un modelo de GIAL sin tener presentes a todas las escalas de la Administración Pública; incluyendo, por supuesto, al resto de los agentes sociales. Sin embargo, ello no quiere decir que no sean convenientes, ni recomendables, iniciativas de esta naturaleza surgidas desde cualquier ámbito de la gestión pública. Tampoco se pretende facilitar una lista exhaustiva de actuaciones que es preciso abordar al completo. Apenas deben considerarse apuntes que pretenden sugerir posibilidades de mejorar el actual modelo de gestión. A grandes rasgos los elementos estratégicos se orientarían de la forma que se propone a continuación:

Construir un sólido sistema de alianzas que aspire a una nueva política para nuestro litoral.

Los tres elementos estratégicos que intervienen son: política, coordinación-cooperación y participación. La relación entre los tres resulta evidente. La meta a establecer trataría de buscar instituciones y personas que, de forma conjunta, deseen conservar nuestro litoral a través de un modelo más racional de uso económico y disfrute social. Sobre el primer elemento cabe afirmar que su objetivo primordial sería incorporar la gestión del litoral, y sus recursos, a la agenda política de España; de igual modo que otros recursos o temas se han situado recientemente como centros de interés emergente (agua, cambio climático, etc.).

Lo anterior conduciría, a su vez, a definir una Política para la Gestión Integrada de Áreas Litorales, específica, mucho más ambiciosa que la actual en sus pretensiones de conservación, más detallada en su formulación, abordada metodológicamente como política pública (interpretada como un ciclo), formalizada y, por tanto, incluida en el esquema institucional, concretada con la ayuda y experiencia de los propios administradores, en la que se incorporen temas no siempre fáciles o cómodos (perfil de las instituciones y técnicos, por ejemplo), con la que se pueda influir sobre sectores de actividad que necesitan más control (planeamiento urbanístico) o coordinación (pesquero, portuario, etc.).

Aquí la AGE y las CCAA juegan un papel tan decisivo como el protagonismo que deseen adquirir en el cambio de paradigma; éste implicaría, claro está, pasar de interpretar el litoral como escenario soporte de usos humanos a la concepción de un ecosistema que produce bienes y servicios, además de un espacio para una mejor calidad de vida. Es posible que ello exija una especie de amplio acuerdo o pacto político para la pro-

tección de nuestros mares y costas, en el que por descontado que habría que incorporar, con facilidades, a las EELL. En cualquier caso es imprescindible una política de GIAL explícita y pública, un verdadero compromiso de las instituciones con la sociedad. No puede olvidarse que se trata de una responsabilidad, y por lo tanto función, tan irrenunciable como eminentemente pública.

Por su parte, la coordinación y la cooperación, como segundo elemento de un modelo más integrado de gestión litoral, debería derivar de un diálogo más fluido entre administraciones públicas, fijando espacios de encuentro. En una primera etapa habría que abordar, como objetivo urgente, el adecuado traspaso de competencias relacionadas con la gestión del DPMT en aquellas CCAA donde los nuevos Estatutos de Autonomía hayan incorporado estas funciones. En términos generales la AGE debe asumir, y no será tarea fácil ni grata en ocasiones, labores de coordinación entre ella misma y las CCAA, pero también debe auspiciar como algo irrenunciable la vinculación entre éstas últimas. La Comisión Costero Marina (nacional y regionales), como órganos colegiados para la coordinación, donde estuvieran representadas las tres escalas de gestión, podría facilitar la tan necesitada coordinación administrativa. De especial relevancia deben considerarse las Comisiones Costeras Provinciales, sobre todo porque es donde convergen las entidades periféricas de la AGE y de las CCAA. Pero también porque allí se llevan a cabo las actuaciones y confluyen las diferentes versiones de la Administración Local (Diputaciones Provinciales, Mancomunidades de Municipios, Ayuntamientos).

La cooperación interinstitucional tiene una línea de trabajo abierta con los Convenios de Colaboración de la pasada legislatura. Estas experiencias, tanto las exitosas como las fracasadas, ameritan una reflexión y evaluación acerca de los resultados obtenidos, sobre el contenido, sobre los agentes responsables de buscar los acuerdos, etc. Ello llevará, sin duda, a la mejora de su aplicación. Esto supone una vía abierta en la buena dirección para un Estado descentralizado como España. La aplicación de los Convenios Litorales a las EELL contribuiría a la transferencia de recursos al tiempo que se influiría en un mejor modelo urbanístico para el litoral. Estos dos aspectos, íntimamente relacionados entre sí, explican de forma conjunta, que no justifican, la pérdida de patrimonio costero en España durante las últimas décadas. Por último, la cooperación institucional debe reflejarse en la optimización de las iniciativas que, partiendo de diferentes instituciones, y aspirando al mismo fin, consigan mejores resultados juntas que separadas (ej. en Cataluña existen tres proyectos distintos sobre praderas de fanerógamas, con poca o ninguna relación entre sí, financiados por la administración regional: portuaria, pesquera y ambiental).

La interpretación del papel del tercer elemento, participación, no se hace solo a partir de una concepción democrática de la gestión pública. Por supuesto que ello es así. Pero también cabe subrayar la necesidad de que la ciudadanía constituya la base sobre la que se construye el nuevo modelo. De esta manera la participación ciudadana contribuirá, como pilar principal de la alianza estratégica que se propone, a que perdure en el tiempo una política menos sometida a los vaivenes de la coyuntura económica, social y de los propios partidos. Al mismo tiempo se profundiza en un concepto clave de las sociedades maduras: la corresponsabilidad que deben asumir los agentes sociales e institucionales en la gobernanza del litoral español. Iniciativas para la puesta en marcha de los Consejos Litorales (órganos de composición abierta, especializada pero reducida para la propuesta, consulta y asesoramiento) o los Foros Litorales (espacios más amplios para el debate ciudadano y la formación de opinión), que tan buenos resultados han dado en otros países, deben inspirar nuestras actuaciones futuras. Las posibilidades de aplicación entre las que se podría elegir, también presentan un espectro escalar muy amplio (nacional, regional, provincial, comarcal, local). De igual modo resulta imprescindible la implicación de una amplia base social: organismos no gubernamentales, asociaciones empresariales o productivas, académicos, etc. La elaboración de Directorios del Litoral, donde se procuran configurar redes sociales gracias a las nuevas tecnologías de la información, serán de gran utilidad. Por descontado que también habría que consolidar o auspiciar aquellas iniciativas de gran valor e interés que parten de ONG.



Disponer de instrumentos apropiados para un modelo más integrado de gestión de áreas litorales

Los elementos estratégicos a tener en cuenta serían: normativa, instituciones, e instrumentos para la gestión litoral. En conjunto deberían constituir un ensamblaje instrumental que promoviera y facilitara la operatividad. Respecto a la normativa, no nos cabe duda de la conveniencia de revisar la vigente Ley 22/88 de Costas; se podría conservar bastante de lo referido a la definición y protección del DPMT, pero también resulta imprescindible que una ley nacional establezca más órganos de participación pública, mejores opciones instrumentales de coordinación y cooperación interinstitucional, etc. También las CCAA deberán enfrentarse a la necesidad de contar con una verdadera ley de GIAL (Cataluña parece que ya está cuestionándose esta posibilidad), para que la definición jurídica y administrativa del litoral otorgue mayores facilidades operativas, para que la sociedad civil y los instrumentos voluntarios estén más presentes, para que aparezcan los criterios de asignación y control de recursos económicos, para que se regulen los diferentes órganos colegiados, etc.

También las instituciones públicas deberían llevar a cabo reformas sustanciales, tanto en la AGE como en las CCAA. En la primera habría que modernizar y democratizar la gestión pública; en las segundas adaptar el modelo institucional a la elevada concentración de competencias sobre el litoral que ahora existe. En ambos casos parece interesante decantarse por organismos que hagan de lugar de encuentro entre agentes sociales e institucionales, con una filosofía de facilitación y con ágil operatividad. Se les podría denominar Agencia Nacional Costero Marina o Agencia de Gestión Litoral (para el caso autonómico).

Serían instituciones más cercanas al modelo actual portuario, de tamaño reducido, con importante control gubernamental, transparentes en su gestión, con órganos colegiados abiertos y participativos, con directrices de actuación públicas, en las que exista una clara separación y dependencia respecto de la construcción de obras públicas, con más énfasis en la gestión coordinada y cooperativa que en la ingeniería, donde se pueda facilitar la coordinación y cooperación entre diferentes políticas, jurisdicciones y recursos interdependientes (agua, pesca, medio marino, etc.). Estas instituciones tendrían, entre otras, la misión de procurar el buen funcionamiento de los órganos colegiados y los instrumentos creados o implantados (Comisiones, Convenios, Consejos y Foros). Las denominadas Agencias Provinciales de Gestión del Litoral, serían unidades de composición y financiación mixta, de la AGE y de cada CA, donde trabajarían, conjuntamente, y, de forma coordinada y cooperativa, los técnicos estatales y autonómicos (se formarían equipos multidisciplinares donde estarían representadas las principales instituciones vinculadas a la costa: ambientales, pesqueras, portuarias, territoriales, etc.). Ellas serían las encargadas de impulsar y poner en marcha actuaciones en las que la sociedad civil y las EELL tuvieran especial protagonismo. Son evidentes las dificultades que conlleva un experimento administrativo de este calibre pero la situación del espacio y recursos costero marinos exige innovadoras respuestas de gestión integrada.

También las respuestas innovadoras deberían orientarse hacia niveles escalares supralocales o subregionales. Hay muchos ejemplos en el mundo donde inspirarse para una mejor organización institucional. Los Consejos Costeros de Sidney (Australia), por ejemplo, estructurados a través de varios órganos colegiados (Pleno o representación local delegada, Comité Ejecutivo, Comité Asesor, Comité Técnico y Grupos de Trabajo), muestran interesantes formas de encarar una gestión costera más integrada desde el punto de vista institucional.

Sobre los instrumentos, es posible realizar algunas sugerencias. En primer lugar sería de mucha utilidad contar con un Programa Nacional de Gestión Costero Marina, así como con Planes Regionales de GIAL (en la escala comarcal o subregional parece que la Ordenación del Territorio hace contribuciones relevantes). No se trata de planes de obras públicas sino de un marco que facilite y de coherencia a buena parte de las iniciativas de gestión descritas con anterioridad. El tan retrasado en el tiempo CAMP del Levante de Almería *(Coastal Area Management Programme)*, que en 2010 retomó sus actividades, debería aspirar a constituirse en una referencia para otros ámbitos subregionales de España.

Otra tarea urgente es la de asumir, de forma organizada, el nuevo reparto competencial. Se trata de que las CCAA que tengan nuevas competencias vinculadas al DPMT las asuman con criterios, medios y objetivos claros. Es preciso recordar que esto no siempre ha ocurrido así. Habría que disponer, por ejemplo, de criterios o planes de gestión, tanto para el DPMT como para la correspondiente ZSP. Posibilidades instrumentales añadidas pueden venir de la mano de la aplicación del Protocolo para la GIZC del Mediterráneo, o de experiencias de interés realizadas en otros países o CCAA: creación del Banco de Tierras para el litoral, Programa para la Retirada Controlada, etc.

Conseguir los recursos necesarios para hacer funcionar los instrumentos e implantar dicho modelo

Los elementos estratégicos que habría que considerar son: recursos, administradores, educación para la sostenibilidad y conocimiento-información. Tampoco aquí caben dudas razonables sobre el grado de relación e

interdependencia entre ellos. El objetivo principal de este apartado es proporcionar a la nueva política aquellos recursos (económicos, humanos, para la concienciación ciudadana y de información) que permitan alcanzar una mayor integración en la gestión del litoral español.

Sobre los de tipo financiero habría que establecer nuevos criterios en las tasas, cánones y tributos que afectan al uso del espacio y los recursos del litoral, tanto para los inscritos en el DPMT como para los que están fuera del mismo. Algunas cuestiones para el debate: ¿están suficientemente valorados los bienes y servicios que prestan los ecosistemas costero marinos? (teniendo en cuenta que la urbanización es el principal impulsor de la degradación de las costas españolas), ¿las segundas residencias en los municipios litorales deben tributar igual que en el resto del territorio? ¿y en los 500 metros de la Zona de Influencia del DPMT? El objetivo que se persigue es contar con recursos suficientes para crear un Fondo Público de Conservación y Mejora del Litoral. También debería abordarse qué hacer con aquellas actividades económicas que de forma sistemática transfieren sus costes productivos sobre otras o sobre los recursos del litoral (Programa Transferencia de Costes 0).

En cuanto a los administradores es preciso revisar la Relación de Puestos de Trabajo (RPT) de aquellas instituciones que tienen a su cargo la gestión del litoral. Habrá que enfrentarse algún día a la necesidad de los usuarios de la costa, y los ciudadanos en general, respecto al perfil profesional de sus técnicos y funcionarios. En alguna ocasión habrá que pensar, también, en el conocimiento mínimo que éstos deberían tener sobre las dinámicas y procesos físico naturales de las áreas costero marinas. De igual modo, habrá que valorar si convendría que éstos dispusieran de habilidades sociales necesarias para la gestión participativa, de técnicas para la negociación y la gestión de conflictos, para la búsqueda de consenso, etc. En cualquier caso resulta imprescindible responder a las necesidades formativas con un Programa Permanente de Formación de GIAL. ¿Tan caro y difícil resultaría redactar un Manual para la GIAL adaptado a las características físico naturales, socioeconómicas y jurídico administrativas de España?

Otro aspecto que resulta imprescindible tener en cuenta es el de facilitar la relación entre los propios administradores. En otros países se llevan a cabo Encuentros Nacionales de Gestión Costera. Sería muy beneficioso para la gestión pública del litoral español que, los técnicos y funcionarios vinculados a la gestión del espacio y recursos costero marinos, de las tres escalas administrativas, pero como mínimo de la AGE y de las CCAA, se reunieran de forma periódica (una vez al año, por ejemplo) para: intercambiar experiencias, precisar criterios de gestión, compartir información, etc.

Una de las cuestiones más cruciales de la GIAL en España hace referencia a la educación para la sostenibilidad de la costa y del mar. Esta sí que es una tarea difícil, sobre todo en lo que corresponde a dos esferas principales de destinatarios: el sector empresarial y el comportamiento individual de las personas. Sobre este último cabe conjeturar un hecho probable: si la ciudadanía hubiera tenido otra sensibilidad respecto a su relación con la costa y el mar, no habría participado ni permitido que la costa española se hubiera urbanizado de la manera que se ha hecho a lo largo de los últimos veinte años. Para trabajar en ese sentido podría desarrollarse un programa de concienciación social para conocer y vivir mejor en el litoral. Es posible que este mismo objetivo sea compartido por bastantes agentes sociales e institucionales, gubernamentales y no gubernamentales, asociaciones ciudadanas, medios de comunicación, etc. Lo cual nos lleva a la búsqueda del liderazgo de dicho programa (de largo plazo y amplio espectro de destinatarios). En este sentido la AGE, en coordinación con las CCAA, podría abordar una iniciativa de estas características. Otros países lo hacen con relativo éxito social (*National Trust* británico, por ejemplo). Al anterior es preciso añadir un programa de producción inteligente; con objeto de que la costa y el mar lleguen a ser ámbitos más y mejor productivos.

Sobre el conocimiento y la información necesaria para una gestión integrada del litoral español podría trabajarse en varios frentes. Uno de ellos serviría para el establecimiento de una línea de base y de referencia que permita saber qué hay y evaluar los resultados de lo que se haga. En consecuencia, habría que empezar por la realización de un Inventario de espacios y recursos litorales. La información conseguida podría constituir el germen para un órgano al que podría denominarse Observatorio del Litoral. A dicho ente se le confiaría, también, el seguimiento de los indicadores, tanto de proceso como de resultados obtenidos por el nuevo modelo de gestión. En este punto sería imprescindible un acuerdo general entre AGE y CCAA. No tendría sentido que en un medio tan dinámico, desde el punto de vista natural, social y económico, como el costero marino, la información estuviera en formatos diferentes, obtenidas con criterios distintos, con una cronología que no fuera coincidente, etc. De dicha institución, que podría radicar en un conglomerado de universidades o institutos superiores, e incluso fundaciones, con ciertas directrices de trabajo, se esperaría un Boletín del Litoral que informara de aspectos relevantes acaecidos dentro y fuera de nuestro país; y que tuviera al menos una sección dedicada a las experiencias e iniciativas de los administradores españoles de las tres escalas de gestión pública. El conocimiento científico también debería ser convertido en información útil para remitirlo a los que toman las decisiones en el ámbito público de actuación.

5.7.3. CONCLUSIONES

Lo acaecido en las últimas décadas en el litoral español, tanto terrestre como marino, evidencia un más que preocupante desequilibrio entre conservación y desarrollo. No sería exagerado hablar en términos de crisis nacional del espacio y recursos costeros. También sería razonable pensar que el modelo de gestión, por fracasado, no resulta ser el más adecuado a nuestras circunstancias políticas, sociales y económicas. El interés y los esfuerzos aplicados a negociar el reparto competencial que la Constitución prevé entre las tres escalas de la Administración Pública, no han tenido réplica en otros destinados a asegurar la imprescindible coordinación y cooperación que entraña la nueva distribución de responsabilidades. A esta situación se añade una muy baja conciencia de valoración y protección de los ecosistemas costero marinos por parte de la sociedad y de las empresas. Todo ello aconseja, de forma apremiante, un profundo cambio y mejora en el modelo de gestión de las áreas litorales.

Dicho cambio implica, por un lado, que los asuntos sean tratados, en lo administrativo, con la misma unidad y coherencia que el litoral impone desde el punto de vista físico-natural y socioeconómico. Lo anterior solo será posible con decisiones de cierto calado que implican, antes que nada, la incorporación de la GIAL en la agenda política española: definiéndola como política pública específica que requiere prioridad.

Ya han tenido lugar iniciativas y llamamientos internacionales, tanto por parte de la Unión Europea (Recomendación del Parlamento Europeo sobre GIZC, Directivas Marco sobre agua, medio marino, etc.), como del sistema de Naciones Unidas (Protocolo de GIZC del Mediterráneo). Ahora resta esperar la reacción de la AGE y de las CCAA, primero, pero de las EELL a continuación. Porque son ellas, las administraciones públicas en su conjunto, las que tienen que liderar un cambio que facilite a sociedad y empresas otra interpretación de cómo vivir en la costa y producir en ella. Y este paso, de gran envergadura, será posible solo en el marco de los grandes acuerdos políticos que persigan importantes transformaciones sociales.

Las experiencias de otros países constituyen una fuente de inspiración para el diseño de un nuevo modelo de gestión del litoral en España, mucho más integrado desde una perspectiva ambiental, social y económica; y por descontado que administrativa. Respecto a este último aspecto, no se entendería de otra forma que, el avance que ha supuesto la descentralización del Estado, no funcionara para algunos temas importantes de la vida pública. Y con esta intención se apuntan diferentes instrumentos y opciones, organizadas a partir de tres grandes líneas de trabajo. Cada una de ellas, con sus aportaciones, puede alimentar el imprescindible debate de cómo abordar los retos descritos para la presente centuria.



5.8. Integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales

Las medidas adoptadas para solucionar los problemas ambientales en otros ámbitos políticos diferentes al de la conservación han sido, en ocasiones, incompatibles con los objetivos en materia de biodiversidad e, incluso, han tenido efectos negativos sobre ella. Tal y como se destaca en la última Comunicación de la Comisión Europea sobre biodiversidad, de enero de 2010, que lleva por título *Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010*, "Es preciso redoblar esfuerzos para que otros sectores participen sistemáticamente en la búsqueda de respuestas al problema de la biodiversidad, respaldadas por indicadores claros para medir los avances. Las políticas sobre biodiversidad y sobre otros temas tienen que ser coherentes entre sí y reforzarse mutuamente".

Ya en la Estrategia de Biodiversidad de la CE, de 2008, se resalta la crucial importancia de la integración de los problemas relativos a la biodiversidad en las políticas sectoriales, incluida la conservación de los recursos naturales, la agricultura, la pesca, las políticas regionales y la planificación espacial, la energía y el transporte, el turismo, el desarrollo y la cooperación económica.

En el mensaje de Atenas, fruto de la Conferencia internacional sobre biodiversidad organizada por la Comisión Europea en esa ciudad, en abril de 2009, se establece que la integración efectiva de la biodiversidad en otras políticas es necesaria para reducir al mínimo los daños producidos por la ejecución de dichas políticas, maximizar la contribución positiva de los objetivos de conservación de la naturaleza y desarrollar el potencial de los beneficios derivados del mantenimiento y mejora de los ecosistemas saludables.

■ 5.8.1. INTEGRACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS POLÍTICAS SECTORIALES Y ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS DE LA UE

La preocupación internacional por la pérdida de biodiversidad quedó claramente manifiesta cuando en 1992 más de 150 países firmaron el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Río de Janeiro. La comunidad internacional se comprometía con este convenio a abordar el problema de la pérdida de biodiversidad y fue aquí donde surgió la necesidad de integrar la biodiversidad en las políticas sectoriales. En el apartado b del artículo 6 del Convenio se establece que cada Parte Contratante integrará la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales e intersectoriales. Como respuesta al Convenio, los países integrantes de la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa respaldaron la Estrategia Paneuropea sobre Diversidad Biológica y Paisajística (PEBLDS). Entre los once temas de acción de esta estrategia se encuentra el de la integración de la diversidad biológica y paisajística en los sectores económicos.

En la Cuarta Conferencia Ministerial sobre el tema "Un medio ambiente para Europa", celebrada en Aarhus en 1998, se concluyó que había que poner en práctica los esfuerzos hacia una mejor integración de los objetivos de conservación biológica y del paisaje en las políticas sectoriales, desarrollando incentivos económicos y financieros y prestando especial atención a la agricultura.

La Estrategia en materia de biodiversidad de la CE se centra específicamente en la integración de los problemas relativos a la biodiversidad en las políticas sectoriales, incluida la conservación de los recursos naturales, la agricultura, la pesca, las políticas regionales y la planificación espacial, la energía y el transporte, el turismo, el desarrollo y la cooperación económica.

En la Conferencia Intergubernamental para la Biodiversidad en Europa, celebrada en Riga en 2000, también se reconoció que la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad deben integrarse en las políticas, planes y programas de los sectores socioeconómicos.

En la Comunicación de la Comisión Europea sobre el tema *Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010*, de 19 de enero de 2010, se establece la necesidad de reforzar la integración de las consideraciones relativas a la biodiversidad en otras políticas. La evolución de la biodiversidad es un buen indicador del comportamiento correcto con el medio ambiente de las actividades humanas y de la sociedad, y como dice la comunicación, las medidas adoptadas para solucionar problemas planteados en otros ámbitos políticos han sido, en ocasiones, incompatibles con los objetivos en materia de biodiversidad e, incluso, han tenido efectos negativos sobre ellos. Es preciso redoblar esfuerzos para que otros sectores participen sistemáticamente en la búsqueda de respuestas al problema de la biodiversidad. Las políticas sobre biodiversidad y sobre otros temas tienen que ser coherentes entre sí y reforzarse mutuamente.

La Comisión considera prioritaria la integración en la política exterior y en otras políticas interconectadas con la biodiversidad. Además de intensificar los esfuerzos para reducir el impacto negativo que esas políticas tienen sobre la biodiversidad en la UE y en todo el mundo, es preciso aumentar la sensibilización sobre las consecuencias de la pérdida de biodiversidad para la sostenibilidad a largo plazo de las actividades resultantes de esas políticas, así como sobre los beneficios económicos que pueden obtener de unos ecosistemas sanos.

Por último, en el documento elaborado en el contexto de la Presidencia Española de la Unión Europea, denominado *Prioridades de Cibeles- Parar la pérdida de biodiversidad en Europa* se señala que las deficiencias en la integración de los aspectos relativos a la biodiversidad en las políticas sectoriales son una de las causas de no haber conseguido el objetivo de detener la pérdida de biodiversidad en 2010. El documento establece entre sus prioridades profundizar en dicha integración, especialmente en las políticas agrícolas, pesqueras, de energía, de transporte y de desarrollo.

La Comisión Europea también ha priorizado seis sectores para el año 2010: la agricultura, la silvicultura, las industrias extractivas, el sector financiero, el turismo y la industria de suministro de alimento.

A continuación se detalla como se está llevando a cabo la integración de la biodiversidad en los sectores anteriormente citados y en algún otro sector importante en el ámbito de la UE.

Sector agrícola

La agricultura cubre gran parte del territorio de la UE y desempeña un papel fundamental a la hora de determinar la salud de las economías rurales, así como el aspecto del paisaje rural. La agricultura supone, además, una contribución muy valiosa para la economía sostenible de las zonas rurales. Los agricultores realizan muchas funciones diferentes, que van desde la producción de alimentos y productos agrícolas no alimentarios hasta la gestión del paisaje, la conservación de la naturaleza y el turismo.

En 2001 se aprobó, a través de una comunicación de la Comisión Europea, el Plan de Acción sobre Biodiversidad en la Agricultura, en el que se establecen una serie de prioridades encaminadas a salvaguardar la biodiversidad y garantizar un uso sostenible de la misma manteniendo una actividad agrícola económicamente viable y socialmente aceptable.

La agricultura en la Unión Europea está definida por la Política Agrícola Común (PAC). En sus orígenes, la PAC tenía como objetivo central mejorar la productividad agrícola, pero a lo largo del tiempo se han ido añadiendo objetivos que buscan conseguir una agricultura respetuosa con el medio ambiente y que tenga en cuenta el desarrollo rural. En este sentido, la última reforma de la PAC, llevada a cabo mediante la elaboración del Reglamento (CE) 1782/2003, de 29 de septiembre, establece disposiciones comunes aplicables a los regímenes de ayuda directa en el marco de la política agrícola común e instaura determinados regímenes de ayuda a los agricultores. Para recibir estas ayudas, los agricultores tienen que respetar una serie de normas medioambientales, de inocuidad de los alimentos, de sanidad vegetal y de bienestar de los animales dentro de lo que se conoce como condicionalidad. La aplicación de la condicionalidad es responsabilidad de cada Estado miembro. A pesar de que la condicionalidad supone un avance en materia de respeto al medio ambiente, entre las normas ambientales que se recogen el Reglamento (CE) 1782/2003 no hay ninguna en la que se haga mención expresa a la conservación de la biodiversidad y simplemente se señala, sin entrar en detalles, la necesidad de evitar el deterioro de los hábitat.

Las políticas de desarrollo rural de la UE para el periodo 2007-2013 se regulan mediante el Reglamento (CE)

1698/2005, de 20 de septiembre, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER). Uno de los ejes (Eje 2) de este reglamento es la mejora del medio ambiente y del entorno rural, que establece ayudas "Natura 2000", ayudas relacionadas con la Directiva 2000/60/CE y ayudas agroambientales, éstas últimas concedidas a agricultores que suscriban de forma voluntaria compromisos agroambientales.

Los objetivos del Eje 2 del Reglamento (CE) 1698/2005 también se contemplan en una de las directrices estratégicas comunitarias de desarrollo rural recogidas en la Decisión 2006/144/CE, de 20 de febrero. En esta decisión se anima a los Estados miembros a fomentar servicios medioambientales y prácticas agropecuarias respetuosas con los animales, proteger los paisajes rurales y los bosques o reforzar la aportación de la agricultura ecológica, junto con otras actuaciones, con el fin de alcanzar dichos objetivos. En la decisión también se anima a los Estados miembros a preparar estrategias nacionales de desarrollo rural que sirvan como marco de referencia para la elaboración de los Programas de Desarrollo Rural.

Sector pesquero

La Política Pesquera Común es el instrumento de gestión de la pesca y la acuicultura en la UE, que ha sido reformada a finales de 2002 por el Reglamento (CE) 2371/2002, de 20 de diciembre, sobre la conservación y la explotación sostenible de los recursos pesqueros en virtud de la política pesquera común. Este reglamento tiene como objetivo garantizar una explotación de los recursos acuáticos vivos que facilite unas condiciones económicas, medioambientales y sociales sostenibles. Para ello considera necesario aplicar el principio de precaución al adoptar medidas concebidas para proteger y conservar estos recursos, procurar su explotación sostenible y reducir al mínimo los efectos de las actividades pesqueras en los ecosistemas marinos. La gestión pesquera debe tener un planteamiento basado en los ecosistemas y la política pesquera común debe tener coherencia con las demás políticas comunitarias, en particular con las de medio ambiente, social, regional, de desarrollo, sanitaria y de protección de los consumidores. Para alcanzar el objetivo de conservación y sostenibilidad el Reglamento establece una serie de medidas entre las que destacan la adopción de planes de recuperación y planes de gestión, la limitación de las capturas y del esfuerzo pesquero y el establecimiento de un número y tipo de buques pesqueros determinado.

Como sucede con la PAC, el hecho de que la Política Pesquera Común esté regulada mediante un reglamento comunitario implica que dicha política es de aplicación directa en todos los Estados miembros de la UE sin necesidad de transponerse a cada ordenamiento jurídico nacional. Este hecho otorga una importancia significativa a la PPC y a la PAC frente a otras políticas sectoriales de la UE.

En la Comunicación de la Comisión Europea relativa a la política marítima integrada para la Unión Europea, de octubre de 2007, la Comisión considera necesario perseguir la recuperación de las poblaciones de peces, trabajando por eliminar los descartes, las prácticas pesqueras destructivas y la pesca ilegal y promoviendo un sector de la acuicultura ambientalmente seguro.

La Directiva Marco sobre la Estrategia Marina, de 17 de junio de 2008, tiene como objetivo lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino a más tardar en 2020 a través de estrategias marinas que consigan protegerlo, preservarlo y evitar su deterioro y controlar los vertidos a las aguas para proteger la biodiversidad y los ecosistemas marinos. Estas estrategias tendrán un enfoque ecosistémico en la gestión de las actividades humanas relacionadas con el medio marino.

Sector forestal

Los bosques y otras superficies forestales ocupan aproximadamente 160 millones de hectáreas en la UE, lo que representa el 35% del territorio. Contribuyen a la conservación de la biodiversidad y a la protección de los suelos y recursos hídricos. Además, la silvicultura y sus actividades relacionadas dan trabajo a unos 3,4 millones de personas. De hecho, la UE es uno de los principales productores, negociantes y consumidores de productos forestales del mundo.

La Estrategia forestal de la UE, que fue adoptada en 1998, promueve la gestión sostenible de los bosques. Uno de los principales retos que debe abordar es la conciliación de los problemas medioambientales con las necesidades económicas y sociales.

El Plan de Acción de la UE para los bosques, elaborado en 2006, proporciona un marco para las actuaciones relacionadas con los bosques a nivel comunitario y de los Estados miembros y sirve como instrumento de coordinación entre las acciones comunitarias y las políticas forestales de dichos Estados. Una de las acciones que se contemplan en este plan es la de mejorar y proteger el medio ambiente con el objetivo de mantener y potenciar de forma adecuada la biodiversidad, la captación de carbono, la integridad, la salud y la resistencia de los ecosistemas forestales. Dentro de este ámbito, el plan pretende contribuir al logro de los objetivos comunitarios de biodiversidad planteados para 2010 y posteriormente. Para ello la Comisión propone una serie de acciones concretas como el intercambio de experiencias en la Red Natura 2000 en bosques, que se trabaje en indicadores de biodiversidad forestal en Europa, que se vigilen la fragmentación de los bosques y los efectos de la expansión de los mismos sobre la biodiversidad.

Desarrollo regional y territorial

Las políticas de desarrollo regional de la UE en el periodo 2007-2013 consideran como aspecto fundamental la protección del medio ambiente. De hecho, en este periodo el importe total de Fondos Estructurales y de Cohesión asignados a programas ambientales se ha duplicado con respecto al periodo anterior.

El Reglamento (CE) 1080/2006, de 5 de Julio, relativo al Fondo Europeo de Desarrollo Regional considera prioritario para lograr los objetivos de convergencia y de competitividad y empleo, el fomento de la biodiversidad y la protección de la naturaleza, incluidas las inversiones en espacios Natura 2000; así como la valorización del patrimonio natural.

Transporte

Las infraestructuras de transporte son una de las causas principales de la fragmentación de hábitat, por lo que afectan directamente a la biodiversidad. La UE puso en marcha, entre los años 1999 y 2003, la *Acción Cost 341. Fragmentación de hábitat causada por infraestructuras del transporte*, dentro del marco del Programa COST de la Comisión Europea, que está destinado a la cooperación europea en el campo de la investigación científica y técnica. En esta acción participaron varios países y su objetivo era recopilar la información existente sobre la fragmentación en Europa y desarrollar directrices técnicas aplicables a la planificación, construcción y mantenimiento de las infraestructuras de transporte.

Por otro lado, en el *Libro Verde de la Unión Europea para una política marítima futura*, adoptado por la Comisión Europea en 2006, se plantea una planificación del espacio marino para garantizar la protección de la biodiversidad frente a distintas actividades entre las que se incluye el transporte marítimo.

En el *Libro Blanco. La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad*, adoptado por la Comisión Europea en 2001, no se contempla ningún aspecto relacionado con la biodiversidad.

Por último, los objetivos de la Red Transeuropea de Transporte, que contribuye de forma significativa a cambios en los usos del suelo de grandes extensiones del territorio de la UE, están enfrentados al objetivo de establecer la Red Natura 2000 en el 20% de la superficie de la UE.

Energía

En el *Libro Verde de la Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura*, adoptado por la Comisión Europea en 2006, se plantea el objetivo de la sostenibilidad mediante el desarrollo de fuentes de energía renovables y fuentes de baja emisión de carbono y conteniendo la demanda energética en Europa, a través por ejemplo de la eficiencia energética, para conseguir así detener el cambio climático. También plantea liderar los esfuerzos mundiales para detenerlo. Mediante este objetivo se puede conseguir frenar la perdida de biodiversidad, ya que esta se ve afectada por el cambio climático, pero la Estrategia no contempla de forma directa ningún aspecto relacionado con la biodiversidad.

En la misma línea que el Libro Verde, otros documentos de especial relevancia en materia de energía en el ámbito europeo, como el *Plan de acción para la eficiencia energética*, adoptado en 2006 por la Comisión, o la Comunicación de la Comisión *Una política energética para Europa*, de 2007, no contemplan aspectos relacionados directamente con la biodiversidad aunque entre sus principales objetivos se encuentra el de detener el cambio climático mediante la reducción del consumo global de energía primaria en un 20% para 2020 y la reducción de un 20% de las emisiones de gases con efecto invernadero para 2020 con respecto a 1990, lo que afectaría de forma positiva a la consecución del objetivo de frenar la pérdida de biodiversidad.

Turismo

Según la Comunicación de la Comisión Europea sobre orientaciones básicas para la sostenibilidad del turismo europeo COM (2003) 716, el turismo puede contribuir a la protección del entorno y a un uso prudente de los recursos naturales. En la comunicación se apuesta por un turismo de alta calidad que respete la capacidad de acogida de las zonas naturales. También se apuesta por conservar o recuperar las zonas costeras y montañosas europeas y las zonas protegidas. Esta comunicación establece como reto para la sostenibilidad del turismo la necesidad de proteger el medio ambiente.

En la Comunicación de la Comisión *Una nueva política turística en la UE: hacia una mayor colaboración en el turismo europeo*, de 2006, se reconoce que la biodiversidad, la función de los ecosistemas, los recursos naturales y el patrimonio cultural no renovable pueden verse amenazados por un desarrollo descontrolado del turismo, por lo que se considera que la sostenibilidad económica, social y medioambiental es un factor clave para la competitividad de los destinos turísticos. También se considera que el turismo sostenible es esencial en la conservación de la biodiversidad.

En la *Agenda para un turismo europeo sostenible y competitivo*, adoptada por la Comisión Europea en 2007, se plantea el objetivo de proteger el medio ambiente, para lo cual es necesario abordar el reto de la conser-

vación y la gestión sostenible de los recursos naturales. En este sentido, la Agenda otorga especial importancia a las zonas de montaña y a las áreas rurales como elementos con un rico patrimonio natural.

En el nuevo marco político para el turismo, reflejado en la Comunicación de la Comisión COM(2010) 352, se llama la atención sobre la necesidad de tener en cuenta las presiones que la industria turística ejerce sobre la biodiversidad.

Cooperación internacional

Dentro de su Estrategia en materia de biodiversidad, la UE aprobó en 2001 el Plan de acción sobre biodiversidad para la cooperación al desarrollo y la cooperación económica mediante la COM (2001) 0162. Los objetivos de este Plan son:

- Integrar la biodiversidad en las estrategias de cooperación al desarrollo y cooperación económica de la UE.
- Fomentar la utilización sostenible de los recursos naturales, en particular los obtenidos de bosques, pastizales y ecosistemas marinos y costeros.
- Reforzar la capacidad de los organismos responsables de la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.
- Mayor integración de los métodos de evaluación del impacto ambiental en la cooperación al desarrollo y la cooperación económica.
- Coordinar la Estrategia de biodiversidad de la UE con las estrategias de terceros países, garantizando la coherencia entre la ayuda comunitaria a terceros países y los objetivos de las propias estrategias de biodiversidad de dichos países.
- Coordinar las políticas y enfoques de la Unión y de los programas de ayuda de los Estados miembros, así como de las actividades de otras instituciones, con vistas a la ejecución coherente del CDB.
- Aportar los fondos necesarios para la biodiversidad mediante programas de ayuda bilaterales y mecanismos internacionales, como el CDB.

Como se refleja en el documento *La biodiversidad en la cooperación al desarrollo en Europa* de la UICN, el Consenso Europeo sobre el Desarrollo 2006 (Parlamento Europeo, Consejo, Comisión, 2006) estipula que el ambiente y la gestión sostenible de los recursos naturales deben considerarse como áreas separadas de concertación así como un aspecto global a ser transversalizado en las Estrategias por País (CSP) financiadas por la CE.

Estrategia de la Unión Europea para un desarrollo sostenible

La Estrategia Revisada de la UE para un Desarrollo Sostenible (EDS-UE), adoptada por el Consejo de la Unión Europea el 9 de junio de 2006, contempla dentro de sus objetivos generales: "Mejorar la gestión y evitar la explotación excesiva de los recursos naturales, reconociendo el valor de los servicios del ecosistema".

Consciente de la importancia que presenta detener la biodiversidad y mejorar la gestión de los ecosistemas, para el desarrollo de este objetivo general, la EDS-UE contempla dentro de sus objetivos operativos:

- Mejorar la gestión y evitar la explotación excesiva de los recursos naturales renovables, como la pesca, la biodiversidad, el agua, el aire, la tierra y la atmósfera, y restaurar los ecosistemas marinos degradados antes de 2015 de acuerdo con el Plan de Johannesburgo 2002, incluyendo el logro del máximo rendimiento sostenible de la pesca para 2015.
- Detener la pérdida de la biodiversidad en la UE y contribuir de manera eficaz a reducir significativamente el índice mundial de pérdida de biodiversidad para 2010.
- Contribuir de manera eficaz a alcanzar para 2015 los cuatro objetivos globales de las Naciones Unidas para el sector forestal.

Llevar a cabo estos objetivos supone la implantación de medidas específicas en materia de conservación y mantenimiento de la biodiversidad y el medio natural como



son mejorar la aplicación de la Red Natura 2000 y aplicar la Estrategia sobre la biodiversidad de la UE, pero también la necesidad de desarrollar acciones trasversales en el ámbito de la agricultura y la pesca (nuevos programas de desarrollo rural y política pesquera común, nuevos marcos legislativos para agricultura ecológica), consumo sostenible de los recursos naturales, gestión sostenible de bosques y mejora de integrada de recursos hídricos y gestión de zonas costeras.

Estrategia Europa 2020

Esta estrategia, denominada *Europa 2020. Una estrategia para un crecimiento inteligente sostenible e integrador* y adoptada por la Comisión Europea en 2010, propone como prioridad la promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos y que sea más verde y competitiva. Este enfoque de crecimiento sostenible impedirá la degradación del medio ambiente y la pérdida de biodiversidad y fomentará un uso sostenible de los recursos, entre ellos de los recursos naturales. La prioridad de crecimiento sostenible está asociada a dos iniciativas emblemáticas que tienen como objetivo la consecución de dicho crecimiento.

Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación Ambiental Estratégica

La evaluación de impacto ambiental y la evaluación ambiental estratégica suponen instrumentos clave para la integración de la biodiversidad en las políticas de desarrollo. En la UE estas dos herramientas están reguladas por sendas directivas, por lo que son de obligado cumplimiento en los distintos Estados miembros mediante la transposición de la Directiva a la legislación de cada Estado.

La Directiva 85/337/CEE, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente, modificada por la Directiva 97/11/CE, incluye una descripción de los aspectos del medio ambiente que pueden verse afectados por el proyecto, incluidos la fauna, la flora y el paisaje.

La Directiva 2001/42/CE, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, no trata de forma directa aspectos relacionados con la biodiversidad aunque establece que deberán someterse a evaluación ambiental determinados planes de agricultura, silvicultura y pesca.

Según la Evaluación Intermedia de la Ejecución del Plan de Acción de Biodiversidad [SEC (2008) 3044],después de realizar estudios sobre la aplicación de la Directiva se ha observado que las evaluaciones ambientales estratégicas de los programas regionales no contienen, en general, recomendaciones específicas sobre biodiversidad.

■ 5.8.2. INTEGRACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS POLÍTICAS SECTORIALES Y EN LAS ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS NACIONALES DE ESPAÑA

En España, la integración de las consideraciones referidas a la biodiversidad en las políticas sectoriales es especialmente relevante dado que nuestro país es uno de los que tiene mayor biodiversidad de toda Europa. De hecho, la integración de la biodiversidad en las políticas sectoriales es uno de los objetivos principales de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, en cuyo artículo 2 se establece como principio inspirador la integración de los requerimientos de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y la biodiversidad en las políticas sectoriales. Según el apartado f del artículo 5 de la citada Ley, "Los poderes públicos deberán integrar en las políticas sectoriales los objetivos y las previsiones necesarias para la conservación y valoración del Patrimonio Natural, la protección de la Biodiversidad y la Geodiversidad, la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales y el mantenimiento y, en su caso, la restauración de la integridad de los ecosistemas". En esa dirección, el artículo 14 establece la elaboración de Planes Sectoriales que desarrollen el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad antes de 2012 con el fin de integrar los objetivos y acciones en materia de biodiversidad en las políticas sectoriales que sean competencia de la Administración General del Estado. Entre los sectores que cuentan con directrices para la elaboración de dichos planes se encuentran el turismo, la energía, la industria, la sanidad, el transporte, la agricultura, la caza, la pesca, la acuicultura y el comercio. Por otra parte, el Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (PEEPNB) tendrá efectos sobre sectores como el ambiental, economía y hacienda, política territorial, asuntos exteriores, justicia, defensa, fomento, educación, trabajo, industria, turismo, comercio, medio rural y marino, cultura, sanidad y política social y ciencia e innovación.

Sector agrícola

En agricultura, las reformas de la Política Agraria Común han introducido medidas de condicionalidad obligatoria de acuerdo con el Reglamento (CE) 1782/2003 y el Reglamento (CE) 796/2004. El Real Decreto 2352/2004, que regula en España la condicionalidad obligatoria, establece que los beneficiarios de ayudas directas y de algunas ayudas de desarrollo rural deben cumplir unos requisitos en materia de medio ambiente, sanidad pública, fitosanidad, salud y bienestar de los animales, cumpliendo con algunos preceptos de directivas europeas, para recibir el importe íntegro de dichas ayudas. Entre los requisitos se encuentran algunos relacionados con la conservación de los hábitat y de la biodiversidad.

Las políticas de desarrollo rural se llevan a cabo a través de Programas de Desarrollo Rural establecidos en las Comunidades Autónomas, ya que son éstas las que tienen la mayor parte de las competencias en el ámbito territorial, aunque para el período 2007-2013 existe un Plan Estratégico Nacional de Desarrollo Rural. En este plan se establecen los objetivos y prioridades de la política de desarrollo rural, de acuerdo con las Directrices Estratégicas Comunitarias, y los Programas de Desarrollo Rural son los encargados de aplicar las actuaciones previstas. Dentro de los objetivos específicos del Eje 2 (mejora del medio ambiente y del entorno rural) del Plan Estratégico se encuentra la conservación y mejora de la biodiversidad, que a su vez tiene una serie de objetivos operacionales, como son la conservación del medio natural, especialmente la Red Natura 2000, en el ámbito agrario y forestal, la gestión sostenible de los ecosistemas forestales, la reducción de incendios forestales y la caracterización, conservación y utilización sostenible del patrimonio genético agrícola y ganadero; todos ellos de carácter prioritario en la estrategia nacional. El Plan Estratégico ha llevado a la aprobación de un Marco Nacional de Desarrollo Rural en el que se incluyen medidas horizontales de obligada implantación en todo el territorio nacional. Concretamente, en el ámbito del Eje 2, las medidas son la mitigación de la desertificación y prevención de incendios forestales, ayudas a favor del medio forestal en la Red Natura 2000 y apoyo a la biodiversidad en el medio rural a través de ayudas agroambientales. Estas medidas han sido incorporadas a los Programas de Desarrollo Rural regionales, que destinan alrededor del 40% de su presupuesto a dichas medidas.

Además del Plan Estratégico Nacional de Desarrollo Rural, la ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural, también integra dentro de su articulado aspectos relacionados con la biodiversidad. Entre los objetivos generales de esta ley se encuentra el de conservar y recuperar el patrimonio y los recursos naturales y culturales del medio rural a través de actuaciones públicas y privadas que permitan su utilización compatible con un desarrollo sostenible. En concreto, las políticas públicas que se deriven de esta ley deberán orientarse a lograr un alto nivel de calidad ambiental en el medio rural, previniendo el deterioro del patrimonio natural, del paisaje y de la biodiversidad, o facilitando su recuperación, mediante la ordenación integrada del uso del territorio para diferentes actividades, la mejora de la planificación y de la gestión de los recursos naturales y la reducción de la contaminación en las zonas rurales.

Sector forestal

El Plan Forestal Español incluye aspectos relacionados con la biodiversidad; propone establecer unos objetivos generales y directrices básicas que garanticen el cumplimiento de los compromisos internacionales de España relacionados con la biodiversidad, buscando la colaboración de la Administración General del Estado con las Comunidades Autónomas. El objetivo fundamental en materia de biodiversidad del Plan Forestal Español es la conservación y mejora de la diversidad biológica y de todos sus componentes en los espacios forestales objeto del Plan. Otro objetivo es la configuración de un marco de referencia para los espacios forestales incluidos en Espacios Naturales Protegidos y en la Red Natura 2000, que procure la máxima interconexión espacial y ecológica y que permita una coherencia en los procedimientos de declaración y categorías de protección, en instrumentos de ordenación y los modelos de gestión y en los procedimientos de información y participación. Otros objetivos del Plan Forestal están relacionados con la consolidación de la Red de Parques Nacionales.

La ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, es otro documento clave en la política forestal española. Entre los principios inspiradores de esta ley se encuentran la conservación y restauración de la biodiversidad de los ecosistemas forestales y la integración en la política forestal española de los objetivos de la acción internacional sobre protección del medio ambiente, especialmente en materia de desertificación, cambio climático y biodiversidad.

Sector pesquero

En el sector pesquero, la Secretaría General de Pesca Marítima aprobó en 2007 el Plan Estratégico Nacional del Fondo Europeo de la Pesca (FEP) para el período de aplicación del FEP 2007-2013. Esta estrategia ha sido elaborada con un enfoque ecosistémico, con los objetivos de mejorar la sostenibilidad y reducir el impacto sobre los ecosistemas, entre otros. Las acciones prioritarias del Plan incluyen la adaptación del esfuerzo y la capacidad de pesca a la evolución de los recursos pesqueros, promoviendo métodos de pesca que respeten el medio ambiente, el desarrollo sostenible de las actividades pesqueras, la acuicultura y la transformación y comercialización de productos pesqueros, la sostenibilidad de las zonas de pesca y la protección y mejora del medio acuático relacionado con el sector pesquero.

El Programa Operativo para el sector pesquero español también incluye, dentro de uno de sus ejes prioritarios, una medida de protección y desarrollo de la fauna acuática, estableciendo zonas de protección pesquera, como las reservas marinas o instalaciones de arrecifes artificiales. También contempla la financiación de proyectos de rehabilitación de aguas interiores, zonas de desove y rutas de migración para especies migratorias.

La Ley 3/2001, de 26 de marzo, de Pesca marítima del estado, contempla entre sus fines el velar por la explo-

tación equilibrada y responsable de los recursos pesqueros, favoreciendo su desarrollo sostenible y adoptar las medidas precisas para proteger, conservar y regenerar dichos recursos y sus ecosistemas.

Desarrollo regional y territorial

El Marco Estratégico Nacional de Referencia de España 2007-2013, documento de referencia en la preparación de la programación de los Fondos Europeos destinados a desarrollar las políticas de desarrollo regional y territorial, establece que debe considerarse como aspecto fundamental de estas políticas la protección y preservación de la biodiversidad, y de los espacios comprendidos en la Red Natura 2000 y su valorización para el fomento de actividades económicas no perjudiciales para el medio ambiente. También considera indispensable elaborar planes de lucha contra incendios e inundaciones.

Sector del transporte

En el sector del transporte, España suscribió la acción COST 341, dentro del marco del Programa COST de la Comisión Europea que está destinado a la cooperación europea en el campo de la investigación científica y técnica. Esta acción abarca la fragmentación de hábitat causada por vías de transporte y promueve una red de infraestructuras de transporte sostenible con medidas para conservar la biodiversidad y reducir los accidentes de animales con vehículos. Esta acción se llevó a cabo entre los años 1999 y 2003 y tuvo como resultado una serie de publicaciones realizadas por el grupo de trabajo nacional de fragmentación de hábitat causada por infraestructuras de transporte, como el documento *Acción COST 341. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España*, en el que se realizaba una revisión completa de toda la información publicada sobre la materia.

Energía, turismo y caza

En el sector de la energía, el documento *Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016*, publicado por la Secretaría General de Energía en mayo de 2008, contempla la elaboración de un informe anual con la evolución de una serie de indicadores recogidos en la memoria ambiental de la planificación. Entre estos indicadores hay varios relacionados con la conservación de la biodiversidad. Algunos están asociados a la planificación vinculante, como la ocupación de espacios protegidos y Red Natura 2000, la longitud de cables submarinos y la ocupación de las áreas de distribución y de cría de especies en peligro de extinción o vulnerables. Otros son indicadores de impacto, como la ocupación de espacios sensibles, las vías de acceso en espacios protegidos y Red Natura 2000, la ocupación de ZEPIM y Red Natura 2000 en zonas costeras y marítimas, la ocupación de zonas de dominio público marítimo terrestre y la ocupación de cuadrículas de alta biodiversidad.

El Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, establece unas medidas para la corrección de líneas eléctricas de alta tensión con el objetivo de evitar la muerte de más de un millón de aves al año por colisiones con la red eléctrica.

El Plan de Turismo Español Horizonte 2020, establece como objetivo de su eje de sostenibilidad mejorar la sostenibilidad del modelo turístico español garantizando la calidad del entorno natural de cada lugar.

El Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, establece medidas de protección de los cetáceos para regular la actividad del turismo ballenero.

En el sector de la caza el Real Decreto 581/2001, de 1 de junio, prohíbe el tiro deportivo en determinadas zonas húmedas para proteger su biodiversidad.

Cooperación internacional

Las políticas de cooperación internacional están regidas por el Plan Director de la Cooperación Española 2009-2012, en el que se considera la sostenibilidad ambiental como una prioridad horizontal para la cooperación española en todas sus actuaciones, contribuyendo a la gestión sostenible del capital natural.

España contribuye con aportaciones financieras a muchos convenios y programas internacionales relacionados con la biodiversidad como el Convenido sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención Ramsar, el Convenio sobre la Conservación de Especies Migratorias, el Acuerdo para la Conservación de Aves Acuáticas Africanas-Euroasiáticas, el Convenio sobre Patrimonio Mundial de la UNESCO, el Fondo de Medio Ambiente del PNUMA y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.



Algunos proyectos de cooperación impulsados por distintos ministerios y relacionados con la biodiversidad son:

- Red Iberoamericana de Reservas Marinas del Programa Araucaria de Cooperación, gestionada por el MARM.
- Programas de Cooperación del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Concretamente el Programa Araucaria XXI en Iberoamérica, el Programa Azahar en la cuenca del Mediterráneo y diferentes convenios específicos en el sureste asiático y algunos países africanos.
- Proyectos de cooperación internacional para especies amenazadas en el África noroccidental llevados a cabo por la Subdirección General de Biodiversidad del MARM.
- Centro de Cooperación del Mediterráneo de la UICN.

Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS)

La Estrategia Española de Desarrollo Sostenible se enmarca dentro de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la UE y fomenta, de acuerdo con la visión estratégica de la UE, un enfoque integrador de la dimensión económica, social, ambiental y global de la sostenibilidad del desarrollo con el objetivo de garantizar la prosperidad económica, asegurar la protección del medio ambiente, evitar la degradación del capital natural, fomentar una mayor cohesión social y contribuir al desarrollo de los países menos favorecidos.

Dentro de la sostenibilidad ambiental, uno de los ejes de la EEDS es el de la conservación y gestión de los recursos naturales y ocupación del territorio, dentro del cual se engloban los aspectos relacionados con la biodiversidad. La estrategia hace una evaluación de la situación de la biodiversidad en España y de sus principales amenazas y se plantea como objetivo frenar la pérdida de biodiversidad y del patrimonio natural, a través de la conservación, restauración y gestión adecuada, compatible con una explotación ambientalmente sostenible, de los recursos naturales.

Evaluación de Impacto Ambiental y Evaluación Ambiental Estratégica

Tal y como se ha comentado con anterioridad, tanto la evaluación de impacto ambiental de proyectos como la evaluación ambiental de planes y programas son herramientas básicas para la integración de los aspectos de biodiversidad en las políticas de desarrollo.

La normativa vigente que regula la evaluación de impacto ambiental es el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos. Este Real Decreto tiene como objeto, entre otras cosas, que la evaluación identifique, describa y evalúe los efectos directos e indirectos que un proyecto pueda tener sobre el ser humano, la flora y la fauna.

La evaluación ambiental estratégica está regulada por la Ley 9/2006, de 28 de abril, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. El objeto de esta ley es conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente y contribuir a la integración de los aspectos ambientales en la preparación y adopción de planes y programas, mediante la realización de una evaluación ambiental de aquellos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente.

Ley de Responsabilidad Medioambiental

La ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad medioambiental, pretende incorporar al ordenamiento jurídico un régimen administrativo de responsabilidad ambiental basado en los principios de prevención y de que "quien contamina paga". Esta ley traslada los costes derivados de la reparación de los daños medioambientales desde la sociedad hasta los operadores económicos beneficiarios de la explotación de los recursos naturales. La ley protege los recursos naturales que tienen cabida en el concepto de daño ambiental, como pueden ser las aguas, el suelo, las riberas del mar y las rías, las especies de flora y fauna silvestres y los hábitat de todas las especies silvestres autóctonas que resulten dañados debido al desarrollo de una actividad económica. Una novedad importante de la ley es la introducción de un régimen de garantía financiera obligatoria para hacer frente a las obligaciones que se exigen a los operadores de las actividades económicas causantes del daño.

Estrategia Española de Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC)

En cumplimiento de los requerimientos del capítulo VI de la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2002 sobre la aplicación de la gestión integrada de las zonas costeras en Europa, el Ministerio de Medio Ambiente realizó en 2006 el *Informe de la gestión integrada de zonas costeras en España*, en el que se incluye la Estrategia Española de GIZC. Esta estrategia cuenta con una serie de objetivos específicos de desarrollo sostenible entre los que se encuentran la optimización del uso de los recursos naturales respetando la capacidad de carga del sistema, la protección y recuperación de los ecosistemas litorales y la seguridad frente al riesgo de accidentes ambientales y de catástrofes naturales en la costa. Para alcanzar los objetivos de la Estrategia se plantean una serie de medidas e iniciativas como la elaboración del Plan Director para la Sostenibilidad de la Costa, la creación del Observatorio de Sostenibilidad del Litoral Español, la creación del Consejo Nacional de la Costa o la compra de terrenos para su protección y restauración.

5.9. Actuaciones empresariales en materia de biodiversidad

Si en principio los esfuerzos en materia ambiental desarrollados por el sistema productivo se dirigían fundamentalmente a la implantación de medidas de gestión ambiental y de control de la contaminación resultado de sus sistemas, en la actualidad podemos afirmar, sin riesgo a equivocarnos, que existe una conciencia empresarial no solo de la importancia que los problemas globales representan en su desarrollo y perdurabilidad sino también de la responsabilidad que sus procesos representan en el conjunto de los problemas globales.

El binomio desarrollo empresarial-conservación del medio, adquiere especial fuerza y relevancia hace unos años, cuando la empresa es consciente del reto que le supone el cambio climático. Pero hoy, la ética empresarial ha dado un salto cuantitativo y cualitativo y está empezando a reconocer la importancia de la biodiversidad en sus estrategias de futuro.

El sistema productivo y en especial el desarrollo empresarial afecta en mayor o menor medida a los servicios ecosistémicos, y por tanto a las reservas de capital natural, pero también depende de ellos. Las empresas deben gestionarse más allá del riesgo de reputación y el posible impacto ambiental. El aparato productivo debe ir incluso más allá de la innovación ecológica y la eficiencia medioambiental, hacia un desarrollo en ciclo cerrado que responda a las cada vez más frecuentes demandas de los consumidores, es decir, ha de comenzar a integrar como proceso de desarrollo el concepto de mimesis con los ecosistemas para conseguir un desarrollo empresarial inteligente y perdurable. La reorientación del aparto productivo hacia el desarrollo sostenible con productos, procesos y servicios más ecológicos no es solamente una preocupación ambiental, sino esencialmente una exigencia competitiva para mejorar la productividad y la eficiencia. Una producción ambientalmente racional tiene que modificar sus tradicionales esquemas de actuación reactiva, dirigida a controlar la contaminación producida por nuevos tratamientos proactivos que eviten el daño en origen del proceso con técnicas favorables al medio ambiente.

El cambio tecnológico, entendido como medidas al final de la producción, no es la fuente esencial del cambio estructural que se requiere. La innovación tecnológica ha de ser considerada en general, tanto en los productos, como en los procesos y los modelos organizativos. Los estrategas de desarrollo deben atender a los detalles de su adquisición, adaptación, difusión y uso diversificado.

La biotecnología entendida como el uso alternativo de organismos vivo frente al uso de productos químicos convencionales, se presenta como un pieza fundamental en el desarrollo de una ecología industrial que no solo reduzca el impacto medioambiental, sino que además mejore la eficacia de los procesos industriales.

La responsabilidad empresarial

En este camino hacia la excelencia, hacia una producción integrada plenamente en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas, las empresas han de adoptar principios de responsabilidad social empresarial y rendición de cuentas con el fin de contribuir de forma sustancial a la generación de un sistema productivo eficiente, además de ayudar a las tareas de control que deben cumplir los gobiernos. Por ejemplo, la firma del Pacto Mundial de las Naciones Unidas adquiriendo sus 10 principios como código ético de desarrollo y la presentación de Informes de progreso en el cumplimiento de estos principios, le confiere a la empresa no solo una posición de liderazgo frente a sus competidores, sino que además garantiza la perdurabilidad empresarial.

Con este objetivo, los gobiernos pueden a su vez generar registros de comportamiento sostenible de las empresas -que bien pueden estar basados en la propia inspección o bien generarse por exigencia a éstas de la presentación de informes de comportamiento sostenible- o bien pueden desarrollar un etiquetado ecológico. De una forma u otra, el objetivo último es proporcionar al ciudadano información suficiente para elegir con conocimiento de causa y a su vez influir con su decisión en el desarrollo de un sistema productivo más responsable y eficiente.

Así pues, para establecer un sistema productivo en mímesis con el medio, se deberán emplear estrategias que proporcionen un marco adecuado para que las industrias funcionen de manera responsable, pero a la vez es esencial hacer hincapié en la responsabilidad social y la rendición de cuentas de las empresas a fin de generar en la población un cambio de actitud hacia un consumo sostenible. Dicho de otro modo, el desarrollo de una ecología industrial que supondrá la reorientación del sistema productivo evitando los impactos de la producción a través de implantación de medidas a lo largo de todo el ciclo de vida generando procesos de ciclo cerrado.

En materia de biodiversidad, la dependencia de la empresa es muy alta dado que, en su desarrollo, depende en gran

medida de la existencia y mantenimiento de miles de especies y por lo tanto su responsabilidad para la conservación de la biodiversidad es también elevada.

Pero más allá del mero interés, el desarrollo empresarial y en especial la producción industrial y energética, presentan una responsabilidad producto de las graves repercusiones medioambientales que, sobre los ecosistemas terrestres y marinos, suponen su funcionamiento día a día.

Inversión responsable y desarrollo empresarial

Según se extrae de los informe del TEEB los Principios para la Inversión Responsable de las Naciones Unidas (PRI) calculan que 3.000 empresas que cotizan en Bolsa de todo el mundo son las responsables de 'externalidades' medioambientales (es decir, costes a terceros, o 'costes sociales', derivados de transacciones comerciales normales).

Afortunadamente, las empresas son cada vez más conscientes de la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en sus operaciones, así como de las oportunidades comerciales que brindan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.

En esta línea destaca la iniciativa empresarial de desarrollo directo de proyectos de cooperación en terceros países. Esta iniciativa, que en la actualidad comienza a proliferar en la empresa española, se alinea con el actual Plan Director de la Cooperación Española 2009-2012 (aprobado pro el consejo de ministros del 13 de Febrero de 2009) en el que se propone buscar sinergias entre la política pública de desarrollo y las políticas de responsabilidad social del sector empresarial, entendiendo que existe un alto potencial para lograr impactos positivos en los objetivos de desarrollo.

Una encuesta realizada por la consultora McKinsey en 2010 muestra como la cultura empresarial empieza a tomar a la protección de biodiversidad y de los recursos naturales más como una oportunidad de negocio que como un riesgo, tal como se extrae de su artículo publicado en Agosto de 2010 *The next environmental issue for business: McKinsey Global Survey results: As with climate change a few years ago, executives are now beginning to recognize the importance of biodiversity for their future strategies. Many are also discovering business opportunities, not just threats.*

"Uno de los hallazgos más sorprendentes es que la mayoría de los ejecutivos, el 59%, vea la diversidad biológica más como una oportunidad que un riesgo para sus empresas. Identifican una variedad de oportunidades potenciales, tales como reforzar la reputación corporativa con las partes interesadas conscientes del medio ambiente, actuando para preservar la biodiversidad y el desarrollo de nuevos productos o ideas de los recursos naturales renovables..."

Más de la mitad de quienes respondieron a la encuesta dicen que sus compañías están tomando algunas medidas para abordar la diversidad biológica... las acciones más frecuentes que los encuestados han manifestado llevar a cabo es la identificación de nuevos productos o ideas relacionados con los recursos naturales renovables motivados por las demandas de los consumidores. Sin embargo, solo una cuarta parte ha manifestado tener una política o estrategia formal en materia de biodiversidad y solo el 22% manifiesta tener objetivos formales."

En esta línea, a continuación, se presentan una serie de experiencias desarrolladas por distintas empresas españolas en materia de conservación de la biodiversidad fruto de sus procesos de Responsabilidad Social Empresarial.

Las experiencias que se exponen a continuación han sido enviadas por las propias empresas en un proceso de consulta realizado por el Observatorio de la Sostenibilidad en España, en colaboración con la Red de Pacto Mundial de Naciones Unidas en España a todos los signatarios de los principios de Global Compact de Naciones Unidas.

BIOTECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD INDUSTRIAL

La biotecnología se presenta como una alternativa para generar una "tecnología limpia" o una "industria sostenible". La industria biotecnológica a través del uso de técnicas de biología molecular, desarrolla procesos basados en el uso de organismos vivos para reducir el impacto medioambiental y mejorar la eficacia de numerosos sectores industriales.

La industria biotecnológica tiene entre sus objetivos prevenir la contaminación, reducir costes, conservar los recursos naturales y generar productos innovadores que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos.

El informe *Biotechnology for clean products and processes. Towards industrial sustainability*, publicado por la OCDE, supuso un esfuerzo por explicar las aportaciones de la biotecnología a la industria y al medio ambiente, concluyendo que la biotecnología daba lugar a procesos más eficientes, menos costosos económicamente y ambientalmente más amigables. Y preveía que la biotecnología ocuparía cada vez un mayor espacio en el proceso industrial por los beneficios ambientales y económicos que generaba, además de por su enorme potencial.

Los sectores industriales que mayor contaminación producen son la industria química, la de papel, la textil y el cuero, la alimentación humana y animal, la industria del metal y minerales y la de energía. La industria química es la que genera mayor cantidad de materiales y genera más residuos y contaminación, por lo que la introducción de la biotecnología en este sector es fundamental. El uso de los seres vivos en el proceso industrial afecta principalmente a los procesos químicos, eliminando alguno de ellos, lo que favorece la eficiencia energética, la disminución del consumo de materiales y las emisiones de CO_2, todo ello implica a su vez una reducción en el coste de producción (Figura 5.9.1).

☐ **Figura 5.9.1** Contribución de la biotecnología a las distintas dimensiones del desarrollo sostenible.

DIMENSION AMBIENTAL	DIMENSION ECONÓMICA	DIMENSION SOCIAL
La industria biotecnológica permite la reducción de los procesos industriales, lo que implica disminuir: · la contaminación del aire y del agua, · la energía utilizada. · los materiales naturales necesarios. · los residuos generados. · la emisión de los GEI. El último punto permite hablar de la biotecnología como herramienta de mitigación del cambio climático.	La compañía Mckinsey estimó que solo en la industria química la biotecnología puede generar un valor añadido para el 2010 de entre 11 y 22 billones de euros/año. Dos son los elementos que pueden contribuir a ello: · El menor coste de los recursos naturales utilizados y del proceso. Las plantas de fermentación suponen una menor inversión en el proceso productivo. · Los retornos generados por el valor añadido de la innovación.	Los beneficios ambientales y económicos se espera que se trasladen también al ámbito social a través de: · generación de puestos de trabajo, · del desarrollo de nuevas plataformas tecnológicas, · una menor reducción de la dependencia

Fuente: Elaboración OSE a partir de *White Biothecnology: gateway to a more sustainable future.*

A continuación se exponen tres estudios de caso que muestran el impacto que la industria biotecnológica tendrá en la sociedad, en la economía y en el medio ambiente. Según el informme *White Biothecnology: gate way to a more sustainable future*, de EuropaBio, la biotecnología cuenta con un gran potencial para mejorar su producción industrial, generar empleo, innovación y responsabilidad social, disminuir la huella ecológica a través del aumento de la eficiencia energética y el uso de las fuentes renovables, además de reducir el coste de producción y generar nuevos productos que en el mercado están suponiendo retornos millonarios.

Biosíntesis de la vitamina B2

Con la introducción de la biotecnología en el proceso de generar la vitamina B2 se reducen los pasos del proceso de ocho a uno. Este paso consiste en una fermentación en donde el material natural es alimentado con un microorganismo -un hongo- que lo transforma en producto final. La vitamina se recubre con material obtenido de la fermentación. Este proceso supone una reducción de costes de hasta el 40% y del impacto ambiental del 40% (reducción del CO_2 en un 30%, del consumo en un 60% y de residuos en un 95%).

Producción del Antibiótico Cephalexin

Haciendo uso de la ingeniería metabólica se puede establecer una biotransformación que reduzca los pasos de producción sustancialmente. El nuevo proceso se basa en una fermentación intermedia. El proceso biotecnológico utiliza menos energía y productos químicos, está basado en el uso del agua y genera menos residuos.

Industria Textil

Las enzimas, que se encuentran en la naturaleza, son utilizadas en la actualidad en un número importante de industrias: química, del papel, alimentaria, textil, etc. La compañía Novozymes genera enzimas que son utilizadas en la industria textil para "limpiar" el algodón, lo que tradicionalmente se realizaba a través de un proceso químico. La aplicación del ciclo de vida demuestra que la utilización de enzimas en la industria textil puede suponer una reducción de contaminantes al agua (60%) y de demanda de energía primaría (25%).

Todos los estudios de casos seleccionados fueron sometidos posteriormente a una evaluación de Ciclo de Vida, que realizó el Instituto de Oeko, en Alemania, demostrando que los beneficios sociales, económicos y ambientales están estrechamente unidos y concluyendo que la biotecnología puede contribuir a la construcción de un futuro más sostenible para la sociedad.

A pesar del enorme potencial de la biotecnología, su implantación depende de cuestiones tecnológicas y de conseguir una mayor legitimación social. En este sentido, el apoyo a través de políticas gubernamentales será un factor clave.

A continuación, se presentan una serie de experiencias desarrolladas por distintas empresas españolas en materia de conservación de la biodiversidad fruto de sus procesos de Responsabilidad Social Empresarial. Las experiencias han sido enviadas por las propias empresas en un proceso de consulta realizado por el Observatorio de la Sostenibilidad en España, en colaboración con la Red de Pacto Mundial de Naciones Unidas en España a todos los signatarios de los principios de Global Compact de Naciones Unidas.

EMPRESA: AGBAR
Tipo de empresa: Empresa Grande No cotizada
Sector al que pertenece: Utilities, Ciclo Integral del Agua

Dentro de las acciones destacables desarrolladas por Agbar con incidencia en la conservación de la biodiversidad y el medio natural encontramos:

Chew Valley & Blagdon Lake
El Grupo Agbar a través de Bristol Water plc realiza planes de acción de biodiversidad (PAB) en las áreas de *Chew Lake, Blagdon Lake, Cheddar Reservoir, Stowey,* trabajando conjuntamente con *Natural England, Environment Agency, British Trust for Ornithology , Royal Society for the Protection of Birds* y otros grupos locales.

Este proyecto se encuadra en la política de Agbar de implantación de planes de acción de biodiversidad en los espacios ricos en biodiversidad gestionados por la empresa.

La gestión de la biodiversidad se realiza a través de *Biodiversity Action Plan* (BAP) y *Conservation Reports* en el marco de la Environmental Vision para los próximos 25 años.

El proyecto ha supuesto la reintroducción de especies como: Orquídea de alas verdes *(Orchis Morio)*, Ratones de campo *(Micromys Minutus)* y Cangrejo de río europeo *(Austropotamobius pallipes)*. Esto le ha hecho merecedor del *Premio Green Apple Environment Awards 2010* por la reintroducción de especies animales en entornos naturales.

Mapocho Urbano Limpio
El proyecto desarrollado en Mapocho ha consistido en el saneamiento de un río mediante acciones técnicas y socioeconómicas con el objetivo de alcanzar altos crecimientos de salubridad ambiental, descontaminación del río y recuperación del entorno y biodiversidad, disminución de malos olores y la recuperación de nuevos espacios para proyectos sociales y culturales.

Es destacable el hecho de que con el proyecto se ha conseguido descontaminar el río evitando 21 descargas de aguas residuales.

Por último, destacar el construcción de un parque natural para el desarrollo y la conservación de 3.300 ha de bosque nativo en la zona precordillerana de Santiago de Chile (Aguas Andinas).

Otro proyecto que merece la pena destacar es el desarrollado por CLABSA, que pone al servicio del cuidado y mantenimiento del medio natural las nuevas tecnologías.

La herramienta desarrollada COWAMA *(Coastal Water Management)*, ha sido implantada en primer lugar en la ciudad de Barcelona con el objetivo inicial de asistir a la ciudad para tomar medidas de gestión para asegurar la calidad del agua de baño y evitar la exposición de los bañistas a aguas contaminadas, informando de manera adecuada tanto *in situ* como a través de internet.

La IWA (International Water Association) ha galardonado al proyecto COWAMA con el premio de honor al proyecto de innovación del año en la categoría de operación/gestión en el Congreso Mundial del Agua de Montreal, 2010.

El sistema COWAMA contribuye, por tanto, al mantenimiento de la calidad del medio natural haciendo uso online (en tiempo real) de un sistema de predicción y alerta de la contaminación en las zonas de baño, incluyendo un sistema de información al público y offline (en diferido), como sistema de planificación y gestión integral del sistema hídrico urbano, que engloba alcantarillado, depuradora y medio receptor, con el objetivo de diseñar las actuaciones para mejorar la calidad del agua de baño en el medio/largo plazo.

EMPRESA: Centros comerciales Carrefour, S.A.
Tipo de empresa: Empresa Grande Cotizada
Sector al que pertenece: Comercio minorista

Las políticas y proyectos más destacados desarrollados por Carrefour son los siguientes:

Política de Sostenibilidad en Productos de la Pesca
Carrefour cuenta con una política de compra sostenible de productos pesqueros que incluye la trazabilidad, la no compra-venta de inmaduros, la verificación de las condiciones de trabajo, la elaboración de diversos estudios técnicos de especies amenazadas y la difusión de ventajas del consumo del pescado sostenible. Consecuentes con lo anterior, Carrefour España en colaboración con Océana anunció en 2007 dejar de comercializar atún rojo capturado en el Mediterráneo.

Asimismo, Carrefour promueve prácticas de pesquería artesanal, como es el caso de la pesca de especies como la merluza, la pescadilla y el bacalao utilizando el palangre de fondo tradicional.

Sumado a lo anterior, en 2008, Carrefour firmó un acuerdo con la Cofradía de Fuenterrabía (Guipúzcoa) para garantizar que las capturas se realizan con cebo vivo y con la pesca con caña de los ejemplares uno a uno, sistema respetuoso con la conservación de los recursos.

Para dar cumplimento a esta política se realizan auditorías a proveedores verificando los orígenes, frescura y que el pescado procede de zonas que permiten la supervivencia de especies y recuperación del medio. También en las instalaciones de acuicultura, se han realizado auditorías para verificar que la cría es sostenible, estableciendo unas densidades mínimas, contro-

lando la alimentación, tratamientos veterinarios etc., y se ha apoyado la eliminación de artes de pesca no sostenibles como el arrastre para determinadas especies.

Además Carrefour garantiza que el pescado procede de zonas que permiten la supervivencia de las especies y su recuperación: atún, bacalao, merluza de pincho.

Convenio de colaboración con el FROM
En 2007 Carrefour y el Fondo de Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca y Cultivos Marinos (FROM) firmaron un acuerdo para la difusión de las ventajas y beneficios del consumo responsable de productos pesqueros y el respeto por las tallas mínimas de captura, así como la promoción de la implantación y normalización del etiquetado de productos frescos y congelados.

Financiación de proyectos de acción medioambiental y social

Dentro de los proyectos financiados por Carrefour en materia de conservación del medio natural podemos destacar los siguientes:

- Cuidando nuestro mar
  Carrefour, junto con Global Nature, buscan a través de este proyecto combatir la avalancha de residuos que afecta al medio marino, promoviendo sensibilización de la sociedad y organizando acciones de limpieza y educación ambiental a lo largo de las costas.
- Conservación de caballitos de mar
  En 2009 Carrefour y Global Nature firmaron un convenio de colaboración con el objetivo de crear las bases de un proyecto para la conservación del caballito de mar del Mar Menor y, a su vez, desarrollar un centro experimental para estudiar la reproducción de estos animales en cautividad.
- Alas sobre el agua
  Desde 2009 Carrefour ha financiado la recuperación y regeneración de un tramo del río Manzanares en el Parque Regional del Sureste de la Comunidad de Madrid y diferentes áreas naturales del Parque Nacional de la Albufera en Valencia.
- Más osos, menos CO_2
  En colaboración con Fapas, en el Concejo de Degaña, en 2009 se ha plantado el "Bosque Carrefour", ubicado en el límite de Asturias y León. El territorio forma parte del Parque Natural de Fuentes del Narcea, siendo uno de los territorios de la Cordillera Cantábrica con mayor valor biológico. Forma parte actual del hábitat del oso pardo y el urogallo.

Apuesta por soluciones ecológicas para la alimentación, el hogar y el cuidado personal
Más allá del desarrollo de proyectos propios o financiados, Carrefour contribuye al mantenimiento de la biodiversidad mediante el desarrollo de líneas de productos respetuosos con el medio ambiente como son:

- Productos Carrefour Eco Bio, procedentes de la agricultura ecológica.
- Productos Carrefour Eco Planet, que reducen la contaminación y economizan en su producción.

Las acciones desarrolladas hasta la fecha suponen más de 600.000 euros, más los costes derivados de los trabajos de auditorías ambientales y del lanzamiento de los productos de las líneas Eco Bio y Eco Planet y pesca responsable.

EMPRESA: CAIXA GALICIA
Tipo de empresa: Empresa Grande No cotizada
Sector al que pertenece: Financiero

La protección del patrimonio natural y la biodiversidad constituye un objetivo integrado en la política ambiental de Caixa Galicia, aprobada por su Consejo de Administración en el año 2006.

El modo en que se despliega esta política es transversal e involucra a toda la organización en tareas que, directa o indirectamente, favorecen la conservación del patrimonio natural en áreas como la reforestación, el ahorro de consumos o el apoyo a iniciativas respetuosas con el medio ambiente. Algunos ejemplos destacados son:

- Diseño y desarrollo de un sistema de gestión ambiental.
- Sustitución de todo el papel din A4 (el principal consumo de una institución financiera) por otro ecológico que procede de bosques que neutralizan el impacto negativo de las emisiones de CO_2. Esta iniciativa se ha extendido en enero de 2010 a todas las bolsas de plástico utilizadas por la entidad.
- Proyecto "Cero Papel", de reingeniería de procesos, que ha incorporado mejoras en la operatoria diaria como las tabletas digitalizadoras, e-correspondencia, impresión a doble cara por defecto, etc.
- Reforestación en montes gallegos damnificados por incendios, con la plantación de 10.000 robles hasta la fecha. Esta iniciativa se ha hecho extensiva en 2010 con la plantación de 1.600 castaños.
- Fomento entre la clientela de la banca electrónica, con 54.314 clientes a diciembre de 2009, lo que evita la tala de más de 500 árboles.
- Mejoras tecnológicas y de mantenimiento en las instalaciones, bajo un programa de optimización que se ha extendido al 55% de los centros de trabajo (regulación iluminaria, detección presencia, abastecimiento agua, etc.).
- Programa sociocultural orientado a objetivos ambientales: formación, sensibilización, voluntariado, etc.

- Estrategia financiera de promoción a negocios de carácter ambiental positivo: energías renovables, capital riesgo, etc.

Más allá de estas acciones, la empresa ha desarrollado proyectos y programas de educación ambiental que contribuyen de forma directa al desarrollo de una cultura a favor de la conservación de la biodiversidad y mantenimiento del medio natural. Dentro de estos programas destacan:

- Sensibilización de la plantilla y formación específica a responsables de medio ambiente: notas internas, guías de buenas prácticas (general, energética, agua, hogar, etc.) y formación específica para personal implicado en el desarrollo de la política ambiental.
- 236.000 euros destinados por Obra Social a formación y divulgación ambiental, alcanzando a 68.700 personas.
- Cuatro publicaciones sobre Red Natura, uso de biomasa, el rural gallego y el cambio climático en Galicia.

La transversalidad en el diseño de proyectos y en las áreas implicadas en su ejecución dificulta el cálculo real del coste asociado a cada iniciativa. No obstante, algunas áreas de gestión sí son cuantificables por atender explícitamente a proyectos ambientales:

TIPO DE INICIATIVA	2009 MILES DE EUROS
Inversiones propias con impacto ambiental	20.814
Gastos, implantación y mantenimiento ISO 14001 y EMAS	38
Gasto en iniciativas de difusión y sensibilización	236

EMPRESA: ENDESA, S.A.
Tipo de empresa: empresa Grande Cotizada
Sector al que pertenece: Eléctrico

El Plan de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible 2003-2007 de ENDESA, desarrolló un programa completo de Biodiversidad, plan que ha tenido su continuidad en el actual Plan Estratégico de Sostenibilidad 2008-2012.

Las principales actuaciones en materia de conservación de la biodiversidad impulsadas por ENDESA se han centrado en tres ámbitos de preferencia:

- Proyectos de acondicionamiento y mejora de hábitat en el entorno local y áreas de influencia de las instalaciones propias.
- Proyectos y estudios de preservación de la biodiversidad, con una componente socioambiental.
- Proyectos singulares de alto valor añadido en términos de conocimiento de la biodiversidad.

Dado el gran número de proyectos desarrollados por ENDESA en materia de medio ambiente, a continuación se exponen, de forma sintética, los más característicos que han tenido continuidad en los últimos cinco años:

- Restauración del entorno de los ibones del Pirineo.
- Protección de la avifauna, diversos proyectos, incluidos proyectos LIFE.
- Fundación San Ignacio del Huinay (Chile):
  - Descubrimiento y descripción de 50 nuevas especies en el predio de Huinay
  - Investigación marina: 19 proyectos en el fiordo Comau.
  - Implantación de vivero forestal de especies nativas.
  - Investigación limnológica en 16 masas de agua en la Patagonia chilena.
  - Expedición científica al fiordo Reñihué.
- Investigación para la erradicación de especies exóticas invasoras: mejillón cebra.
- Restauración de espacios mineros, mas de 2.800 ha de las minas de As Pontes, Andorra y Puertollano.
- Restauración de la laguna y manglar de la Central de Cartagena de Indias.
- Estudio comparado de la biodiversidad y el valor indicador del estado ecológico de las comunidades de crustáceos entomostráceos en lagos ibéricos y de Mongolia.
- Conservación y caracterización de los ecosistemas aledaños a las central hidroeléctrica de Betania (Colombia).
- Central hidroeléctrica Cachoeira Dourada (Brasil):
  - Reforestación y protección de la flora y la fauna en el entorno de la central.
  - Estudio de la ictiofauna del rio Paranaiba.
  - Colaboración con la Administración para la creación de la Reserva Natural del Parque Estadual Mata Atlantica.
- Caracterización del habitat para peces en el rio Tulumayo (Perú).
- El bosque de Codensa (Colombia): Siembra de 15.300 árboles nativos del bosque alto andino en la cuenca alta del río Bogotá.

Así, en 2009, Endesa seleccionó 30 iniciativas sobre diferentes componentes de la biodiversidad y con diversos ámbitos de actuación. Se ha profundizado en las dos líneas principales del Programa de Conservación de la Biodiversidad: la armonización de instalaciones propias en el entorno local y las áreas de influencia de los negocios y los proyectos con una componente socioambiental, dedicados al fomento y la promoción de los valores sociales vinculados al medio ambiente y los recursos naturales. La Compañía, de acuerdo con su

enfoque en materia de preservación de la biodiversidad, ha centrado la mayoría de sus proyectos (19 actuaciones) en la gestión de hábitat.

La inversión económica realizada por ENDESA para el desarrollo de proyectos dedicados a la conservación de la biodiversidad es aproximadamente la que se resume en el siguiente esquema:

TIPO DE INICIATIVA	INVERSIÓN EN EUROS
Restauración del entorno de los ibones del Pirineo	3,1 millones de euros
Protección de la avifauna, diversos proyectos, incluidos proyectos LIFE	20 millones de euros
Fundación San Ignacio del Huinay (Chile). · Descubrimiento y descripción de 50 nuevas especies en el predio de Huinay. · Investigación marina: 19 proyectos en el fiordo Comau. · Implantación de vivero forestal de especies nativas. · Investigación limnológica en 16 masas de agua en la Patagonia chilena: 170.000 euros (2007 a 2009). · Expedición científica al fiordo Reñihué.	>3,5 millones de euros
Investigación para la erradicación y medidas de control, de especies exóticas invasoras: mejillón cebra.	2.150.000 euros para 2002-2009 950.000 euros para 2005-2009
Restauración de espacios mineros, más de 2.800 ha de las minas de As Pontes, Andorra y Puertollano	28 millones de euros
Restauración de la laguna y manglar de la Central de Cartagena de Indias.	60.000 euros
Estudio de la biodiversidad de crustáceos entomostráceos en el paleártico de lagos ibéricos y de Mongolia.	60.000 euros (2007 a 2009)
Conservación y caracterización de los ecosistemas aledaños a la central hidroeléctrica de Betania (Colombia).	20.000 euros
Central hidroeléctrica Cachoeira Dourada (Brasil): · Reforestación y protección de la flora y la fauna en el entorno de la central. · Estudio de la ictiofauna del río Paranaiba. · Colaboración con la Administración para la creación de la Reserva Natural del Parque Estadual Mata Atlantica.	Sin cuantificar
Caracterización del habitat para peces en el río Tulumayo (Perú).	Sin cuantificar
Bosque de Codensa (Colombia): Siembra de 15.300 árboles nativos del bosque alto andino en la cuenca alta del río Bogotá.	84.000 euros

EMPRESA: GAS NATURAL FENOSA
Tipo de empresa: Empresa Grande Cotizada
Sector al que pertenece: Energético

La sostenibilidad es un factor estratégico para el desarrollo de las actividades de Gas Natural Fenosa y por ello ha establecido como principales objetivos la conservación de la biodiversidad y la utilización racional de los recursos naturales, y ha definido una estrategia en sostenibilidad y biodiversidad fundamentada en el conocimiento de los ecosistemas del entorno y su interrelación con sus instalaciones, en la sostenibilidad de las mismas y la restauración o compensación en caso de producirse daño ambiental. De esta forma, la protección de la diversidad biológica forma parte del compromiso de Gas Natural Fenosa con el medio ambiente, recogida en su Política de Responsabilidad Corporativa. Para abordar con éxito estos compromisos, en primer lugar, Gas Natural Fenosa realiza inventarios exhaustivos de los diferentes componentes de la biodiversidad y de los sistemas ecológicos de los entornos en los que opera, teniendo en cuenta: los ecosistemas y hábitat que contengan una gran diversidad, un gran número de especies endémicas o en peligro de extinción o especies amenazadas o que tengan valor económico, social, científico o cultural.

Algunos de los planes y proyectos más significativos, desarrollados a lo largo de los últimos años son:

Impacto ambiental de Gas Natural Fenosa.
- Huella ecológica.
- Estudios de ecosistemas terrestres.
- Estudios de ecosistemas acuáticos.

Actuaciones en biodiversidad.
- Mina de Limeisa (A Coruña).
- Actuaciones de repoblación de peces en centrales hidráulicas.
- Actuaciones relevantes, derivadas de estudios de impacto ambiental.
- Monitoreo de trasplante de hierbas y corales. Muelle de Ecoeléctrica (Puerto Rico).
- Programa de suelta de tortuga carey en Tuxpan (México).
- Instalación de protectores de vida silvestre en Panamá.
- Recuperación de la reserva natural de la laguna de Sils (Girona).
- Protección y gestión de los espacios naturales del delta del Llobregat (Barcelona).
- Un árbol para Moldova.
- Limpieza del lago Petén Itzá (Guatemala).
- Mantenimiento del bosque en el altiplano andino y de la plantación la Chucua (Colombia).
- Ejecución de un muladar para el buitre leonado en Caldereros (Guadalajara).

- Colaboración con la Sociedad Española de Ornitología.
- Fundación Oso Pardo.
- Convenio con la Estación Biológica de Doñana del CSIC.
- Acuerdos y proyectos/consorcios de protección del medio ambiente, conservación de la naturaleza, protección de fauna y otros.

Estudiar y controlar las interacciones de los aspectos ambientales de las instalaciones con los sistemas ecológicos, con el fin de asegurar la conservación de la biodiversidad. Para los nuevos proyectos, se llevan a cabo estudios de impacto ambiental, para evitar o reducir al mínimo los efectos adversos. Durante su construcción y explotación se realizan programas de vigilancia ambiental y para las instalaciones de mayor relevancia se realizan estudios de calidad del aire y estudios ecológicos, tanto de los ecosistemas terrestres como de los ecosistemas acuáticos.

Finalmente, la estrategia en biodiversidad incluye las medidas de conservación *in situ* de los ecosistemas y hábitat naturales, así como el mantenimiento y la recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales.

Las líneas de actuación en este sentido se basan en:

- La restauración de las zonas degradadas, que suelen ser actuaciones de recuperación de suelos contaminados y rehabilitación de minas y escombreras.
- El desmantelamiento de centrales e instalaciones al final de su vida útil y disposición de los terrenos para otros fines.
- Medidas compensatorias de impactos ambientales, como escalas de peces, capturaderos, centros ictiológicos, plantaciones de árboles, etc.
- Proyectos de conservación de especies en peligro de extinción y de espacios naturales.

El desembolso económico en actuaciones para la conservación y mantenimiento de la biodiversidad a lo largo de los últimos 5 años, se estima en 14.344.000 euros.

EMPRESA: IBERDROLA S.A
Tipo de empresa: Empresa Grande Cotizada
Sector al que pertenece: Utility

El Consejo de Administración de IBERDROLA aprobó la Política de Biodiversidad para el Grupo en diciembre de 2007. En ella se establece el compromiso de tener en cuenta los efectos sobre la biodiversidad en la planificación, implantación y operación de sus infraestructuras energéticas, así como sensibilizar a la sociedad sobre la magnitud de este reto y sobre posibles acciones que contribuyan a su conservación.

En los últimos años se han llevado a cabo distintas actuaciones en los diferentes negocios y regiones donde está presente la compañía, relacionadas con la Líneas principales de acción adoptadas en el Plan de Gestión de la Biodiversidad y que dan respuesta a la política aprobada.

- Acciones desarrolladas en España

  Durante 2009 se continuó con algunas acciones y se iniciaron otras derivadas de las sugerencias y expectativas surgidas del Foro ambiental sobre biodiversidad celebrado en 2008. Algunas de las acciones destacadas son:

  - Elaboración de guías de planes de acción de la biodiversidad para las instalaciones en España así como varios planes piloto, que se iniciaron en el 2010.
  - Realización de un estudio de afecciones en los descensos de cota de los embalses de San Esteban y San Pedro (Río Sil), como consecuencia de la construcción de los nuevos proyectos de ampliación y para minimizar su impacto en la fauna piscícola.
  - Aumento de la capacidad de barreras, de los controles instrumentales y de elementos de contención y absorción que minimizan el alcance del impacto medioambiental ante el riesgo de accidentes de vertido de aceites al cauce público.
  - Planes de seguimiento limnológico en los embalses de la cuenca del Tajo y Duero. La operación de las centrales implicadas se ha realizado teniendo en cuenta los resultados obtenidos en dichos seguimientos.
  - Aportación de los caudales ecológicos necesarios para la conservación de los tramos fluviales aguas abajo de las presas.
  - Proyecto I+D para la oxigenación de las aguas turbinadas en el periodo estival, en la Central Hidroeléctrica de Valdecañas.
  - Implantación de vallados, pasos y dispositivos de salida para la fauna en diferentes canales de derivación de las centrales hidroeléctricas.
  - Elaboración de un plan de compactaciones, subestaciones y soterramientos de líneas aéreas en la Comunidad de Madrid.
  - Finalización de la evaluación del nivel de riesgo de incendio de todos los apoyos de distribución de media tensión en todas las Comunidades Autónomas.
  - Realización de trabajos de compactación en 99 subestaciones.
  - Realización de soterramiento de más de 139 km de líneas aéreas.
  - Convenios con los Gobiernos autonómicos de Navarra, La Rioja y Murcia para disminuir afecciones a la avifauna mediante la supresión y

modificación de tramos de líneas eléctricas áreas en las Comunidades de Navarra y La Rioja y en la ZEPA de la Región de Murcia, con el objetivo de proteger la avifauna.
- Finalización de proyectos de modificación de líneas eléctricas en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (País Vasco).
- Señalización en obra de áreas y especies ambientalmente sensibles.

· Acciones desarrolladas en Reino Unido

En 2009, SCOTTISHPOWER ha creado la página web http://www.spenergywholesale.com, en la que se incluyen fichas descargables con información sobre la biodiversidad y su gestión en cada central de generación. Cuentan con Planes de Acción de Biodiversidad (BAP) por instalación. Entre las actuaciones y objetivos se encuentran los siguientes:
- Proporcionar refugios naturales y artificiales para diversos tipos de aves y quirópteros y favorecer la disponibilidad de alimentos para ellos (incrementar la diversidad de flora, etc.).
- Favorecer la conservación de hábitat para el desarrollo de especies singulares de flora y fauna.
- Mejorar la gestión de especies arbóreas y de masa forestal.
- Desarrollar hábitat acuáticos.
- Controlar plagas y enfermedades de animales.
- Limitar e implantar buenas prácticas en el uso de herbicidas.
- Planificar trabajos minimizando el impacto en época de cría.
- Sensibilizar al personal.
- Facilitar el paso de peces (escalas piscícolas, instalación de contadores para el seguimiento de ejemplares que las utilizan, etc.).

· Acciones desarrolladas en Estados Unidos.

En las áreas en las que operan las Sociedades *Rochester Gas and Electric* y New York State Electric *& Gas* se evitan las áreas con alta diversidad biológica -cuenten o no con protección- en los nuevos proyectos de líneas áreas. Asimismo, en esta última se trabaja en cooperación con la Sociedad Audubon y el Departamento de Conservación del Medio Ambiente del Nueva York con el objetivo de proporcionar lugares de anidación fuera de las líneas eléctricas (con el águila pescadora, por ejemplo).

En la Sociedad *Central Maine Power* destacan las siguientes actuaciones:
- Desarrollo de un procedimiento para minimizar los impactos sobre el águila pescadora *(Pandion haliaetus)*.
- Colaboración con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Nueva Inglaterra para identificar y mejorar el hábitat del conejo de Nueva Inglaterra *(Sylvilagus transitionalis)*, especie amenazada.
- Hábitat acuáticos: se está trabajando con propietarios de terrenos en dos zonas urbanas con el objetivo de recuperar la calidad del agua y la fauna autóctona de los arroyos.
- Acciones desarrolladas en Latinoamérica

En México destaca el proyecto llevado a cabo por la central de ciclo combinado de Altamira para la recuperación hidrológica del arroyo Garrapatas.

En Brasil,destacan las actuaciones realizadas por la central de Termopernambuco, la colaboración en la investigación para el desarrollo de arrecifes artificiales cerca de centrales termoeléctricas y el acuerdo con el Departamento de Medio Ambiente y el Puerto de Suape para el desarrollo de las unidades de conservación de los bosques de Zumbie y Dos Lagunas.

Otras actuaciones desarrolladas, se centran en la actividad de IBERDROLA RENOVABLES. Esta entidad, en el desarrollo de parques eólicos en España, realiza estudios de avifauna y quirópteros, restauraciones ambientales y vegetales y se contempla la conveniencia de instalar salvapájaros en líneas eléctricas de evacuación.

Asimismo, en 2009 se ha implementado un sistema de información geográfica para el seguimiento de aspectos de la gestión ambiental de las instalaciones desde su fase de diseño hasta la fase de explotación.

Destacan especialmente las actuaciones llevadas a cabo durante 2009 en el parque nacional de Picos de Europa, producto de la participación en un proyecto LIFE de conservación del Urogallo cantábrico, en colaboración con la Fundación Biodiversidad y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Otra actuación destacable es la desarrollada en el Parque Nacional de Monfragüe, que ha continuado con el proyecto de protección de aves rapaces iniciado en 2008.

En 2010 se ha realizado un inventario de terrenos intervenidos, edificaciones abandonadas e infraestructuras y depósitos provenientes de obra.

Por último, también se ha actuado en los siguientes hábitat compensados:
- Damhead Creek gestiona un área de mitigación de 32 ha para sus comunidades de biodiversidad.
- En las áreas próximas a los parques eólicos del Reino Unido se están implementado *Hábitat Management Plans* (HMP), dando lugar a un área compensada de 66,56 km^2.

EMPRESA: GRUPO BBVA
Tipo de empresa: Empresa Grande cotizada
Sector al que pertenece: Financiero

La preocupación por el medio ambiente ha formado parte desde el principio de las líneas de actuación preferente del Grupo BBVA como se puede comprobar en las actuaciones llevadas a cabo a través de su Fundación BBVA.

En este área, la Fundación BBVA impulsa de forma decidida un gran número de proyectos cuyo objetivo es investigar las causas de la pérdida de la diversidad biológica de nuestro planeta; definir actuaciones y estrategias de recuperación y protección de hábitat, especies y ecosistemas y delinear potenciales soluciones para el futuro. Estas soluciones incluyen el diseño de modelos económicos basados en un desarrollo sostenible y en la gestión de espacios naturales protegidos, la difusión del conocimiento sobre el medio ambiente a la sociedad y la identificación de vías para afrontar, en el menor tiempo posible, el cambio climático.

La tipología de actividades que la Fundación BBVA desarrolla en el área de medio ambiente abarca la investigación, la formación, la producción y difusión, el intercambio de conocimiento y el reconocimiento. A continuación se detallan los planes y proyectos más relevantes relacionados con biodiversidad y desarrollados en los últimos cinco años.

La Fundación BBVA ayuda a generar nuevo conocimiento sobre biodiversidad mediante la financiación de proyectos, bien a través de convocatorias públicas y competitivas de ayudas, bien mediante la colaboración directa con universidades, centros de investigación y asociaciones relacionados con el medio ambiente.

- Convocatorias públicas de ayudas a la investigación en ecología y biología de la conservación.

  La Fundación BBVA organiza convocatorias competitivas y públicas de ayudas a proyectos de investigación en las áreas de ecología y biología de la conservación, con el objetivo de impulsar la generación de nuevo conocimiento susceptible de ser proyectado directa o indirectamente a políticas públicas, estrategias y actuaciones de conservación, y la formación de equipos de investigadores multidisciplinares e internacionales, que sean capaces de abordar problemas desde enfoques diversos y que contemplen distintas formas de cooperación, específicamente con Latinoamérica.

  La Fundación BBVA ha llevado a cabo convocatorias públicas de ayudas a la investigación en ecología y biología de la conservación en los años 2005, 2006 y 2008 que han supuesto el apoyo a 42 proyectos con una cuantía total de 8.075.640 euros.

Más allá de los proyectos sobre biodiversidad contemplados en la convocatoria pública, la Fundación BBVA ha desarrollado los siguientes proyectos durante los últimos 5 años:

- Proyecto web Cuadernos de campo de Doñana, en colaboración con la Estación Biológica de Doñana del CSIC: 537.625 euros.
- Programa de la Estación de Investigación Costera del Faro de Cap Salines (Mallorca), en colaboración con el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, centro mixto de investigación del CSIC y la Universitat de les Illes Balears: 173.200 euros.
- Proyecto de investigación Desarrollo de biotecnologías reproductivas para la conservación de felinos sudamericanos (fase I y II), en colaboración con la Fundación Bioandina y el Instituto de Biología y Medicina Experimental en Argentina, y científicos españoles del CSIC y la Universidad de Castilla-La Mancha: 360.000 euros.
- Publicación multimedia Descubre las aves por sus cantos, en colaboración con SEO/BirdLife: 175.544 euros.
- Publicación multimedia Enciclopedia virtual de las aves de España Fundación BBVA SEO/BirdLife: 473.669,76 euros.

En 2010 se han iniciado los siguientes proyectos:

- La diversidad perdida: explorando la variación en el ADN de linces antiguos, liderado por Miguel Delibes de Castro: 141.891 euros.
- Expedición de circunnavegación Malaspina 2010: cambio global y exploración de la biodiversidad del océano global, liderado por Carlos M. Duarte: 420.200 euros.

Por otro lado la Fundación BBVA, a través de sus Premios Fundación BBVA a la Conservación de la Biodiversidad y los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento, pretende contribuir a promover el prestigio y la imagen pública de los investigadores, las organizaciones y los profesionales que, desde sus respectivos ámbitos profesionales, contribuyen con su trabajo a proteger el patrimonio natural. Estos premios tienen carácter internacional y reconocen una especial mención para la comunidad de Latinoamérica, dada la relevancia de la región en la biodiversidad global.

La actividad científica y de reconocimiento de la Fundación BBVA sobre biodiversidad se complementa con la promoción de la formación avanzada y especializada mediante la organización de cursos, seminarios, workshops, másteres y cursos de posgrado de larga

duración, para cuya realización concede becas, de los que destaca el Programa de Becas de Especialización para la Formación en España de Especialistas Latinoamericanos.

En la misma línea de formación y difusión, La Fundación BBVA elabora publicaciones bajo sello editorial propio o en colaboración con otras editoriales de prestigio (Enciclopedia virtual de las aves de España Fundación BBVA-SEO/BirdLife; Descubre las aves por sus cantos; Anuarios EUROPARC-España; Áreas importantes para la conservación de las aves en la Argentina; Guía de Sapos da Reserva Adolpho Ducke; Positive Plant Interactions and Community Dynamics), y realizando una variada gama de actuaciones de difusión dentro de las cuales se pueden destacar el Ciclo de conferencias Biodiversidad y Conservación en el siglo XXI, en colaboración con el CSIC: 2005_2006 (22 conferencias, 95.592 euros) y el Ciclo de conferencias Biodiversidad y Cambio Global: 2007_2008 (6 conferencias, 278.328 euros).

Otra actividad destacada son los Debates sobre Biología de la Conservación Fundación BBVA - Estación de Investigación Costera del Faro de Cap Salines, de cuyos contenidos se han publicado en formato libro:

- Exploración de la biodiversidad marina y sus desafíos científicos, 2005, 126.455 euros.
- Impacto del calentamiento global sobre los ecosistemas polares, 2006, 122.513 euros.
- Pérdida global de los hábitat costeros: magnitud, causas y consecuencias, 2007, 91.865 euros.
- Papel de la biodiversidad marina en el funcionamiento de la biosfera, 2008, 47.745 euros.
- El papel de los ecosistemas marinos en la provisión de bienes y servicios a la sociedad, 2009, 41.554 euros.

EMPRESA: RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U.
Tipo de empresa: Empresa Grande Cotizada
Sector al que pertenece: Eléctrico

Son muchas las actuaciones desarrolladas por Red Eléctrica España durante los últimos años en materia de conservación de la biodiversidad, dentro de las cuales, las principales actuaciones impulsadas, se resumen a continuación:

1. Salvapájaros
Localización: Todo el territorio nacional.
Objetivo:
- Reducir la colisión de las aves con el cable de menor diámetro.
- Disminuir la frecuencia de vuelo de las aves través del tendido.

Resultado:
- Espiral salvapájaros.
- Aspa salvapájaros (experimental).

Entidades colaboradoras: Estación Biológica de Doñana (CSIC).

2. Reintroducción del Buitre negro
Localización: Cataluña.
Objetivo:
- Reintroducción del Buitre negro en Cataluña.

Resultado:
- 33 ejemplares liberados en la Reserva de Alinyà y Boumort.
- Primer registro de nidificación de la especie en Pirineos desde hace más de un siglo.

Entidades colaboradoras: Departament de Medi Ambient i Habitatge (Generalitat de Catalunya), GREFA, Obra Social de Caixa Catalunya, Junta de Extremadura, MARM y Fundación Biodiversidad.

3. Vulcano
Localización: Todo el territorio nacional.
Objetivo:
- Prevención de incendios.

Resultado:
- Metodología de evaluación y prevención de riesgos de incendios en el entorno de las líneas eléctricas y ferroviarias.

Entidades colaboradoras: ADIF, INECO e Iberdrola.

4. Conservación del oso y el urogallo
Localización: Asturias.
Objetivo:
- Incremento de la disponibilidad de alimento.

Resultado:
- Plantación de frutales: cerezos y manzanos.
- Instalación de colmenas de abejas polinizadoras.

Entidades colaboradoras: FAPAS.

5. Corredores de biodiversidad
Localización: Andalucía, Aragón, Castilla y León, Navarra y Valencia.
Objetivo: Incremento de hábitat para especies en espacios carentes de soportes naturales.
Resultado:
- Refugios para erizo, comadreja, conejo, liebre, etc. en Córdoba.
- Dormideros premigratorios para el cernícalo primilla en Aragón y Navarra.
- Nidales artificiales para el halcón común en Valladolid.
- Cajas dormidero para el murciélago patudo en Valencia.

Entidades colaboradoras: Estación Biológica de Doñana (CSIC), F. Gypaetus, Servicio Territorial de MA de Valladolid (Junta de Castilla y León) y Servicio de Biodiversidad de Valencia (Generalitat Valenciana).

6.Bosque de Red Eléctrica
Localización: Aragón y Extremadura.
Objetivo:
- Recuperación de espacios degradados.
- Compensar emisiones de efecto invernadero.

Resultado:
- Densificación de 162 ha de dehesas fósiles. Plantación de 8.100 encinas (Extremadura).
- Reforestación de 85 ha incendiadas (85.000 plantas: Pino silvestre, encina, quejigo y serbal).

Entidades colaboradoras: Servicio de Ordenación y Gestión Forestal (Junta de Extremadura) y Dirección General de Gestión Forestal (Gobierno de Aragón).

EMPRESA: HC ENERGÍA GRUPO EDP.
Tipo de empresa: Empresa Grande no Cotizada
Sector al que pertenece: Energético

HC Energía ha iniciado las obras en la Central Hidráulica de Proaza para adoptar las medidas necesarias que permitan la protección de la riqueza piscícola afectada por el aprovechamiento hidráulico. Tras el análisis de las dos posibles soluciones (escala de artesas y ascensor), se ha optado por la construcción de un ascensor que permita la captura de peces al pie del azud (situado sobre el río Teverga) y su elevación y evacuación hasta el embalse, aguas arriba del azud, así como el descenso de aquellos en las épocas de migración descendente.

El dispositivo de paso de peces se ha diseñado teniendo en cuenta las necesidades de los distintos tipos de peces presentes en el río Teverga, según las siguientes premisas:

1- Permitir el paso de las diferentes especies previstas: salmón, alosa, lamprea, trucha y anguila, principalmente y, potencialmente, esturión, aunque para esta especie serían precisas actuaciones complementarias.

2- Garantizar el correcto funcionamiento durante toda la fase de migración (todo el año).

3- Respetar la integridad física de los migradores, dimensionando los dispositivos no sólo para los atletas, y permitiendo el descenso de alevines y reproductores. También debe evitarse el acceso al túnel de derivación de los peces.

Más allá de esta acción emblemática pero puntual desarrollada por HC energía, la empresa, a través de su la Fundación Hidrocantábrico, ha puesto en marcha la campaña "un cliente, un árbol" con la que cada nuevo cliente y cada nueva factura electrónica de HC Energía en España se traducirán en una nueva expresión del compromiso con el medioambiente de la compañía energética asturiana.

Para su desarrollo, La Fundación ha firmado con el Ayuntamiento de Gijón el primero de los convenios de colaboración que va a desarrollar con diferentes municipios para la plantación de árboles autóctonos.

El programa incluye iniciativas de educación medioambiental y cuenta con la dirección del Servicio Municipal de Parques y Jardines, en colaboración la organización ecologista FAPAS. El proyecto se desarrollará en el Parque Natural del Monte Deva, lugar emblemático que forma parte del proyecto Arco Medioambiental Atlántico, y prevé la plantación de especies de crecimiento lento y respetuosas con la biodiversidad del entorno, que procurará incrementar.

Esta es una de las características de los proyectos de la Fundación Hidrocantábrico que trabaja también en la recuperación del entorno de los embalses asturianos y la repoblación de los ríos del Principado, además de colaborar con diferentes organizaciones en pro del medio ambiente.

5.10. El conocimiento, la educación y la sensibilización sobre conservación de la biodiversidad

A pesar de la importancia que la biodiversidad tiene para el ser humano y el mantenimiento de la vida en el Planeta, asistimos diariamente a una degradación de los ecosistemas, a una sobreexplotación de recursos, a un crecimiento incontrolado de la población mundial con patrones de comportamiento y pautas de consumo que exigen mucho más a la naturaleza de lo que ésta es capaz de proveer.

Acabar con la perdida de biodiversidad requiere cambiar la forma en que el ser humano se relaciona con su entorno, y ello a su vez requiere de un nuevo conocimiento, mayor educación y concienciación pública sobre la importancia de la biodiversidad, las causas que generan su pérdida y el efecto que ello produce en la calidad de vida de las personas.

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) recoge que las Partes firmantes promoverán y fomentarán la comprensión de la importancia de la conservación biológica y de las medidas necesarias a sus efectos, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación. También contempla la cooperación con otros estados y organizaciones internacionales en la elaboración de programas de educación y sensibilización del público en lo que respecta a la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica (Artículo 13).

En la 10ª Conferencia de las Partes del CDB (COP10), celebrada en octubre de 2010 en Nagoya (Japón), se volvió a reconocer la importancia de la comunicación, educación y la concienciación publica en la conservación de la biodiversidad y se llegó a la siguientes decisiones:

1.- Las Partes han de continuar y mejorar la comunicación, la educación y las actividades de concienciación pública, que se han de orientar hacia la consecución de los objetivos del Plan Estratégico de la Convención, en donde existe una participación efectiva de todos los agentes sociales.

2.- Las Partes, gobiernos y organizaciones relevantes han de establecer puntos focales y la implementación de agentes para las actividades de comunicación, educación y concienciación pública.

3.- Diseñar y mejorar el apoyo a actividades de comunicación, educación y de mayor concienciación pública de manera que se refuerce la implementación del Protocolo de acceso y participación en los beneficios obtenidos del uso de los recursos genéticos.

La generación de conocimiento y su transmisión a través de la educación, ya sea formal o informal, junto con la comunicación de los mismos, se consideran piezas claves para la generación del cambio que se necesita para luchar contra la pérdida de biodiversidad.

En este apartado se expone en primer lugar una revisión sobre las estrategias de conservación de la biodiversidad en España, haciendo referencia a las necesidades que, según los expertos en la materia, deben abordarse para un mejor conocimiento de los efectos del cambio global sobre la biodiversidad de nuestro país. En segundo término, se recoge el conocimiento que la ciudadanía europea y española tiene sobre biodiversidad, para finalizar con las estrategias educativas que, en materia de biodiversidad, se están desarrollando en España.

■ 5.10.1. ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN EN MATERIA DE BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

Las políticas de conservación son frecuentemente objeto de controversias y debate sobre su verdadero papel en la conservación de la biodiversidad. Diferentes trabajos han analizado las políticas de conservación llevadas a cabo en Estados Unidos (1,2,3,4,5), en Australia (6), y en España (7), demostrando que en muchos casos el objetivo principal de dichas estrategias de conservación es aumentar el interés público y por tanto se desarrollan en ausencia de criterios científicos sólidos (8).

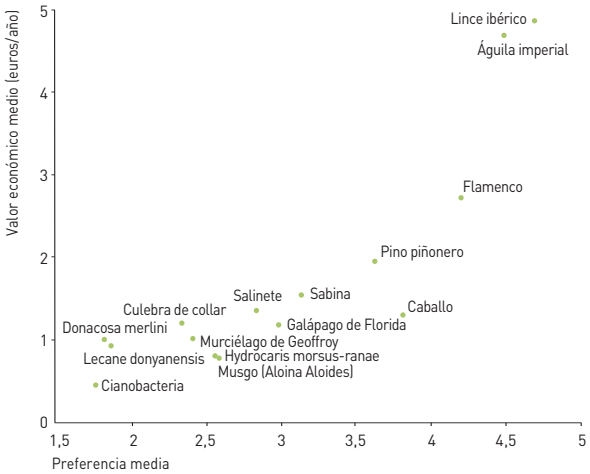
La priorización de fondos para la conservación de especies depende de diferentes dimensiones asociadas indirectamente con la toma de decisiones: información científica existente, opinión pública y legislación vigente (4,7). Por un lado, la conservación de la biodiversidad parece ser más efectiva cuando está basada en el mejor conocimiento científico disponible y es apoyada socialmente (9,10). De esta manera, es muy importante conocer las preferencias sociales (11) y la información científica existente (12) que subyacen en la toma de decisiones relacionadas con la conservación de especies.

En relación con la información científica existente, un estudio realizado por Martín-López et al. (2009) (7) demuestra que existe un sesgo taxonómico en la información publicada en las principales revistas científicas de conservación *(Conservation Biology, Biological Conservation y Biodiversity & Conservation)* entre los años 2000 y 2007, en la que los vertebrados aparecen sobrerrepresentados (67% del total de estudios). Este sesgo se agudiza en el caso de las aves y los mamíferos, los cuales suponen el 37% y el 18%, respectivamente, del total de los estudios publicados. Además, este análisis revela que los órdenes que reciben mayor atención científica son los Carnívoros, Falconiformes, Passeriformes y Gruiformes. De esta manera, la información que se divulga a la sociedad puede estar sesgada en función de la información científica de base.

Un análisis de las portadas de la principal revista de divulgación asociada con la conservación *(Quercus)*, llevado a cabo en el año 1989, demostró que el 73% de las portadas se dedicaban a los vertebrados, en especial a los mamíferos (38%) y a las aves (26%) (13). Posteriormente, en el año 2004, se demostró que el sesgo taxonómico existente en la divulgación de la ciencia a la sociedad se había intensificado: el 88% de las portadas eran de vertebrados, siendo especialmente las aves (48%) y los mamíferos (33%) los taxones representados (14).

Por otro lado, un análisis llevado a cabo con la población de Doñana y sus turistas demuestra que las preferencias sociales para conservar la biodiversidad recaen sobre las especies carismáticas: el Lince ibérico *(Lynx pardinus)* y el Águila imperial *(Aquila adalberti)*, siendo los invertebrados y los microorganismos los taxones menos valorados (15) (Figura 5.10.1). De esta manera, se pone de manifiesto que las preferencias sociales hacia la conservación de especies se encuentran sesgadas hacia especies de vertebrados carismáticos, posiblemente debido a la influencia de la divulgación científica y de las campañas desarrolladas por las organizaciones ambientales no gubernamentales.

□ **Figura 5.10.1.** Preferencia de los encuestados sobre que especies quieren conservar y la disponibilidad a pagar media (euros/año) para conservar cada una de estas especies.



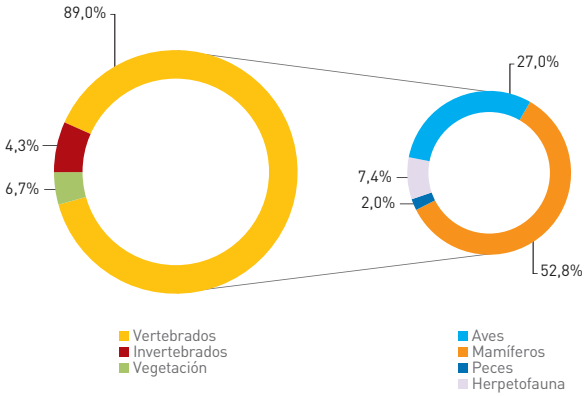
Fuente: Martín-López et al. (2007) (15).

Debido a que los principales factores que subyacen en la toma de decisiones de la conservación de especies aparecen sesgados hacia los grandes mamíferos y aves, no es difícil pensar que los presupuestos de conservación de especies también se encuentren sesgados hacia estos grupos taxonómicos (7).

Durante los años 2003-2007, se destinaron más de 56,4 millones de euros a la conservación de especies en España. La distribución de estos fondos está altamente sesgada hacia vertebrados (89% del total de fondos), especialmente hacia aves y mamíferos, los cuales reciben respectivamente el 27,0% y el 52,6% del total de fondos (Figura 5.10.2). Para estos grupos taxonómicos que se encuentran sobrerrepresentados en la distribución de fondos de conservación, existe todavía un mayor sesgo hacia los órdenes de Carnívora, Anseriformes, Ciconiiformes, Falconiformes, Galliformes, Gruiformes y Passeriformes. Analizando conjuntamente el sesgo

encontrado, tanto en las publicaciones científicas como en el caso de las preferencias sociales, podemos concluir que los órdenes taxonómicos que reciben mayor atención social, científica y política son el orden de Carnivora y Falconiformes.

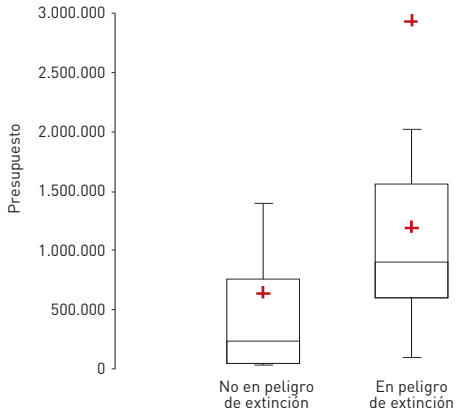
☐ **Figura 5.10.2.** Distribución de los fondos de conservación de especies por grupos taxonómicos durante el intervalo de años 2003-2007.



Fuente: Martín-López et al. (2007) (15).

Otro factor que parece influir sobre la distribución de los fondos de conservación de especies es la categoría de amenaza del *Catálogo Nacional de Especies Amenazadas*. De esta manera, las especies clasificadas como en peligro de extinción reciben mayor presupuesto para su conservación de aquellas categorizadas como de interés especial o vulnerables (Test de Mann-Whitney test, U = 50,00, z = -2,19, p = 0,01) (Figura 5.10.3).

☐ **Figura 5.10.3.** Distribución de los fondos de conservación de especies en los años 2003-2007 en función de si están clasificadas como en peligro de extinción por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.



Fuente: Martín-López et al. (2007) (7).

■ 5.10.2. IDENTIFICACIÓN DE DÉFICITS DE CONOCIMIENTO EN MATERIA DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

En nuestro país existen evidencias suficientes que demuestran, inequívocamente, la existencia de modificaciones en los sistemas biológicos y los procesos geoambientales como consecuencia de la acción conjunta del cambio climático y de la transformación antrópica ejercida sobre nuestro territorio (ver tabla 3.3.2., p. 178). Necesitamos describir estos cambios mediante un sistema de indicadores coherente y preciso que debería proveer de información temporal fiable sobre la evolución de las actividades humanas, la respuesta cultural, sociológica y económica de nuestra sociedad, y las repercusiones sobre el medio ambiente, las especies y los procesos de funcionamiento de los ecosistemas. Orientado hacia la consecución de este último tipo de indicadores, este apartado pretende identificar las principales carencias de conocimiento y recursos que impiden el desarrollo de un sistema con capacidad para realizar un seguimiento eficaz de los cambios medioambientales y biológicos. Solo así será posible estimar cual puede ser la futura repercusión económica y medioambiental del cambio global, y proponer medidas correctoras capaces de paliar los efectos adversos de estos cambios.

Como el desarrollo completo de una aproximación de este tipo requiere información biológica y ambiental fiable, así como un plan de trabajo decidido y conjunto que aglutine los esfuerzos y conocimientos de los diferentes grupos de investigación interesados en estas cuestiones, este documento ha pretendido sintetizar la opinión de un conjunto de expertos pertenecientes a diversas instituciones. Sin ánimo exhaustivo, se ha buscado conocer cual son, a juicio de los expertos, las principales carencias de conocimiento que impiden ofrecer respuestas eficaces ante el cambio global en España. Para ello se remitieron dos cuestionarios a más de 50 expertos de diversas universidades y centros de investigación obteniendo 15 respuestas. En el primer cuestionario se plantearon cinco acciones necesarias para mejorar el conocimiento sobre la biodiversidad y su distribución en nuestro país (Tabla 5.10.1), mientras que en el segundo cuestionario se plantearon 21 acciones destinadas a evaluar el estado del conocimiento que se posee en nuestro país, sobre las respuestas de las especies y los sistemas ecológicos ante el cambio global (Tabla 5.10.2).

Todas las acciones planteadas para mejorar el conocimiento de la biodiversidad y su distribución se consideran importantes (Tabla 5.10.1); en una escala de 0 a 5, solo en el 6% de las ocasiones los encuestados han puntuado por debajo de 3 alguna de las acciones. Se considera especialmente necesario crear un sistema centralizado y asequible que reúna toda la información taxonómica y biogeográfica de las distintas especies de nuestro país. Aunque exis-

ten algunas iniciativas en este sentido, los datos proporcionados por ellas no parecen ser suficientes para poseer una información fiable y útil, ya que los encuestados valoran que el grado de cumplimiento actual de estas importantes acciones ronda el 50% (diferencia entre la valoración de su importancia y la de su cumplimiento).

□ **Tabla 5.10.1.** Acciones planteadas para mejorar el conocimiento de la biodiversidad y su distribución en España y valoración de los encuestados en una escala de 0 a 5 sobre la importancia general de cada acción y el grado de cumplimiento que, a su juicio, se ha conseguido en su desarrollo. En cada caso el valor enumerado es la mediana de todos los valores obtenidos (15 respuestas), incluyendo entre paréntesis los valores del primer y último cuartil. Las acciones están ordenadas según su importancia y necesidad de cumplimiento.

ACCIONES	IMPORTANCIA	CUMPLIMIENTO
Resulta ineludible crear un sistema centralizado que reúna toda la información sobre la distribución de las distintas especies de nuestro país. El Banco de Datos de la Biodiversidad (www.marm.es), la iniciativa GBIF (http://www.gbif.es/) así como los diversos bancos de datos autonómicos constituyen iniciativas relevantes e inspiradoras, pero es necesario que estas bases de datos promuevan la incorporación exhaustiva de la información disponible a fin de: a) poseer una medida sobre el esfuerzo de colecta realizado en cada unidad espacial (citas, registros, visitas, etc.), que permita conocer la exhaustividad de cada inventario local; b) discriminar las áreas necesitadas de prospección para cada grupo taxonómico de aquellas otras con inventarios fiables; c) conocer la fecha de colecta de los ejemplares georreferenciados y estudiar las oscilación temporal de las poblaciones; y d) estimar la localización las poblaciones extintas actualmente incluidas en la cartografía existente sobre biodiversidad.	5 (5-5)	2,5 (1-3)
Es necesario promover decididamente la compilación de la información taxonómica sobre los distintos grupos animales y vegetales con el fin de poseer listados de especies consensuados (checklists) de todos los grupos faunísticos y florísticos que sirvan de estándar taxonómico, así como estimas de biodiversidad fiables en nuestro territorio. Los proyectos Fauna Ibérica (www.faunaiberica.es) y Flora Ibérica (www.floraiberica.org) constituyen la vanguardia de este proceso pero debe favorecerse la inclusión en estos proyectos de la información sobre los grupos que suponen la gran mayoría de la diversidad biológica (principalmente invertebrados) mediante un sistema moderno, público e interactivo.	5 (4-5)	3 (2-3)
Resulta especialmente importante establecer listados taxonómicos y atlas de distribución digitales para las especies y los ecosistemas marinos.	4 (4-5)	1,5 (1-2)
Dado el nivel de conocimiento taxonómico y biogeográfico de buena parte de nuestra biodiversidad, sería primordial promover la realización de campañas de colecta y esfuerzos taxonómicos conjuntos entre diferentes instituciones y/o grupos de investigación en aquellos territorios y grupos necesitados de prospección.	4 (3-5)	2 (1-3)
Es completamente necesario crear una red de Museos de Historia Natural con capacidad para albergar una muestra representativa de las distintas poblaciones y de los ejemplares tipo de las distintas especies. Esta red debería ejercer el papel de Banco Nacional de Referencia, garantizando el mantenimiento, la gestión y el uso presente y futuro de estas muestras biológicas para estudios taxonómicos, moleculares o isotópicos que permitan estimar las alteraciones en las poblaciones ante el cambio global.	4 (3-5)	2 (1-3)

Fuente: Elaboración Lobo J (MNCN-CSIC)

Respecto a las acciones destinadas a mejorar el conocimiento sobre las respuestas de las especies y los sistemas ecológicos, siete de ellas son consideradas muy importantes (mediana = 5), siendo prioritario, a juicio de los expertos, diseñar una red de estaciones colecta de muestras biológicas dentro de los espacios protegidos, a el grado de cumplimiento actual de esta acción es el menor de todos (Tabla 5.10.2). El resto de las acciones prioritarias que sería necesario desarrollar y que, en la actualidad, se habrían realizado en un 50%, buscarían obtener datos biológicos capaces de estudiar tendencias temporales amplias y realizar un seguimiento a medio plazo de los cambios en la vegetación, los usos del suelo y la desertificación.

Aunque el tamaño de muestra de esta prospección impida sacar conclusiones definitivas, da la impresión que los científicos expertos de nuestro país en el estudio del cambio global y la dinámica de las especies y los sistemas ecológicos, consideran que la principal caren-

cia que impide ofrecer respuestas y acciones paliativas se relaciona con la escasez de datos fiables. Aunque existen múltiples evidencias sobre el efecto de los cambios climáticos y ambientales en los sistemas naturales, resulta sintomático que los expertos consideren prioritario establecer sistemas de seguimiento capaces de ofrecer información fiable a medio y largo plazo. Necesitamos todavía mejorar sustancialmente nuestro conocimiento taxonómico, biogeográfico y ecológico sobre los organismos que habitan nuestro país, y precisamos diseñar redes de colecta de datos estandarizadas que nos proporcionen un seguimiento temporal fiable, tanto de las dinámicas poblaciones interanuales, como de los cambios climáticos, paisajísticos y de uso del suelo. Si el cambio global es un hecho y sus consecuencias pueden afectar la biodiversidad, los sistemas naturales y nuestro desarrollo socioeconómico, resulta paradójico que no desarrollemos sistemas de alarma, detección y seguimiento a largo plazo capaces de anticipar la futura aparición de consecuencias imprevistas. Esta carencia principal es la que han detectado los expertos consultados.

☐ **Tabla 5.10.2.** Acciones planteadas para mejorar el conocimiento sobre las respuestas de las especies y los sistemas ecológicos ante el cambio global en España y valoración de los encuestados en una escala de 0 a 5 sobre la importancia general de cada acción y el grado de cumplimiento que, a su juicio, se ha conseguido en su desarrollo. En cada caso el valor enumerado es la mediana de todos los valores obtenidos (15 respuestas), incluyendo entre paréntesis los valores del primer y ultimo cuartil. Las acciones están ordenadas según su importancia y necesidad de cumplimiento.

ACCIONES	IMPORTANCIA	CUMPLIMIENTO
Diseñar una red de estaciones colecta ubicada dentro de los espacios protegidos y desarrollar un protocolo estandarizado para la recogida de muestras y observaciones biológicas, bien distribuido entre los distintos grupos de organismos.	5 (3-5)	1 (1-2)
Identificar y localizar los conjuntos de datos biológicos con una amplia cobertura histórica capaces de ofrecer tendencias temporales sobre el impacto de los cambios climáticos y de hábitat.	5 (4-5)	2 (1-2)
Auspiciar el estudio interanual de tendencias poblacionales en un grupo escogido de especies y su relación con las variaciones climáticas y ambientales.	5 (4-5)	2 (1-2)
Realizar un seguimiento de la mortalidad forestal, el nivel de stress y daño, el crecimiento vegetal, la regeneración forestal y la modificación en cobertura, riqueza y composición de las comunidades vegetales.	5 (4-5)	2 (2-3)
Estudiar los cambios en el uso del suelo experimentados durante los últimos 20 años (tendencias y patrones espaciales), extrapolar al futuro las tendencias observadas, así como identificar aquellas áreas y usos con mayor riesgo de sufrir alteraciones según los distintos escenarios de cambio climático atendiendo a las modificaciones en el área, la fragmentación y la magnitud del cambio.	5 (4-5)	2 (2-3)
Evaluar el posible incremento en la desertificación y los cambios en las propiedades edáficas.	5 (4-5)	2 (2-3)
Conocer las tendencias temporales en la magnitud y extensión de los incendios forestales, el grado de combustibilidad y el riesgo de incendio.	5 (4-5)	3 (2-3)
Promover los estudios tendentes a examinar la sensitividad y capacidad adaptativa de las especies ante las modificaciones ambientales debida a plasticidad fenotípica, comportamental o biológica (alteración de tasas de fecundación).	4 (3-4)	1 (1-1)
Estudiar el posible impacto de las principales infraestructuras previstas teniendo en cuenta las perspectivas de los diferentes escenarios de cambio climático.	4 (4-5)	1 (1-2)
Delimitar la magnitud de los cambios climáticos esperables para cada uno de los espacios naturales protegidos según los diferentes escenarios, así como la localización actual de los territorios con condiciones climáticas futuras similares a las actualmente posee cada reserva (posibles áreas de destino de las especies) y la localización de los espacios con condiciones actuales similares a las que poseerá cada espacio protegido en el futuro (posibles áreas fuente de especies colonizadoras). La distinción de ambos tipos de áreas permitirá elaborar una red de corredores con capacidad para facilitar la adaptación espacial ante el cambio climático.	4 (3-5)	1 (1-2)
Identificar la localización de aquellos territorios que podrían experimentar condiciones climáticas novedosas para nuestro país y que, por tanto, deberían considerarse propicios para el establecimiento de nuevos hábitat y especies.	4 (3-4)	1,5 (1-3)

ACCIONES	IMPORTANCIA	CUMPLIMIENTO
Estudiar los cambios en la extensión y virulencia de las principales plagas forestales	4 (4-5)	2 (2-3)
Estudiar los cambios en el régimen fluvial, las condiciones físico-químicas del agua y los cambios en la fauna y flora de las principales cuencas	4 (4-5)	2 (2-3)
Propiciar el estudio del posible incremento en productividad generado por el aumento en las concentraciones de CO2 o el posible efecto en la nitrificación.	4 (3-5)	2 (1-2)
Discriminar aquellas especies que, por su distribución o características biológicas, sufrirán previsiblemente exposiciones a condiciones ambientales actualmente no identificadas en las localidades de presencia conocidas.	4 (3-5)	2 (1-3)
Estimar la posible localización futura de los territorios con condiciones climáticas similares a las que actualmente experimentan las especies protegidas en sus áreas de distribución (superficie, forma y número de nuevas localidades favorables).	4 (3-5)	2 (1-3)
Estimar la pérdida de hábitat costeros y los cambios en la composición y riqueza de los organismos intertidales como consecuencia del incremento en el nivel del mar y los cambios en la temperatura del agua.	4 (3-5)	2 (1,5-2)
Favorecer la toma de datos sobre la aparición estacional de distintos tipos de especies y la colecta y estudio de las fechas de migración.	4 (3-5)	2 (2-3)
Estudiar la capacidad de representación de la flora y fauna que poseen actualmente los espacios protegidos, haciendo especial hincapié en el efecto sobre la red de reservas de la inclusión de aquellos grupos que suponen la mayoría de la diversidad biológica.	4 (3-5)	2 (2-3)
Determinar mediante estudios fisiológicos y moleculares el nicho térmico de un grupo escogido de especies con tiempos de generación cortos, así como su variabilidad poblacional intraespecífica, a fin de ofrecer mejores estimas sobre el papel de los cambios climáticos en la abundancia y distribución de los organismos.	3 (2-4)	1 (1-2)
Reconocer las áreas mundiales y los países con mayores posibilidades de actuar como fuente de especies invasoras, teniendo en cuenta la similitud climática de estos territorios con el clima futuro de las distintas regiones geoambientales ibéricas, así como el tráfico de recursos naturales hacia nuestro país.	3 (2-5)	2 (1-2)

Fuente: Elaboración Lobo J (MNCN-CSIC)

■ 5.10.3. ACTITUD DE LOS EUROPEOS Y DE LOS ESPAÑOLES HACIA LA BIODIVERSIDAD

Conocer el grado de conocimiento e información que tienen los europeos sobre la biodiversidad, así como su opinión acerca de su relevancia, de la incidencia que tiene sobre sus vidas diarias y las de sus descendientes se ha convertido en una cuestión prioritaria para la formulación estrategias y políticas efectivas que afronten los problemas derivados de la pérdida de biodiversidad. En esta línea, la Comisión Europea, a través del Eurobarómetro (16), ha desarrollado dos encuestas, una en 2007 y otra en 2010, que recogen las actitudes de los europeos hacia la biodiversidad[1]. Los resultados reflejan, por un lado, el grado de información, conocimiento, sensibilidad y compromiso de los ciudadanos europeos con la biodiversidad y, por otro, su evolución desde 2007 hasta 2010.

Los aspectos abordados en las encuestas son los siguientes:

- Nivel de información de los ciudadanos europeos sobre la pérdida de biodiversidad.
- Opiniones sobre las causas de la pérdida de biodiversidad.
- Grado de relevancia de la perdida de biodiversidad a nivel local, europeo y global.
- Impacto esperado de la pérdida de biodiversidad.
- Opiniones sobre la pérdida de biodiversidad.
- Esfuerzos personales para preservar la biodiversidad.
- Opiniones sobre las medidas que la UE debería tomar para proteger la biodiversidad.
- Percepciones sobre las áreas de protección de la naturaleza.

[1] La última encuesta la contestaron 27.000 ciudadanos europeos, de más de 15 años de edad, en los 27 Estados miembros. Las entrevistas se realizaron por teléfono a 1.000 personas por Estado miembro.

Entre los principales resultados cabe destacar los que se indican a continuación:

a) Familiaridad con el termino "biodiversidad" y "pérdida de biodiversidad"

Dos tercios de los ciudadanos europeos están familiarizados con el término biodiversidad. Un 38% conocen el significado del término y un 28% conocen el término pero no saben qué significa. Los alemanes y los austriacos son los que se encuentran más familiarizados con el término biodiversidad (87-88%), conociendo su significado el 73-74%. Además, un 59% los alemanes y un 46% los austriacos manifestaron sentirse bien informados sobre la pérdida de biodiversidad.

Cuando a los encuestados se les expuso el significado del término biodiversidad, la mayoría de ellos fueron capaces de explicar el significado de la pérdida de biodiversidad con sus propias palabras, y un gran número de ellos fueron capaces de mencionar varios aspectos de la pérdida de biodiversidad. La mayoría de los encuestados asocian la pérdida de biodiversidad con la pérdida de especies.

Solo una minoría de los ciudadanos europeos no se sienten informados sobre la pérdida de biodiversidad: entre el 31% y el 32% responden que no se sienten informados, y tan solo el 5% afirma sentirse bien informado. Los resultados son similares a los que se obtuvieron en 2007.

España se encuentra entre los países en donde los ciudadanos han oído hablar más de la biodiversidad (un 70%). Conocen su significado un 39%, aunque todavía un 31% la población declara no saber qué significa.

Comparando los datos obtenidos en la primera encuesta (2007) con los de la segunda (2010), se obtiene que en 12 Estados miembros de los 27, la proporción de respuestas negativas sobre el conocimiento del término biodiversidad solo ha disminuido 5 puntos porcentuales.

En suma, existen notables diferencias entre los ciudadanos de la UE en cuanto a familiarización y conocimiento del término biodiversidad. Lo mismo sucede con el grado de información. La declaración del año 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad no ha resultado un incentivo para mejorar el conocimiento que los ciudadanos tienen sobre el término biodiversidad y su significado.

b) Amenazas a la Biodiversidad

Ante la pregunta de cuales son las amenazas más importantes para la biodiversidad, más de una cuarta parte de los encuestados (27%) mencionan el aire y el agua. Una proporción similar (26%), mencionan los desastres causados por el hombre como los accidentes industriales o los derrames de petróleo. Un 19% hicieron referencia a la agricultura intensiva, la deforestación y la sobrepesca, un 13% mencionó el cambio climático, y tan solo un 9% mencionó el desarrollo de carreteras, residencias, polígonos industriales y cambios en el uso del suelo.

El 39% de los encuestados españoles apuntan a los desastres generados por la actividad humana (accidentes, derrames de petróleo, etc.) como la mayor amenaza para la biodiversidad, un 23% a la contaminación del aire y del agua, un 15% alude al cambio climático (7 puntos porcentuales menos que en 2007). Tan solo un 11% de ellos menciona el uso intensivo de la agricultura, la sobrepesca y la deforestación como principal amenaza a la biodiversidad y un 6% menciona el uso del suelo y los modelos de desarrollo.

c) Pérdida de Biodiversidad. Seriedad del problema

Ocho de cada diez europeos piensan que la pérdida de biodiversidad es un problema muy serio a nivel nacional, europeo y global. No hubo diferencias significativas entre las respuestas obtenidas en 2007 y 2010.

En los resultados de las encuestas por países miembros, encontramos gran variabilidad en lo que respecta a la percepción que tienen los ciudadanos sobre la importancia de la pérdida de biodiversidad en su propio país. Mientras que en Finlandia la pérdida de biodiversidad se considera un problema serio solo para el 9% de los encuestados, en Portugal lo es para el 72%. En Italia, Grecia y Rumania el 57-60% de la población lo considera un problema nacional grave.

En términos de sentirse afectados por la pérdida de biodiversidad, la mayoría de los ciudadanos europeos no consideran que les vaya a afectar de manera inmediata y personal. Una sexta parte de los encuestados afirmaron que ya se han visto afectados por la pérdida de biodiversidad, un 17%, mientras que el 72% considera que solo le afectará en un futuro.

El 39% de los encuestados españoles consideraron la pérdida de biodiversidad un problema muy serio, el 48% (casi la mitad de los encuestados) lo consideran un problema serio, un 10% no lo considera un problema serio y un 1% no lo considera un problema. Tan solo el 24% de los españoles piensan que la pérdida de biodiversidad tiene ya un efecto en su vida, el 39% considera que solo lo tendrá en un futuro, y el 39% afirma que no se ve ni verá afectado por la perdida de biodiversidad.

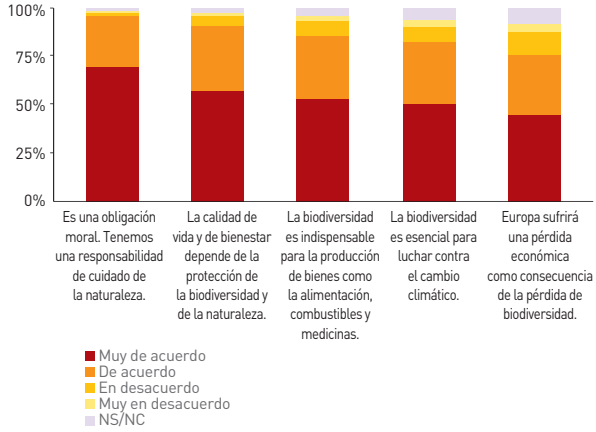
La pérdida de biodiversidad se considera un problema serio a nivel global, pero no nacional, percepción que no ha cambiado desde 2007. En términos generales, los encuestados consideran que la pérdida de biodiversidad

supone un problema que solo les afectará en el futuro. Por tanto, se reconoce el problema pero no su incidencia.

d) Reconociendo la importancia de proteger la biodiversidad

El 86% de los encuestados afirman que la conservación de la biodiversidad es una obligación moral y el 96% están de acuerdo con que frenar la biodiversidad es importante para el bienestar de los ciudadanos y su calidad de vida. Una proporción algo menor, el 86%, están de acuerdo con que la conservación de la biodiversidad es importante porque es indispensable para la producción de bienes como comida, combustibles, y medicinas. El 82% considera que la biodiversidad es esencial para abordar el cambio climático y el 76% afirma que la pérdida de biodiversidad tendrá consecuencias económicas para Europa (Figura 5.10.4).

☐ **Figura 5.10.4.** Opiniones sobre el impacto de la pérdida de biodiversidad (%).



Fuente: Flash EB, 2010 (17).

En España, el 98% de los encuestados están de acuerdo con que frenar la pérdida de biodiversidad es una obligación moral, el 97% afirma que la naturaleza y la biodiversidad son una fuente de bienestar y calidad de vida y el 92% asegura que es indispensable para la producción de bienes como la alimentación, combustible y medicinas. El 89% ve en la biodiversidad un modo de paliar el cambio climático y el 77% asocia la pérdida de biodiversidad con consecuencias negativas desde el punto de vista económico para Europa.

Cuando se les pregunta a los encuestados por las medidas que la UE debería priorizar para proteger la biodiversidad, el 30% afirman que se necesitaría una mayor regularización de aquellos sectores económicos que tienen mayor impacto sobre la naturaleza (el 29% de los españoles). Un 22% de los encuestados indican que la UE debería proveer a los ciudadanos de mayor información sobre la importancia de la biodiversidad, demanda que se hace mayor entre los encuestados españoles (28%). El 14% de los ciudadanos de la UE-27 considera que hay que incrementar las áreas protegidas (el 10% en España). El 12% creen que deberían aumentarse los recursos financieros (el 11% en España). Un 11% ve en las compensaciones económicas para la conservación de la naturaleza un instrumento necesario (el mismo porcentaje en España) y tan solo un 7% afirma que es necesario promover la investigación sobre el impacto de la pérdida de biodiversidad (8% en España).

En cuanto a la implicación de los ciudadanos europeos con la biodiversidad, el eurobarómetro afirma que la inmensa mayoría, el 70%, hicieron algún esfuerzo por proteger la biodiversidad (el 34% de los españoles), y el 33% afirma que les hubiese gustado hacer algo más para compensar su pérdida (en España al 39%). Un 20% afirma no haber hecho nada por falta de conocimiento (11% de los españoles) y tan solo un 8% se limitaron a decir que "no habían hecho nada" (el 6% en España).

En resumen, el 86% de la población europea reconoce que la conservación de la biodiversidad es una obligación moral (el 98% en España) y el 92% consideran que frenar la biodiversidad es importante para el bienestar de los ciudadanos y su calidad de vida (el 97% en España). Entre las medidas para frenar la pérdida de biodiversidad, por orden de importancia, se señalan: la necesidad de una mayor regulación (30% de los encuestados), mayor y mejor información (22%), incrementar las áreas protegidas (14%), dotar de recursos financieros (12%), compensaciones económicas (11%) y promover la investigación (7%). Al comparar resultados de 2007 y 2010 se observa un pequeño incremento en el porcentaje de población que afirma haber realizado algún esfuerzo por frenar la perdida de biodiversidad (3%) y se ha disminuido levemente el porcentaje de población que no ha realizado ningún esfuerzo por falta de información (1%) o por otras causas (2%).

e) Red Natura 2000 y áreas de protección de la naturaleza

La última encuesta (2010), muestra que los ciudadanos siguen estando poco familiarizados con la Red Natura 2000. Ocho de cada diez afirman no haber oído hablar de esta red (78% en el 2010 frente al 80% en 2007). El nivel de conocimiento sobre la Red Natura 2000 difiere marcadamente entre los Estados miembros. Así, mientras en Finlandia el 19% de los encuestados afirma no conocer la existencia de la Red Natura 2000, en Irlanda y Reino Unido son el 96%-97%. En España, el 84% de los encuestados afirma que han oído hablar de la Red Natura 2000, pero tan solo el 5% sabe qué es.

No se perciben diferencias significativas en términos de concienciación sobre la Red Natura 2000 entre las

encuestas realizadas en 2007 y en 2010. En nueve Estados miembros, la proporción de encuestados que habían oído hablar de la Red Natura 2000 se ha incrementado en más de 5 puntos porcentuales. Este aumento fue mayor en Grecia (39% en el 2007 al 53% en el 2010; 14 puntos de diferencia) y Malta (del 16% al 29%; 13 puntos de diferencia).

La proporción de encuestados que afirman que la protección de animales y plantas en extinción es uno de los principales objetivos de las áreas de protección de la naturaleza va desde el 39% en Malta al 67% en Luxemburgo.

En cuanto a la relación entre áreas protegidas y desarrollo económico, aproximadamente la mitad de los ciudadanos europeos (48%) piensan que cuando el desarrollo económico perjudica o destruye las áreas de protección de la naturaleza debe prohibirse, el 54% de los españoles. El 41% de los ciudadanos europeos toman una posición más moderada, afirmando que la destrucción o daño de las áreas protegidas por el desarrollo económico serían aceptables si ello supusiese un desarrollo de interés público general mayor y si el daño causado a la naturaleza fuese completamente compensado de alguna manera. En el caso de los españoles, el porcentaje es del 34%.

En España, a pesar de la gran extensión que tiene la Red Natura 2000 (28% del territorio), tan solo el 5% de la población ha oído hablar de ella y sabe qué es. El 54% de los españoles considera que las actividades económicas han de prohibirse cuando perjudican a áreas naturales y el 34% afirma que estas actividades solo son aceptables si son de un interés público mayor y el daño ambiental es compensado.

Los resultados del eurobarómetro indican que la población europea, la más informada de la historia, declara sentirse poco o mal informada sobre qué es la biodiversidad, poco conocedora de su relevancia y las causas que generan su pérdida así como de la repercusión que ello tendrá en su calidad de vida presente y futura. Tampoco parece ser consciente de la responsabilidad que en ello tienen el propio ciudadano. La declaración del año 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad no ha servido para cambiar la situación, sino para poner en evidencia la necesidad de cambiar de estrategias.

■ 5.10.4. NUEVAS ESTRATEGIAS PARA EDUCAR PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD. EL MODELO CEPA

El CDB reconoce que los seres humanos son la fuerza más importante que provoca cambios en la naturaleza. Estos cambios suponen serias amenazas para las especies y sus hábitat, así como para las personas que dependen directamente de ellos. La generalización de los procesos de pérdida de la diversidad biológica pone en peligro el funcionamiento de los ecosistemas, y con ello, la variedad de servicios que estos ofrecen, y que son la base del bienestar humano.

El uso y gestión de los recursos naturales, la declaración y gestión de espacios protegidos como principales instrumentos para la conservación *in situ* de ecosistemas naturales y su biodiversidad, no son más que un reflejo de las ideas y cultura subyacentes en la sociedad, en cada tiempo y lugar determinado. Teniendo presente que se conserva lo que la sociedad quiere conservar, es evidente la importancia que tiene que la sociedad conozca y aprecie su patrimonio natural. Esto queda recogido en el propio CDB, que reconoce en su artículo 13 la necesidad de generar conciencia y educar al público general, fomentando la comprensión sobre la biodiversidad desarrollando programas educativos al respecto.

Desde hace décadas la UICN y, en concreto, la Comisión de Educación y Comunicación, viene desarrollando un amplio trabajo relacionado con la protección del medio ambiente y su gestión, especialmente vinculado al apoyo al CDB. Para ello se han establecido diferentes líneas de acción en el ámbito internacional, entre las que destaca el diseño de herramientas para trabajar con los agentes clave en la conservación de la biodiversidad, estando entre las más importantes el Modelo CEPA (Estrategias de Comunicación, Educación y Participación). A través de este modelo se pretende apoyar al CDB de forma transversal desde diversas disciplinas y ámbitos socioeconómicos, así como conocer los procesos de transformación social en la población hacia comportamientos más pro-ambientales. El apoyo hacia la gestión del cambio procede del desarrollo de un conjunto de competencias que se resumen en el acrónimo CEPA y que intentan brindar oportunidades de aprendizaje y generar procesos de transformación hacia el adecuado manejo de los ecosistemas y de las especies por las comunidades que en ellos habitan.

De este modo, las Partes del convenio tienen el desafío de desarrollar estrategias efectivas de comunicación, educación y participación pública con el fin de estimular e involucrar a las personas hacia la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de los recursos naturales. Con ello se pretende superar las estrategias de intervención más clásicas de fomento de programas de educación ambiental dirigidos a niños y jóvenes en contextos escolares. La situación actual exige nuevos enfoques y retos para los educadores. Los actores principales de las acciones de sensibilización deben ser los grupos y colectivos de la población que con sus acciones y comportamientos son los principales responsables de la disminución de hábitat o reducción de las poblaciones de especies de flora o fauna. Si los destinatarios son

diversos, las estrategias de comunicación que debemos emplear también deben diversificarse y adaptarse a cada situación y a las características específicas de cada grupo de destinatarios. Las intervenciones educativas comenzarán a ser más eficaces cuando se produzca la evolución desde el planteamiento de mensajes genéricos dirigidos a poblaciones muy amplias y diversas hasta intervenciones con mensajes más específicos dirigidos a grupos de ciudadanos homogéneos y con implicaciones ambientales similares.

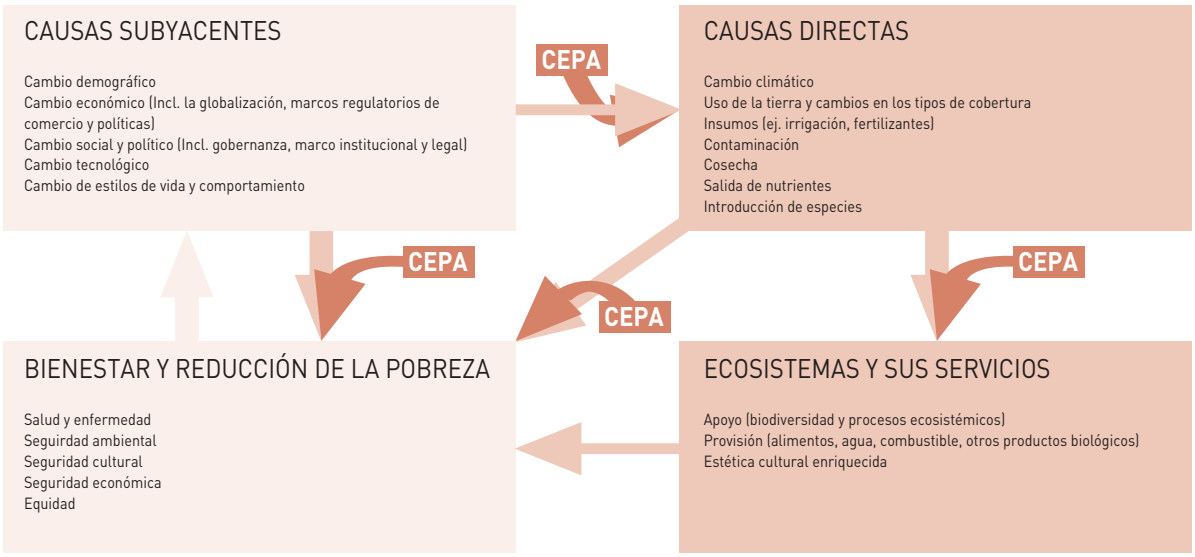
El Modelo CEPA intenta, por tanto, diversificar sus estrategias para llegar a todo tipo de público en contextos diversos. Por ese motivo, cuenta con múltiples instrumentos dentro del modelo, útiles para el diseño de intervenciones socioambientales en contextos heterogéneos, pero especialmente ligados a la elaboración e implementación de políticas y proyectos vinculados a la conservación de la biodiversidad. Algunas de sus características más destacadas son las siguientes (18):

- CEPA se ocupa de los procesos para atraer, motivar y movilizar la acción individual y colectiva para la biodiversidad.
- CEPA comprende una amplia gama de instrumentos sociales incluyendo: el intercambio de información, los diálogos participativos, la educación y la dinamización social.
- CEPA pone de manifiesto los intereses comunes entre los diversos actores para la conservación y la sostenibilidad.
- CEPA proporciona los medios para el desarrollo de redes, asociaciones y el apoyo para la gestión del conocimiento.
- CEPA proporciona los medios para manejar los procesos de diálogo entre múltiples actores, y obtener la cooperación de los diferentes grupos.
- CEPA incluye promover el aprendizaje activo o el de investigación-acción, como un medio para reflexionar sobre las experiencias, como se plantea en los principios del manejo adaptativo.
- CEPA proporciona las herramientas para desarrollar capacidades en apoyo a la diversidad biológica.
- CEPA ofrece herramientas para gestionar el cambio, lo cual es vital para implementar las estrategias nacionales de conservación de la biodiversidad.

El modelo CEPA juega un papel muy relevante en la identificación de las causas (tanto subyacentes como directas) que afectan a la conservación de la biodiversidad (Figura 5.10.5) y ayuda a conocer y desarrollar el proceso de transformación de la población hacia comportamientos más pro-ambientales, incidiendo en el manejo adecuado de los ecosistemas, siendo este cambio de comportamiento el resultado del desarrollo de un conjunto de herramientas y competencias. Todas las herramientas que propone están diseñadas para dirigir la intervención socioambiental en diversos contextos y entre ellos, y para favorecer el diseño y ejecución de políticas públicas y proyectos vinculados a la conservación de la biodiversidad.

En el presente apartado se lleva a cabo un análisis de cómo este modelo se está aplicando en los proyectos de conservación de la biodiversidad en España.

☐ **Figura 5.10.5.** El papel del modelo CEPA en la identificación de las causas involucradas en la pérdida de biodiversidad.



Fuente: Hesselink et al. (2007) (18).

Importancia asignada a CEPA en los proyectos de conservación de la biodiversidad en España

Como se ha avanzado, la importancia de las estrategias CEPA en la consecución de los objetivos marcados de conservación de la biodiversidad es reconocida a nivel internacional. Sin embargo, hasta el momento se conoce poco sobre los esfuerzos que se están realizando, y si estos son los más adecuados.

Con objeto de conocer cuál es la importancia y el enfoque asignado a las estrategias CEPA en los proyectos de conservación en España, se ha realizado un análisis detallado de algunos de los proyectos cofinanciados por la Fundación Biodiversidad en sus convocatorias de ayudas en concurrencia competitiva de los años 2005, 2006 y 2007, por tratarse de una de las mayores entidades financiadoras de proyectos relacionados con la conservación de la biodiversidad a nivel nacional.

Los proyectos cofinanciados por la citada entidad pueden agruparse en 5 líneas estratégicas: Biodiversidad, Desarrollo Rural, Cambio Climático, Medio Marino y Cooperación. Actualmente, la Fundación Biodiversidad está ejecutando más de 200 proyectos (sólo en el marco de la Convocatoria de Ayudas), y en las convocatorias 2005, 2006 y 2007, la línea de Biodiversidad financió un total de 64 proyectos, con una cantidad de 3.808.771,73 euros[2]. Estos proyectos pretenden de forma específica la conservación de espacios naturales y/o especies, contando además con el apoyo o la implicación de las personas en dicho objetivo de conservación.

Las 11 modalidades en las que se dividen las convocatorias así como los porcentajes destinados a cada una de ellas se recogen en la Tabla 5.10.3.

☐ **Tabla 5.10.3.** Porcentaje del presupuesto asignado por modalidades para 2005, 2006 y 2007 por la Fundación Biodiversidad para la realización de proyectos de conservación.

MODALIDADES	% PRESUPUESTO DESTINADO A CADA MODALIDAD 2005-2007
1A Colaboración a la ordenación y conservación del territorio	20,32%
1B Colaboración a la ordenación y conservación de las Reservas de Biosfera Españolas	5,26%
2 Contribución a la conservación de especies	7,56%
3 Contribución a la conservación de humedales	6,39%
4 Contribución a la conservación del medio marino	10,04%
5 Contribución a la conservación de bosques	9,12%
6 Organismos modificados genéticamente	2,61%
7 Lucha contra las amenazas de la biodiversidad	18,25%
8 Apoyo a programas contra la erosión y la desertificación	5,09%
9ACooperación internacional a la mejora de la sostenibilidad del desarrollo	11,86%
9B Cooperación internacional en la Red de reservas de Biosfera en Portugal e Iberoamérica	3,51%
TOTAL PRESUPUESTO (EUROS)	**5.700.000**

Fuente: Elaboración Benayas, Jimenez y Muñoz a partir del texto de las convocatorias de proyectos de la Fundación Biodiversidad (2005, 2006 y 2007).

En las bases reguladoras de estas convocatorias puede observarse que entre las características de las actividades a realizar por parte de los beneficiarios se contemplan de forma específica actividades CEPA, tales como la promoción y organización de programas de sensibilización y educación ambiental, así como de conferencias, coloquios, exposiciones, congresos y debates; la formación ambiental de distintos colectivos de la sociedad y la promoción y difusión de todo tipo de publicaciones.

Adicionalmente, en la convocatoria 2007 se incluye, dentro de una nueva modalidad, Colaboración a la ordenación y conservación de las Reservas de Biosfera Españolas, la necesidad de que los proyectos consistan, entre otras cosas, en:

- Fomento de la estructura organizativa (...) incluyendo en su caso, las actividades de cooperación e intercambio de conocimientos entre ellas y/o
- Actividades de difusión, sensibilización y educación ambiental sobre las Reservas de la Biosfera, consistentes en conferencias, coloquios, exposiciones, ferias, congresos, debates y actos similares, dirigidas a mejorar su implantación en el territorio.

De este modo, los temas CEPA quedan recogidos de forma directa en las convocatorias de ayudas para proyectos de conservación de la biodiversidad de esta institución, quedando este enfoque reforzado a partir de 2007 con la creación de la nueva modalidad relativa a la

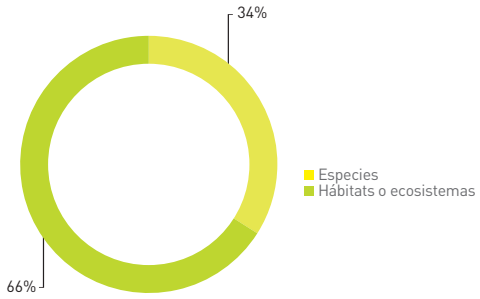
[2] Esta cantidad no incluye el presupuesto que las entidades solicitantes deben aportar al proyecto por sus propios medios (financiación por parte de otras entidades, financiación propia, etc.)

conservación de las Reservas de la Biosfera. La referencia explícita a la realización de este tipo de iniciativas, como una de las características de la convocatoria deviene, tal y como veremos en apartados siguientes, en que un gran número de los proyectos cofinanciados por la Fundación Biodiversidad tengan la componente CEPA muy presente en sus planteamientos.

Objetos de conservación de los proyectos

El análisis de los 64 proyectos identificados dentro de la Línea Estratégica de Biodiversidad (todas las modalidades) de las convocatorias citadas, muestra como dos tercios de los mismos tienen como objetivo principal la conservación de hábitat o ecosistemas y el tercio restante lo tiene en la conservación de especies (Figura 5.10.6). Estos resultados se corresponden con el cambio de enfoque desde el que se está trabajando actualmente el tema de la conservación de la biodiversidad. En los últimos tiempos hemos asistido a una evolución de las perspectivas conservacionistas, pasando de teorías de conservación de especies a otras teorías más integradoras o sistémicas de conservación del espacio, que entienden el ambiente como un todo interrelacionado que debe ser tratado en su conjunto. Este enfoque ayuda a evitar los sesgos taxonómicos que, tal y como se comentaba en apartados anteriores, acontecen con frecuencia en las decisiones sobre la asignación de fondos para la conservación de la biodiversidad.

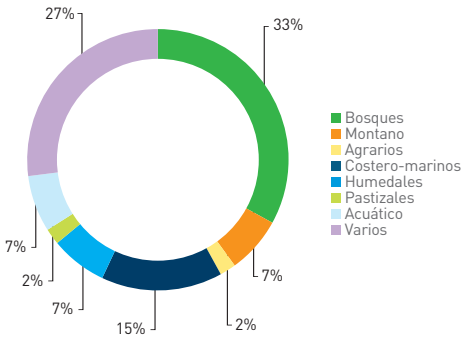
☐ **Figura 5.10.6.** Proyectos según objeto principal de conservación (n=64).



Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

Entrando a analizar cuáles son los hábitat que se conservan, destaca la importancia concedida a los bosques y hábitat costero-marinos (modalidades a las que se les dedican partidas presupuestarias específicas en las convocatorias). También existe un gran número de proyectos que trabajan con más de un hábitat y que, en general, corresponden a actuaciones relacionadas con la Red de Parques Nacionales o vinculados a la custodia del territorio (Figura 5.10.7).

☐ **Figura 5.10.7.** Hábitat estudiados en los proyectos de conservación (n=42).



Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

Importancia de los programas de Comunicación, Educación y Participación en los proyectos de conservación

Atendiendo a los presupuestos y al número de proyectos, podemos observar que el 81,3% de los proyectos analizados presentan algún tipo de iniciativa de comunicación, educación o participación ambiental, y que éstos (n=52) involucran el 51,9 % del presupuesto total adjudicado a los diferentes proyectos (n=64).

De estos 52 proyectos, 27 tenían como objetivo principal la realización de programas CEPA, con una media de 142.842 euros por proyecto, y 25 incluían estos programas de forma complementaria, asignándoles una media de 9.916 euros por proyecto.

Otros datos relacionados con la representatividad de los proyectos CEPA quedan recogidos en la Tabla 5.10.4[3].



[3] Cabe señalar que los presupuestos aquí recogidos corresponden a la totalidad de presupuesto asignado para cada proyecto. Es decir, la cantidad que otorga la Fundación Biodiversidad más la cantidad que se consigue mediante otros medios (otros financiadores, financiación por parte de la propia entidad solicitante, etc.).

☐ **Tabla 5.10.4.** Características de los proyectos CEPA en las convocatorias 2005, 2006 y 2007.

	Nº de proyectos	Porcentaje respecto al total	Presupuesto destinado a CEPA	Media Presupuesto CEPA / proyecto
Proyectos cuyo objetivo principal es la realización de programas CEPA	27	42,2%	3.856.742,2 euros	142.842,3 euros
Proyectos que incluyen de forma complementaria programas CEPA	25	39,1%	247.923,3 euros	9.916,9 euros
Total proyectos que contemplan actuaciones CEPA[4]	52	81,3%	4.104.665,4 euros (datos para 42 proyectos)	97.730,1 euros (calculados sobre 42 proyectos)
Proyectos que no contemplan actuaciones CEPA	12	18,8 %	0,0 euros	0,0 euros
Proyectos totales	64	100,0%	4.104.665,4 euros	-

Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

Tipo de actuaciones que desarrolla CEPA

Tres son los grandes grupos de acciones CEPA:

- Comunicación: aquellas actividades relacionadas con la divulgación, interpretación, campañas de sensibilización y publicidad ambiental.
- Educación: incluye aprendizaje (capacitaciones, aula abierta, etc.) y actualizaciones profesionales
- Participación: este grupo incluye actuaciones que requieren un diferente grado de implicación. Desde las que requieren una mayor participación (relacionadas con la gestión participada del territorio, realización de diagnósticos participativos, etc.), a otras en las que las personas tienen un nivel menor de acción (jornadas de voluntariado, fomento de la denuncia ante hechos en contra de las directrices de conservación, etc.)

Podemos observar que la totalidad de proyectos que desarrollan actuaciones CEPA utilizan estrategias de comunicación, un 46,15% de educación y el 32% de participación (Tabla 5.10.5).

☐ **Tabla 5.10.5.** Tipos de estrategias CEPA desarrolladas por los proyectos 2005, 2006 y 2007.

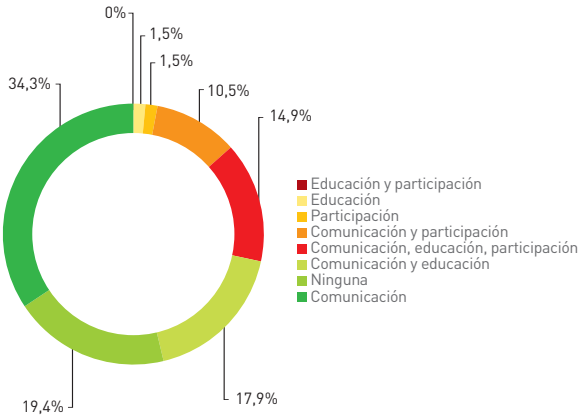
	Nº de proyectos	Porcentaje sobre el total de proyectos	Porcentaje sobre proyectos que desarrollan CEPA
CEPA Comunicación	52	81,3	100,0
CEPA Educación	24	37,5	46,2
CEPA Participación	17	26,6	32,7
Ninguna	12	18,8	

Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz (2010).

También resulta interesante resaltar las combinaciones existentes entre los diferentes tipos de actuaciones CEPA, de manera que obtengamos una perspectiva sobre el carácter integrador de los proyectos analizados. Se puede observar que menos de un 15% de los proyectos integra en su diseño estrategias de comunicación, educación y participación. Sin embargo, sí es alta la integración entre proyectos de comunicación-educación y comunicación-participación (sólo el 35,8% de los proyectos presenta un único tipo de actuación CEPA, consistiendo estas básicamente en estrategias de comunicación (Figura 5.10.8).

[4] De los 52 proyectos que presentan algún tipo de actuación CEPA, sólo se dispone de información sobre el presupuesto destinado a estas actividades para 42 proyectos.

☐ **Figura 5.10.8.** Combinaciones de estrategias CEPA desarrolladas por los proyectos 2005, 2006 y 2007.



Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

El destinatario preferente de estas actuaciones es el "público general", colectivo al que se dirigen el 77% de los proyectos que realizan CEPA. Sin embargo, este destinatario poco específico suele combinarse en el mismo proyecto con otros actores más directamente relacionados con los problemas concretos a trabajar, tal y como refleja el alto porcentaje de personal de la administración, del sector educativo y de los empresarios a los que se dirigen las actuaciones (Figura 5.10.9).

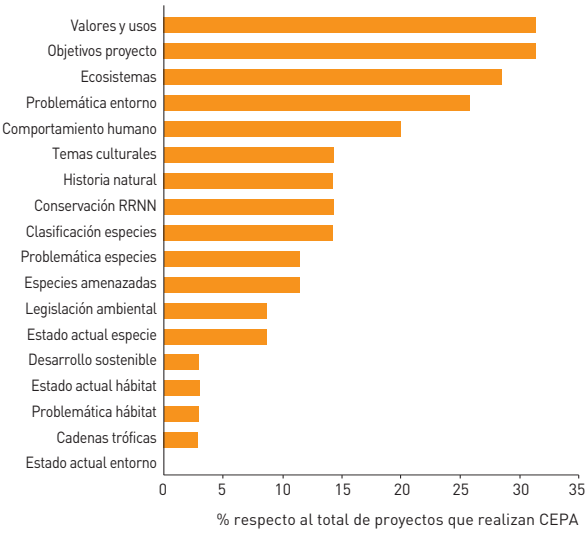
☐ **Figura 5.10.9.** Destinatarios de las acciones CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).



Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

Del análisis de los temas abordados, puede observarse que de las concepciones clásicas de la educación ambiental, que se ocupaban de temas más vinculados con las ciencias biológicas, se está pasando a concepciones más amplias o cercanas a las ciencias sociales, donde el papel que juegan las personas adquiere gran relevancia (en la adjudicación de valores y usos, analizar las problemáticas generadas por las acciones humanas, la búsqueda del cambio de comportamiento, etc.). La abundancia de proyectos que contemplan los propios objetivos de la iniciativa como tema se debe a la importante presencia de actuaciones de comunicación (tal y como se señalaba en apartados anteriores, Figura 5.10.10).

☐ **Figura 5.10.10.** Temas abordados por las acciones CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).

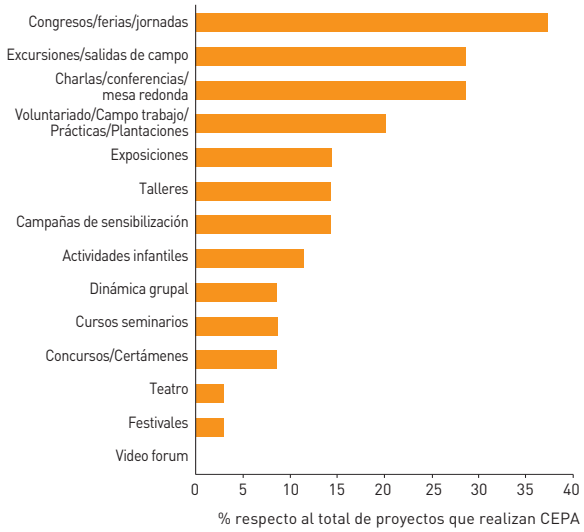


Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

Puede observarse que las actividades están muy centradas en iniciativas como congresos, ferias, charlas, etc. Estas actividades (especialmente las conferencias, charlas y mesas redondas), son principalmente de carácter unidireccional, no requiriendo una gran participación por parte del público destinatario. Muchas de ellas están relacionadas con iniciativas de difusión de los objetivos y/o los resultados de los proyectos. Sin embargo, cabe señalar que actividades como el voluntariado (principalmente relacionado con reforestaciones, recogida de basura o monitoreo), que sí cuentan con una importante componente de participación de la población, tienen una fuerte presencia en los proyectos de conservación analizados.

Algunas iniciativas más novedosas (como teatro, festivales, concursos o certámenes, dinámicas grupales, etc.), no están muy representadas; aunque existen gran número de iniciativas que cuentan con actividades más dinámicas (como las salidas de campo guiadas), frente a actividades estáticas (como las exposiciones), que pierden protagonismo (Figura 5.10.11).

☐ **Figura 5.10.11.** Actividades desarrolladas en las iniciativas CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).



Fuente: Elaboración Benayas, Jiménez y Muñoz.

De los datos analizados se observa como las estrategias CEPA están cobrando una importancia creciente en los proyectos de conservación de la biodiversidad en España. Esta importancia se refleja tanto en el número de proyectos que cuentan con estas iniciativas (o bien como herramientas de apoyo o como metodología propia para la intervención de conservación), como en los presupuestos destinados a su ejecución. Un análisis temporal de evolución de los proyectos en años sucesivos pueden servir para comprobar esta tendencia. De todas formas, sería necesario llevar a cabo un análisis más profundo sobre cómo se están desarrollando estos proyectos y cuáles están siendo los logros y resultados alcanzados.

Podemos observar en el análisis de esta limitada muestra, algunas de las tendencias que, a nivel más general, se están dando en el desarrollo de los proyectos con una componente de comunicación, educación o participación:

- Se ha visto la necesidad de romper con los destinatarios clásicos de estas acciones (niños/as y público en general), para llegar a otros actores que están determinando de una manera más directa la consecución o no de los objetivos de conservación. Destaca en la muestra analizada la fuerte representación del público en general, sin embargo se identifica una tendencia a definir actores específicos. Los escolares tienden a perder fuerza frente a otros sectores de la sociedad con mayor capacidad de acción y decisión.
- La integración de la comunicación, la educación y la participación, permite que las actuaciones tengan una mayor repercusión y que puedan prolongarse en el tiempo incluso después de que los proyectos (y con ellos, las subvenciones) finalicen. Aproximadamente un 44% de los proyectos de la muestra combina alguno de los tres tipos de estrategias, y existe un 15% que combina los tres. Estos datos concuerdan con la evolución en las prácticas CEPA, cada vez más orientadas a la utilización de múltiples herramientas para la obtención de mejores resultados.
- Destaca la importancia que a la comunicación se le otorga en este tipo de proyectos. Sin embargo, los procesos de participación comunitaria, entendida como la acción que realizan los miembros de la comunidad para la solución de los problemas ambientales, está menos representada. A pesar de existir una importante cantidad de iniciativas de voluntariado, prácticas, campos de trabajo, etc., iniciativas de participación comunitaria más complejas o que requieren de una mayor implicación por parte de la población, tienen una menor relevancia. No obstante, se puede observar la existencia de varios proyectos (muy relacionados con la creación de Reservas de la Biosfera, proyectos de custodia del territorio, etc.), que sí trabajan en esta línea, especialmente en la última convocatoria analizada, lo que hace pensar que esta tendencia pueda haberse mantenido o incrementado en las convocatorias de años posteriores.

A nivel general, pareciera que las actuaciones CEPA para la conservación de la biodiversidad avanzan por buen camino. No obstante, aún existen prácticas que es necesario mejorar, lo que requiere de la sistematización de la evaluación durante todo el proceso, de manera que seamos capaces de detectar esas fortalezas o debilidades que van a determinar la consecución, en mayor o menor medida, de los objetivos de conservación de la biodiversidad.

El CDB y sus conceptos están resultado difíciles de transmitir a políticos y a la población en general. Tras casi dos décadas de la celebración de CDB existe consenso al afirmar que existe falta de información y conocimiento en lo que respecta a la diversidad biológica. No existe un debate público sobre cómo hacer un uso sostenible de la biodiversidad como parte del desarrollo económico. Y esto a pesar de las declaraciones realizadas desde Naciones Unidas, que mantiene que la crisis de la biodiversidad es tan importante, sino más, que el cambio climático, como amenaza al bienestar humano y al sistema económico global. La pregunta entonces es, por qué no se ha alcanzado la misma concienciación pública ante la pérdida de biodiversidad que la que hay acerca del cambio climático. Entre las razones que se barajan para explicar esta diferencia encontramos:

1.- El lenguaje:"biodiversidad" es un término académico, más difícil de entender que calentamiento global. La narrativa del cambio climático frente a la de la pérdida de biodiversidad es más sencilla, tiene un mensaje claro e identifica las causas que lo provocan (emisiones de GEI) y sus soluciones (su control y regulación).

2.- La cobertura mediática también juega un papel fundamental. Las noticias sobre cambio climático son mucho más numerosas que las que tratan la biodiversidad. Un análisis de consultas en *Google* muestra que el tráfico de noticias sobre cambio climático duplica a las existentes sobre biodiversidad.

3.- La tercera razón es de carácter político. El cambio climático se ha situado en el centro de las agendas políticas, mientras que la pérdida de biodiversidad ha sido enviada a distintos departamentos medioambientales. Los argumentos económicos han tenido una incidencia clave. El informe Stern supuso el punto de arranque para la economía verde, se espera que el TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) tenga la misma transcendencia.

La diferencia en cuanto a capacidad de movilización de activistas en el cambio climático y en la pérdida de biodiversidad, tiene que ver mayoritariamente con el enfoque utilizado por las ONG en cuanto a los derechos humanos y el desarrollo. "Cuando se habla de cambio climático se piensa en desarrollo sostenible, y por tanto con una incidencia directa en el ser humano. Hasta ahora las campañas a favor de la conservación de la biodiversidad cuentan tan solo con un transfondo estético asociado a la conservación del panda y el tigre" (R. Bloomfield, *UK co-ordinator of UK response to the International Year of Biodiversity*).

La combinación de estos elementos hace viable la transición hacia un cambio de aptitudes sobre lo que es asimilable por la naturaleza. La población requiere de mayor y mejor información y conocimiento, de herramientas para entender mejor la relevancia de la biodiversidad y el impacto que su estilo de vida tiene sobre la misma. Se requiere un compromiso político de los gobiernos y económico de las empresas y multinacionales para incorporar la biodiversidad a sus estrategias, invertir en el uso sostenible de estos recursos, apoyar organizaciones de científicos que estudien estos temas y darle la difusión necesaria para que estos conocimientos lleguen a toda la población. Se necesitan estrategias a largo plazo con el objeto de generar cambios de comportamientos y estilos vida que resultan nocivos para la diversidad biológica y cultural. En definitiva, se precisa de una educación que genere los cambios necesarios en la sociedad para ser más sostenible.

■ 5.10.5. CONCLUSIONES

Teniendo presente que las actividades del ser humano son los principales responsables de la pérdida de biodiversidad, y que también es él quien decide qué conservar y cómo, es de vital importancia disponer de un conocimiento preciso y riguroso sobre la biodiversidad.

El conocimiento que actualmente tenemos sobre los ecosistemas y las especies ha resultado de gran interés para conocer cuál es su situación actual e identificar las causas que generan su degradación ó pérdida, así como para identificar las lagunas de conocimiento existentes. A pesar de que ya nadie duda de que la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales requiere de una perspectiva holística que integre tanto los factores ecológicos como los sociales y económicos, aún estamos lejos de conseguirlo. Para ello son necesarios equipos multidisciplinares capaces de desarrollar un enfoque que aborde la complejidad que supone afrontar la pérdida de biodiversidad y que se traduzca en proyectos en donde los factores ecológicos cobren la misma importancia que los económicos y los sociales.

La generación de conocimiento sigue compartimentalizada entre las diferentes disciplinas implicadas (en términos genéricos, ciencias de la naturaleza, ciencias sociales y ciencias económicas). Por otra parte, ha habido una la incorporación tardía de las ciencias sociales y económicas al estudio y análisis de la conservación de la biodiversidad. Todo ello redunda en que la mayor parte de políticas, estrategias, programas educativos y campañas de comunicación e información estén orientados hacia la conservación de determinados grupos de especies y hábitat emblemáticos, sin que se tengan en cuenta otros factores clave para el mantenimiento de la biodiversidad, así como las interacciones entre los procesos ecológicos, económicos y sociales.

Por otra parte, resulta de vital importancia transmitir de manera eficaz los mensajes relativos a la conservación de la biodiversidad y su importancia para el ser humano a través del diseño de campañas orientadas de forma específica hacia diferentes grupos sociales.

5.11. Hacia una nueva economía de la biodiversidad. La valoración económica y los instrumentos económicos de gestión

La biodiversidad se plantea hoy en día como un elemento crítico de sostenibilidad global por diferentes razones éticas, económicas y de bienestar. Precisamente, las recientes preocupaciones desde el ámbito económico afloran ahora con fuerza, quizá no tanto por el importante valor intrínseco del capital natural, sino por los costes y beneficios asociados a los bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan al sistema socioeconómico (y que ahora empiezan a reconocerse más claramente), en forma de materias primas (alimentos, combustibles, fibras y medicamentos, etc.), el valor de las funciones reguladoras de los mismos (mantenimiento de la fertilidad del suelo y ciclo de los nutrientes, regulación del ciclo del agua, del aire y del clima), así como por las repercusiones económicas del uso de los sistemas naturales sobre la productividad, el empleo y las condiciones y calidad de vida. Así, la biodiversidad como parte fundamental del capital natural y de los bienes globales del Planeta está intrínsecamente vinculada al desarrollo sostenible con un enfoque de "sostenibilidad fuerte", que enfatiza la importancia de los bienes y servicios vitales como soporte de nuestro bienestar presente y futuro. Pero, en todo caso, las implicaciones económicas de la biodiversidad en términos de valores, costes y beneficios resultan cada vez más relevantes hasta ir configurando un nuevo campo teórico-conceptual identificado como Economía de la Biodiversidad, que requiere una reconsideración del sistema económico como un subsistema que vive dentro del ecosistema global y que tiene que aceptar la existencia de límites, de escasez global para satisfacer necesidades presentes y futuras (1).

En la mayoría de los escenarios de futuro se prevé que, en el transcurso de este siglo, los niveles de extinción y pérdida de hábitat seguirán siendo elevados, con la consiguiente disminución de algunos servicios ecosistémicos que son imprescindibles para el bienestar de los seres humanos (2,3).

Varios informes autorizados, como la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (4), indican que esta destrucción de riqueza es cada vez más alarmante en todo el mundo, y que en muchos casos nos estamos enfrentando a situaciones de "punto sin retorno". La pérdida de biodiversidad por encima de ciertos límites tendría consecuencias desastrosas para la integridad y funcionamiento del ecosistema global, del igual manera que un aumento de 2ºC de la temperatura mundial puede provocar una catástrofe climática.

Según se prevé, en las próximas décadas la degradación de la biodiversidad va a continuar debido a factores como el crecimiento demográfico, los cambios en la utilización del suelo, la expansión económica y el cambio climático. Las implicaciones medioambientales de la pérdida de biodiversidad van de los cambios a microescala a la destrucción de ecosistemas y servicios enteros, lo que podría llegar a repercutir sobre nuestra prosperidad en el futuro (2). Por ejemplo, seguirá la tala de bosques tropicales para dar lugar a cultivos y pastizales y, posiblemente, para producir biocombustibles.

La valoración de los ecosistemas se considera una herramienta fundamental para la conservación de la biodiversidad por lo que queda recogido como una más dentro de este capítulo. La importancia de los servicios de los ecosistemas queda recogido en este informe en el siguiente capítulo (Capítulo 6) donde se explican y evalúan con detalle.

Los servicios ecosistémicos pueden dividirse en cuatro categorías (3) (5) (6):

- Servicios de aprovisionamiento, o suministro de bienes que benefician directamente a las personas y suelen tener un claro valor monetario, como la leña de los bosques, las plantas medicinales y los peces de los mares, ríos y lagos;
- Servicios culturales, que no ofrecen beneficios materiales directos pero contribuyen a satisfacer ciertas necesidades y deseos más amplios de la sociedad y, por lo tanto, inciden en la predisposición de las personas a costear los gastos de la conservación. Entre otros, cabe mencionar el valor espiritual que se da a ciertos ecosistemas, como las arboledas

sagradas, y la belleza estética de los paisajes o las formaciones costeras que atraen a los turistas;
- Servicios de regulación, son la gama de funciones vitales desempeñadas por los ecosistemas a las que, en raras ocasiones, se les asigna un valor monetario en los mercados convencionales. Entre ellos se cuentan la regulación del clima mediante el almacenamiento de carbono y el control de las precipitaciones locales, la eliminación de contaminantes por medio del filtrado del aire y las aguas, y la protección frente a los desastres, como el deslizamiento de tierras y las tormentas costeras;
- Servicios de apoyo, que no benefician directamente a las personas pero son esenciales para el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, responsables indirectos de los demás servicios. Entre ellos se cuentan la formación de suelos y los procesos de crecimiento de las plantas.

Las decisiones relacionadas con la planificación y mantenimiento de la biodiversidad o de los recursos naturales se han basado, de manera tradicional, en consideraciones financieras, determinadas en su mayoría por análisis coste-beneficio en los que no se incluía (ni todavía se incluye) el valor económico total de la biodiversidad, es decir, el valor de la conservación frente al valor financiero de corto plazo del análisis coste-beneficio tradicional. Y son dos las causas principales: la ausencia de mercado y la existencia de bienes públicos y recursos comunes. Al no existir mercado para muchos de los productos y servicios que proveen los recursos naturales, es decir que dichos productos ni se compran ni se venden, no se les otorga valor. Esto trae como consecuencia que, cuando está en juego la conversión de un ecosistema para la agricultura, la acuicultura, la construcción o cualquier otro uso que suponga un cambio, estos usos son generalmente considerados primordiales para el crecimiento regional y el crecimiento económico y estos argumentos son convincentes para algunos sectores de la sociedad. La información que arroja la valoración de los ecosistemas es fundamental para un cambio de mentalidad de la sociedad que priorice los valores del largo plazo sobre el corto plazo y tenga en cuenta otros valores además de los financieros, tal y como incluye la valoración de los ecosistemas (6).

> La valoración económica debe rescatar los valores no asociados al mercado, creando incentivos para su conservación. Estos valores son cuantificados a través de las funciones que proveen los ecosistemas. El capital natural es esencial para el bienestar humano. Capital natural cero significa bienestar humano cero [...] No tiene sentido preguntarse por el valor de la atmósfera para la humanidad [...] Su valor es infinito [...] Sin embargo, si es relevante preguntarse los efectos sobre el bienestar que cambios en la cantidad y calidad de los servicios de los ecosistemas pueden tener» (5).

Por otro lado, algunos servicios de los ecosistemas cumplen las cualidades propias que los economistas han denominado bienes públicos. Un bien público existe cuando una persona puede beneficiarse de la existencia del mismo sin afectar o reducir que otras personas se beneficien o se sirvan del mismo recurso sin disminuir ni la calidad ni la cantidad del mismo. Aunque muchas personas valoren los bienes públicos, nadie está realmente interesado en pagar para mantenerlos. Si un ecosistema sustenta una valiosa diversidad biológica, todo el mundo puede potencialmente beneficiarse de ella y nadie es excluido. En estos casos, es muy difícil valorar los servicios de los recursos naturales ya que la disposición a pagar suele ser cero, tendiendo a la sobreexplotación de los recursos y, si no se controla mediante mecanismos de control o acceso, puede suponer la extinción de especies, lo que Hardin caracterizaba ya en 1968 como la tragedia de los comunes (7).

La valoración puede y deber apoyarse en otras herramientas de carácter económico para completar la información sobre los incentivos y medidas para la conservación de los recursos. Sin embargo, todas estas medidas han de ser tomadas con cautela porque pueden causar el efecto contrario al deseado si los políticos no las toman de manera adecuada (6). Por ejemplo, las subvenciones, otra herramienta del análisis económico son, según esta fuente, uno de los alicientes más importantes para la sobrepesca y, por tanto, un elemento que impulsa el deterioro y agotamiento de la diversidad marina. También la creación de mercados de ciertos bienes o cuotas de consumo o contaminación para los que no existía un mercado previo. Es el caso de los mercados de carbono, que han contribuido a legitimar unos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (42.000 millones de toneladas), que son unas cinco veces superiores a la capacidad de la tierra para absorber dichos gases (9).

■ 5.11.1. DIFICULTAD DE LA VALORACIÓN

Ante la crisis de biodiversidad se deben plantear sistemas de respuesta que permitan avanzar en la gestión de los ecosistemas que conlleve un aumento del bienestar humano. Desde luego se necesitan nuevos acuerdos políticos e institucionales, pero también una reconsideración económica de las soluciones, teniendo en cuenta cambios en los derechos y el acceso a los recursos, así como opciones integradoras del valor del patrimonio natural y cultural (6). Además, dado que las materias primas que suministra la naturaleza al proceso productivo, así como muchos de los servicios de los ecosistemas, no están reflejados en los precios de mercado. Una gestión sostenible de los recursos naturales exige un cambio en la concepción económica del "valor", tanto si se usan como si no, para actuar sobre opciones que no pertenecen al mercado.

Limitación de la noción de diversidad

En la valoración de la biodiversidad, el primer elemento que constituye un sesgo en el análisis es la limitación de la noción de diversidad a uno de los niveles de organización de la materia viva, las especies, desconociendo el valor de los demás niveles. Aun la comunidad científica no ha terminado de desarrollar el concepto de "valor" a medida que se amplía el concepto de "capital" para abarcar el capital humano, el capital social y el capital natural. Al reconocer estos otros "capitales" e intentar ampliarlos y protegerlos, se abre el camino hacia un mayor conocimiento y una mejora, por tanto, de las decisiones y los procesos de sostenibilidad (6).

Diferentes perspectivas del concepto de valor y de la forma de aproximarse a él

El valor económico total es la suma de todos los valores mutualmente compatibles. El valor de los recursos naturales no es precisamente la suma de todos los posibles valores, ya que no todo puede ser evaluado y sumado al mismo tiempo. Ello se explica porque existen conflictos e incompatibilidades intrínsecas entre muchos usos de los recursos naturales.

Por tanto, es importante no limitar la evaluación a los valores monetarios e incluir también análisis cualitativos e indicadores físicos. De las consideraciones anteriores se deduce que pueden diferenciarse muchas perspectivas en la valoración de la biodiversidad. Esto significa que diversas opiniones acerca del valor de la biodiversidad son en muchos casos consecuencia de las diferentes perspectivas adoptadas, lo que no implica que unas sean correctas y las otras no.

Existen dificultades en lograr un consenso de las diferentes propuestas de estimación de estos valores, de comunicarlos con claridad y, sobre todo, de comunicar la importancia de la valoración. Sin embargo, el reconocimiento de los diferentes valores de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de la biodiversidad y su utilización para la toma de decisiones, es fundamental para la conservación de la biodiversidad a largo plazo.

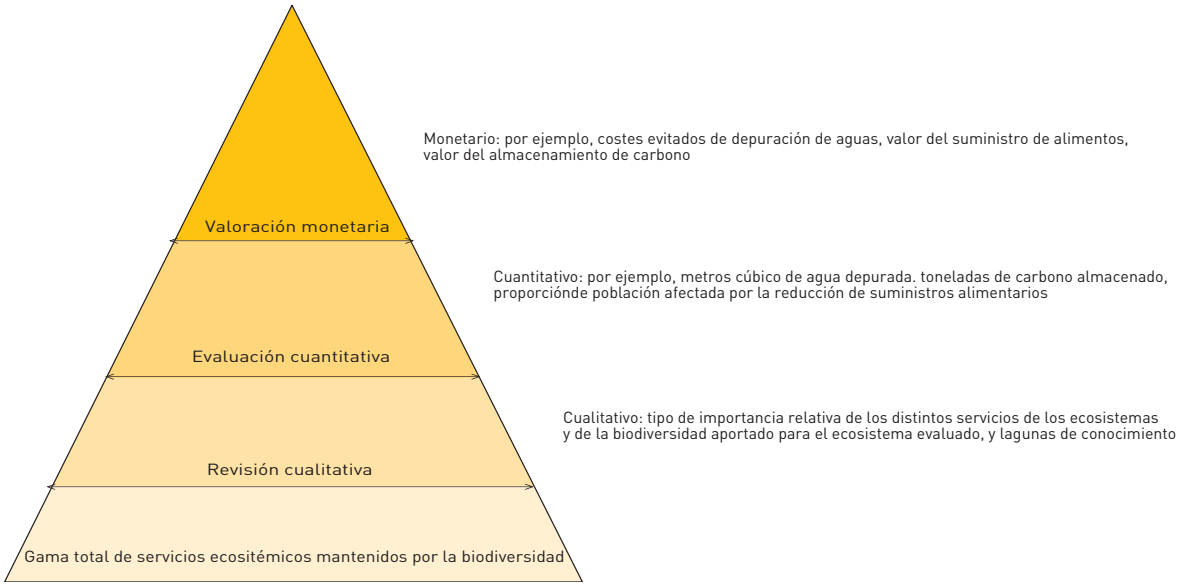
Para aproximarse al valor económico de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas existen diferentes perspectivas, ya que el valor de la biodiversidad puede ser interpretado en varios sentidos (Figura 5.11.1). Además puede que haya beneficios que no se hayan identificado todavía, y para muchos de estos servicios tampoco se cuenta con herramientas de análisis económico adecuadas para cuantificar toda la gama de los servicios proporcionados.

Muchos expertos no consideran que deba darse un valor instrumental a la biodiversidad, argumentando que ésta tiene un valor por sí misma, sin necesidad de que sea utilizada por los humanos (también conocido como valor instrumental). Otros sin embargo aceptan la atribución de un valor monetario a la biodiversidad, ya que consideran que, al igual que cualquier otro bien o servicio ambiental, es una consecuencia de un punto de vista antropocéntrico o instrumental que tiene en cuenta los beneficios de la biodiversidad para los humanos en términos de las oportunidades de producción y consumo. Existen un tercer punto de vista intermedio entre los dos anteriores que admite que es posible la monetización de los beneficios de la biodiversidad, pero que siempre conlleva una subestimación del valor "real" dado que el "valor primario" de la biodiversidad no puede ser trasladado a términos monetarios.

La valoración económica de la biodiversidad puede basarse en indicadores monetarios reducidos a una unidad monetaria, que sirve como guía para comparar y clasificar diferentes alternativas de gestión y la toma de decisiones. Existen también las evaluaciones físicas del valor de la biodiversidad que se basan en indicadores no monetarios. En algunos casos se pueden asignar valores monetarios a los indicadores físicos, combinando de esta forma las dos aproximaciones.



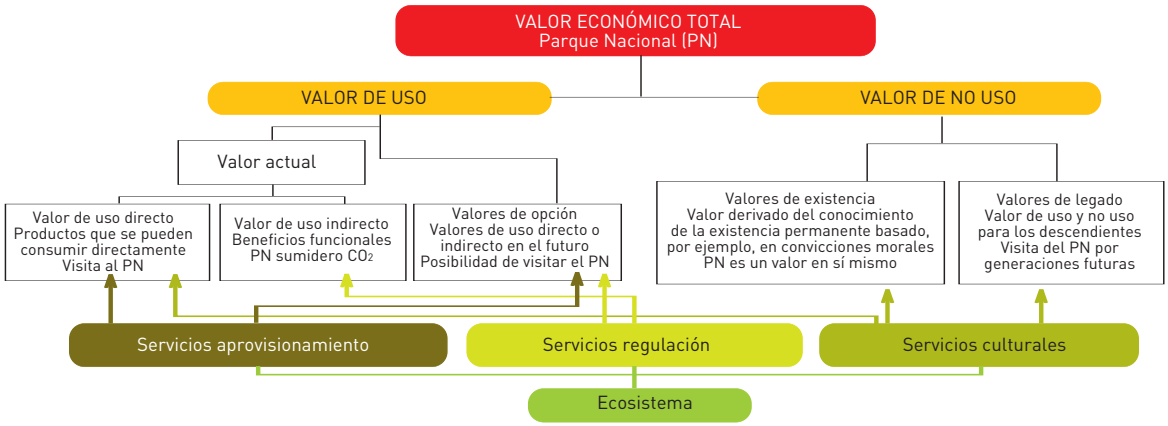
☐ **Figura 5.11.1.** Valoración de los servicios de los ecosistemas.



Fuente: Comunidades Europeas (6) a partir de Brink, 2008 (10).

El Valor Económico Total (VET) del medio ambiente se suele estimar como la agregación del valor de uso y el de no uso. El valor de uso considera los elementos asociados al uso que se hace del bien. El valor de uso directo se reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico o de un servicio que presta el mismo y puede estar incluso asociado a un valor en el mercado (por ejemplo, la visita a un Parque Nacional, Figura 5.11.2). El valor de uso indirecto está relacionado con los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat (por ejemplo, el valor que tiene el ecosistema del Parque Nacional como sumidero de carbono). Finalmente el valor de uso de opción contempla el valor de los usos potenciales, conocidos y desconocidos, en el futuro (el valor que tiene un Parque Natural para sus futuros usuarios potenciales, por ejemplo la opción a visitarlo en un futuro aunque no tenga la intención de visitarlo inmediatamente). Por otro lado, el valor de no uso es aquel que no está relacionado con el uso actual o potencial de un recurso. El valor de legado tiene en cuenta el valor asociado al hecho de que las generaciones futuras podrán hacer uso del bien (un Parque Nacional puede ser visitado por las generaciones futuras, es un legado que se traspasa). Por último, el valor de existencia es el valor que se da a un bien o recurso por su mera existencia (el valor del Parque Nacional no por su uso presente o futuro, sino por su existencia como tal (11).

☐ **Figura 5.11.2.** Representación del Valor Económico Total de un Parque Nacional.



Fuente: MARM (2010) (11), Jiménez Herrero (12).

Los métodos de valoración económica se aplican en función de los tipos de servicios ecosistémicos. Así, los servicios de abastecimiento son más fáciles de valorar puesto que suelen comercializarse en los mercados y por tanto sus precios de mercado pueden usarse para hacer las valoraciones económicas. En el caso de los servicios de regulación o culturales, que no suelen tener precios de mercado (excepto, por ejemplo, la captura de carbono), las técnicas empleadas se basan en información de mercado directamente relacionada con el servicio o bien (preferencias reveladas), o en mercados simulados (preferencias declaradas). La Tabla 5.11.1. muestra los métodos más utilizados en la economía ambiental.

En España los métodos más aplicados son el coste del viaje y la valoración contingente, usados para valorar Espacios Naturales Protegidos (Tabla 5.11.2.) .

☐ **Tabla 5.11.1.** Algunos ejemplos de métodos de valoración.

Mercado	Clasificación			Método de valoración	Valor
SI			Cuando existen mercados para el recurso	Precios de mercado	Uso directo e indirecto
	Valoración de mercado	Evaluación de costes y beneficios directos	Costes estimados por la relación del recurso con un bien que dispone de mercado	Costes evitados	Uso directo e indirecto
			Cuando el bien ambiental afecta al nivel de producción de un bien valorado en el mercado	Función producción	Uso indirecto
NO	**Preferencias reveladas**	Evaluación indirecta a través de mercados reales relacionados con el recurso	Cuando el activo ambiental influye en mercados reales (preferencias reveladas)	Precios hedónicos	Uso directo e indirecto
				Coste del viaje	Uso directo e indirecto
	Preferencias declaradas	Evaluación a través de mercados ficticios	Variaciones compensatorias a través de mercados artificiales o poniendo a los agentes en situaciones de mercado	Valoración contingente (métodos similares)	Uso y no uso

Fuente: MARM (2010) (11).

Encontrar la tasa de descuento

La tasa de descuento da información sobre el valor futuro de los activos presentes y es una herramienta imprescindible en cualquier proceso de análisis coste-beneficio convencional. La elección de una tasa de descuento más alta o más baja condicionará el resultado de la valoración. Una tasa de descuento cero significa que el coste o el beneficio será el mismo ahora que en el futuro, pero el valor actual se reduce considerablemente a medida que se incrementa la tasa de descuento (6).

Muchos economistas, antes y después el Informe Stern, pusieron de manifiesto la crucial importancia que tiene elegir la tasa de descuento adecuada en aquellas decisiones a largo plazo que no se ciñen a los cálculos económicos convencionales. Por ejemplo, para cuantificar los costes producidos por el cambio climático, los sucesos que se están considerando van a suceder en un periodo de más de 50 años y en tales plazos el efecto de una tasa o de otra es muy distinto (9).

La aplicación de una tasa de descuento mayor o menor en la valoración de la destrucción de los ecosistemas arrojará un resultado mayor o menor y condicionará los resultados. El estudio de la valoración de los ecosistemas del mundo de Costanza et al. (1997) (5) arrojaba una cifra total de 33 billones de dólares (el PIB mundial para el mismo año era de 18 billones de dólares). Esta cifra fue muy discutida y expuesta a críticas por la elección de la tasa de descuento. Para algunos la tasa de descuento aplicada provocaba la infravaloración del valor de los servicios de los ecosistemas y para otros esta tasa de descuento lo sobrevaloraba.

Los economistas aplican las tasas de descuento para comparar un beneficio futuro con un beneficio actual. El beneficio o el valor obtenido hoy no valdrá lo mismo en el futuro, pero en la mayoría de los casos estas decisiones no implican consideraciones morales. Sin embargo, en las decisiones de valoración de los servicios ambientales y el valor de su conservación o de su destrucción, debe elegirse entre el bienestar de las generaciones futuras y el de las actuales (6). Aplicar una tasa de descuento del 4% a 50 años significa que se considera que un determinado servicio de la biodiversidad o del ecosistema va a valer para las generaciones siguientes una séptima parte de su valor para las generaciones actua-

les. Por tanto la tasa de descuento que se debe aplicar para valorar tales servicios de ser cero si se quiere considerar que el valor intergeneracional es el mismo. Otros autores afirman que la tasa de descuento debería ser incluso negativa, ya que las generaciones futuras disfrutarán, dadas las predicciones de una menor disponibilidad de los servicios de los ecosistemas (6).

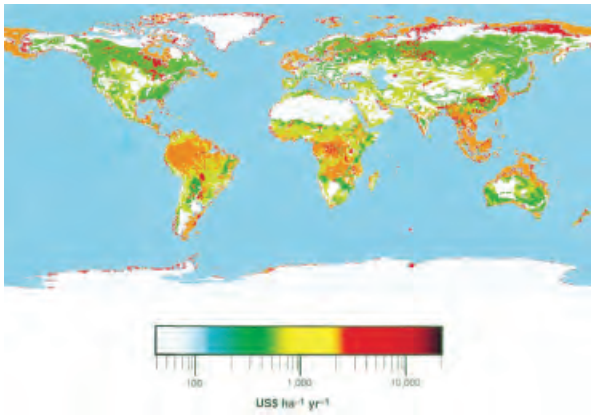
Por tanto la elección de la tasa de descuento condiciona los resultados. El estudio *La economía de los ecosistemas y la biodiversidad*, se ha convertido en un informe de referencia del que se ha extraído información de interés para la redacción de este apartado, plantea la aplicación de tasas de descuento distintas que tengan en cuanta distintos puntos de vista morales para que los usuarios finales puedan tomar decisiones informadas. En el caso de la valoración de los servicios de los ecosistemas la elección de la tasa de descuento es, por tanto, una elección con un componente moral.

■ 5.11.2. LA VALORACIÓN EN LA PRÁCTICA

El estudio arriba citado ha puesto de manifiesto que los costes de la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, hasta hace poco, se subestimaban. Según las conclusiones provisionales del estudio, la pérdida anual de servicios ecosistémicos equivale a 50.000 millones de euros, y, para 2050, las pérdidas acumuladas de bienestar supondrán el 7% del PIB (13).

Otro estudio realizado resaltaba el valor económico de lo servicios de los ecosistemas del mundo y del capital natural tal y como se ilustra en el mapa 5.11.1. Este estudio estimaba en 33 trillones de dólares americanos de 1994 el valor de dichos ecosistemas (5).

☐ **Mapa 5.11.1.** El valor económico de los servicios de los ecosistemas del mundo y del capital natural.



Fuente: Constanza et al. (1997) (5)

Algunas estimaciones del valor de la biodiversidad terrestre

La industria del turismo de África meridional, que depende en gran medida del avistamiento de vida silvestre, se estimó en 2000 en 3.600 millones de dólares EE.UU.

Se ha calculado que en la India el ingreso real de los pobres aumenta de 60 a 95 dólares EE.UU. cuando se tiene en cuenta el valor de los servicios ecosistémicos, como la disponibilidad de agua, la fertilidad del suelo y los alimentos silvestres, y que costaría 120 dólares per capita reemplazar los medios de subsistencia que se perderían si se les negaran esos servicios a los pobres.

Se estima que los insectos que llevan el polen de un cultivo a otro, en especial las frutas y verduras, aportan más de 200.000 millones de dólares EE.UU. por año a la economía mundial de los alimentos.

Sobre la base del coste que acarrea proveer agua por otros medios, los servicios de captación de agua de la región de Otago (Nueva Zelanda), prestados por los hábitat de pastos endémicos del género Chionochloa, ubicados en las 22.000 hectáreas del Parque de Conservación Te Papanui, están valorados en más de 95 millones de dólares EE.UU.

Algunos cálculos del valor de la biodiversidad de las aguas continentales

Se estima que la marisma Muthurajawela, humedal costero ubicado en una zona con gran densidad de población del norte de Sri Lanka, presta servicios en materia de agricultura, pesca y extracción de leña que ascienden a 150 dólares EE.UU. por hectárea. El valor de la prevención de daños por inundaciones se calcula en 1.907 dólares EE.UU. por hectárea y el del tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas, en 654 dólares EE.UU.

Se estima que el delta del Okavango, en África meridional, genera un ingreso de 32 millones de dólares EE.UU. por año para los hogares de Botswana por el uso que pueden hacer de los recursos naturales, las ventas y los ingresos provenientes de la industria del turismo. El rendimiento económico total de las actividades asociadas con el delta se calcula en más de 145 millones de dólares EE.UU., un 2,6% del producto interno bruto de Botswana.

Estimaciones del valor de la biodiversidad marina y costera

Las pesquerías emplean a unos 200 millones de personas a nivel mundial, aportan cerca del 16% de las proteínas que se consumen en todo el mundo y tienen un valor estimado de 82.000 millones de dólares EE.UU.

Se ha calculado que la mediana anual del valor económico de las pesquerías ubicadas en los hábitat de manglares del Golfo de California asciende a 37.500 dólares EE.UU. por hectárea de franja de manglar. El valor de los manglares como barrera de protección de las costas puede alcanzar los 300 000 dólares EE.UU. por kilómetro de costa.

El valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los arrecifes de coral varía en más de 18 millones de dólares EE.UU. por km^2 y año en relación con la gestión de riesgos naturales, hasta 100.000 millones de dólares EE.UU. por turismo, más de 5 millones de dólares EEUU. por concepto de material genético y bioprospección y hasta 331.800 dólares EEUU por pesquerías.

En el ejido de Mexcaltitán, Nayarit (México), el valor directo e indirecto de los manglares representa el 56% del incremento anual de la riqueza del ejido.

Fuente: sCDB (2010) (2)

En Europa, un estudio del valor económico de los tres Parques Nacionales de Gales diseñados para conservar la belleza natural de la región, la vida silvestre y el patrimonio cultural, concluyó que los Parques sostienen cerca de 12.000 empleos (lo que representa el 10% de todo el empleo en Gales), producen unos ingresos anuales de aproximadamente 250 millones de euros y generan alrededor de 300 millones de euros en PIB (13).

En España se han realizado varios estudios de valoración económica, entre los más recientes cabe destacar los que se ralacionan en la Tabla 5.11.2.

☐ **Tabla 5.11.2.** Ejemplos de estudios de valoración económica de los recursos naturales realizados en España.

Recurso Valorado	Método	Evaluación	Resultado
Estimación económica de bienes y servicios ecosistémicos perdidos por incendios forestales en Galicia (Barrio, M., Loureiro, M. y Chas M.L, 2007)	Precios de mercado	Valoración de pérdidas turísticas, pérdida de madera, pérdida capacidad de secuestro de carbono, pérdida de biomasa. También se han valorado externalidades negativas por pérdidas derivadas de la emisión de CO_2, daños patrimoniales y costes de ayudas de MMA y costes de extinción. Consideración de 2 escenarios en algunos casos.	Pérdidas de turismo: escenario 1: 10.657.654 euros; escenario 2: 23.865.409 euros. Pérdidas de madera: 80.408.162 euros Valor sumidero CO_2 perdido: 4.382.333 euros Pérdidas biomasa: escenario 1: 43.549.044 euros; escenario 2: 87.097.900 euros
Control de la erosión *ex situ* en España (Esteban Moratilla, F., 2010. Proyecto VANE)	Costes evitados	Costes evitados en la limpieza de material depositado en embalses. Se ha evaluado este servicio como la aportación de la estructura vegetal al control de la erosión del suelo y los costes que supondría la limpieza de los embalses como consecuencia de la pérdida de capacidad de almacenamiento de agua por los arrastres de sedimentos de materiales erosionados.	Valor total España: 443.022.879 euros/año Los ecosistemas forestales aportan más del 50% del valor total, los matorrales más del 15% y los bosques de plantación más del 7%.
Espacios recreativos en Vigo (González Gómez, M., 2000)	Precios hedónicos	Valoración de espacios verdes urbanos mayores de 10 ha a partir del precio de 130 viviendas de alquiler. El cuestionario para cada vivienda recaba información de variables estructurales y de localización exacta, complementada con atributos medioambientales y socioeconómicos. El alquiler también está influido por la distancia del inmueble a un parque.	Valor parque: radio de influencia 0,5 Km: 3.101.222 euros/año radio de influencia 1 Km: 12.020.242 euros/año
Valoración de los daños ambientales por el accidente del Prestige en País Vasco. (Pere Riera y Verónica Farreras, 2003)	Coste del viaje	Valor de uso recreativo: el coste promedio zonal del viaje se compone de dos conceptos: el gasto del desplazamiento en coche, que incluye gasolina y peajes. Se consideran solo los turistas de la Península. Se tomaron los datos de procedencia y el número de turistas desplazados del Instituto de Estudios Turísticos, con un total de 916.098 visitantes.	Valor de uso recreativo en 2003 con el accidente: 33,95 M/euros Valor de uso recreativo sin el accidente: 35,49 M/euros
Parque Natural de la Sierra de Hornachuelos (Córdoba) (Onetti Costa, V. et al, 2008)	Valoración contingente	Valor de uso: disposición a pagar una entrada Valor de no uso: disponibilidad a donar dinero y disponibilidad a aceptar una compensación si desapareciera el Parque (400 encuestas *in situ* a partir de marzo de 2005).	Valor uso: 92.437 euros/año Valor de no uso: disponibilidad a donar dinero: 1.250.000 euros/año.

Fuente: MARM (2010) (11).

El más ambicioso es el estudio que acaba de publicar el MARM, consistente en la valoración de los activos naturales de España, conocido como Proyecto VANE. El estudio tiene como objetivo determinar el valor económico de las funciones y servicios en cada una de las hectáreas del territorio nacional (terrestre y marino), así como la importancia relativa del mismo en unidades monetarias referidas al año 2005. Según apunta el estudio, se evaluaron los servicios de la naturaleza en condiciones de prestación indefinida, sin riesgo para la propia supervivencia del ecosistema que los proporciona, usando tanto métodos directos (precios de mercado) como indirectos (preferencias reveladas y preferencias declaradas) (14):

Otros activos considerados fueron bosques, suelo agrícola y pastizales, aguas continentales, franja costera, mar abierto y plataforma continental y, a partir de estos activos se identificaron los servicios proporcionados, diseñando un procedimiento de valoración asociado a cada uno de los servicios considerados (Tabla 5.11.3) valorando los servicios tal y como se muestran en el Mapa 5.11.2.

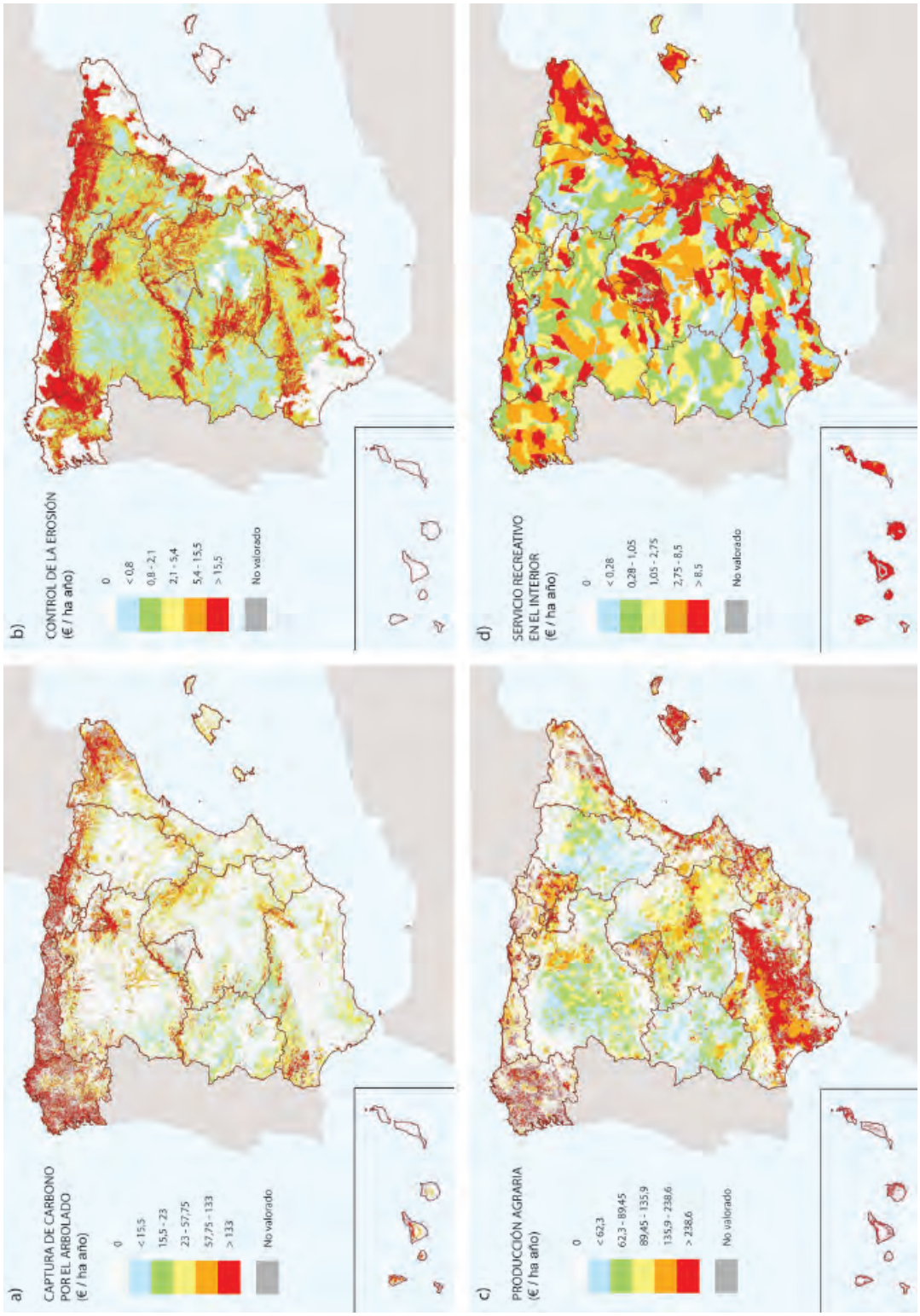
☐ **Tabla 5.11.3.** Servicios considerados en la valoración de loa activos naturales de España.

GRUPO	SERVICIO
Producción de alimentos y materia prima	Madera Leña Piñones Corcho Hongos Producción agraria Producción ganadera forestal Pesca capturada en océano Pesca opción en el océano Pesca cultivada en el océano Materias primas en el océano
Provisión de agua	Uso agrario Uso industrial Uso doméstico Uso energético
Servicios recreativos	Servicios recreativos en costa Servicios recreativos en el interior
Caza y pesca deportiva	Caza menor Caza mayor Pesca continental
Control de la erosión	Control de la erosión y retención de sedimentos Control erosión *ex situ* Tratamiento de vertidos en aguas continentales Tratamiento de vertidos en océano
Captura de carbono	Captura de carbono en suelo forestal Captura de carbono agrícola Captura de carbono en el océano Conservación diversidad en Red Natura 2000
Conservación diversidad en todo el territorio	Conservación diversidad en todo el territorio

Fuente: MARM (2010) (11).

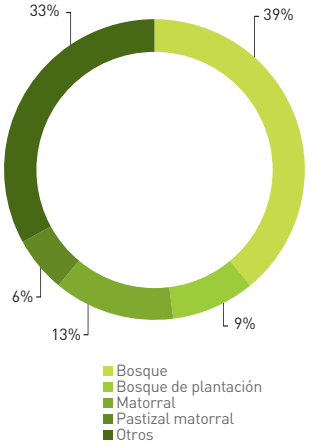
El Mapa 5.11.2. muestra el valor de los activos naturales de España según algunos de los servicios proporcionados que se recogen en dicho estudio. Por ejemplo, el servicio de captura de carbono por arbolado forestal fue valorado en 1.951.286.640 euros año^{-1} (también fue valorado el servicio de captura de carbono por matorral en 694.192.873 euros año^{-1} y por suelo agrícola en 26.278.171 euros año-1). El servicio proporcionado de control de la erosión se valoró en 49.445.394 euros año^{-1}. La producción agraria en 24.216.106 euros año^{-1} y el servicio recreativo proporcionado por el medio ambiente interior se cuantificó en 49.448.792 euros año^{-1} (14).

☐ **Mapa 5.11.2.** Ejemplos de valoración de los activos naturales de España según servicio proporcionado: a) carbono arbolado b) control de la erosión c) producción agraria d) servicios recreativos de ecosistemas de interior.



Fuente: MARM, 2010 (14)

☐ **Figura 5.11.3.** Distribución del valor del servicio de conservación de la diversidad biológica.



Fuente: MARM (2010) (14).

■ 5.11.3. LA CONTABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS

Los Sistemas de Cuentas Nacionales son el principal fundamento de las estadísticas económicas y de muchos indicadores económicos, como el PIB. Tal y como se viene poniendo de manifiesto desde Naciones Unidas y también por parte de la Comisión Europea (15), para tener una buena base a efectos de la elaboración coherente de políticas, se necesita una estructura de datos que incluya de forma sistemática temas ambientales y sociales junto a los económicos, de tal forma que las cuentas nacionales pueda completarse con una Contabilidad Económica y Ambiental Integrada que proporcione datos plenamente coherentes.

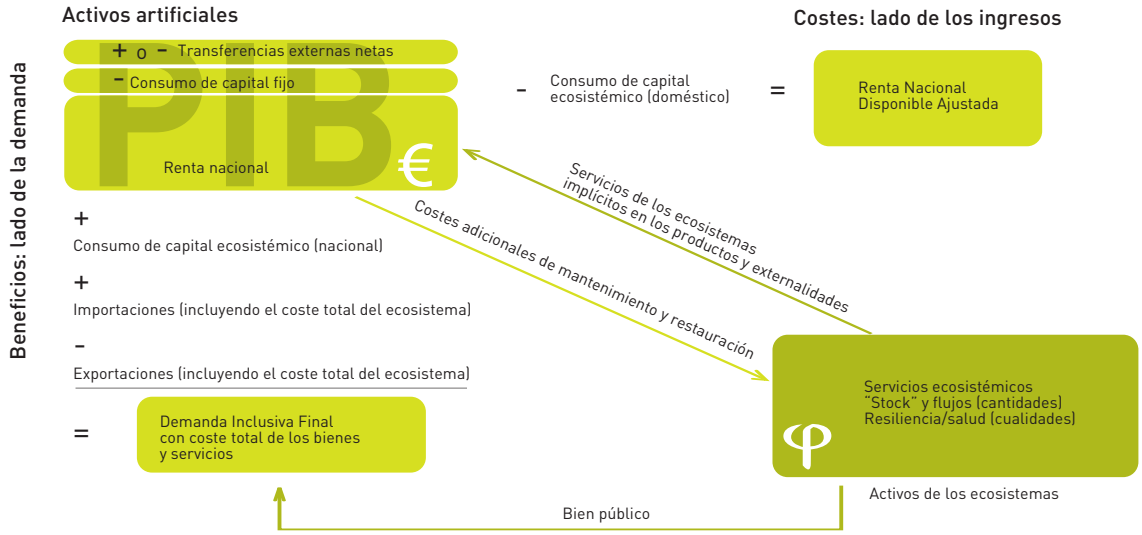
Lo más habitual son las cuentas de flujo físico sobre las emisiones a la atmósfera (emisiones de gases de efecto invernadero) y sobre el consumo de materiales, y las cuentas monetarias sobre la protección, los gastos y los impuestos medioambientales. En un siguiente paso, tal y como plantea la Comisión Europea, podrían preverse cuentas ambientales físicas en relación con el consumo de energía y la producción y el tratamiento de residuos, y cuentas monetarias para las subvenciones relacionadas con el medioambiente.

Un nuevo desafío en el desarrollo de la contabilidad ambiental es complementar las cuentas ambientales físicas con datos monetarios, basados en la evaluación de los daños causados o que se hayan evitado, cambios en los recursos naturales y en los bienes y servicios ecosistémicos para obtener datos monetarios representativos, sólidos, comparables y fiables a nivel nacional.

La comprensión de las implicaciones de la pérdida de biodiversidad para el bienestar humano precisa de un seguimiento sobre la cantidad y la calidad de los ecosistemas en el tiempo, así como un entendimiento detallado de las relaciones entre los organismos vivos y los flujos de bienestar que proporcionan.

En este sentido, la contabilidad de los ecosistemas es una herramienta que se puede utilizar para describir de forma sistemática cómo varían en el tiempo la cantidad y la calidad de los ecosistemas y las estructuras y procesos ecológicos en los que se apoyan, y poner de manifiesto los costes asociados a dichos cambios, tanto en términos monetarios como en relación con los riesgos para la salud y el bienestar de las personas.

☐ **Figura 5.11.4.** Marco conceptual de la contabilidad de los ecosistemas.



Fuente: AEMA (2010) (16).

De acuerdo con un informe publicado recientemente por la AEMA (2010, 16), la contabilidad de los ecosistemas ha sido diseñada para responder a tres cuestiones básicas acerca de la interacción entre el capital artificial y el natural (Figura 5.11.4).

¿El activo que representa el capital natural se mantiene en el tiempo a través de procesos naturales o a través del mantenimiento y la restauración, en términos de cantidad (stock de los ecosistemas) y calidad (capacidad funcional de los ecosistemas), a niveles consistentes con las necesidades de la sociedad en el presente y en el futuro?

En relación con esta pregunta, surgen tres cuestiones que tienen que ver con cómo medir la cantidad y la calidad de los activos de los ecosistemas, cómo evaluar el nivel de activos requerido para las necesidades de la sociedad y qué medida puede ser utilizada para calcular la diferencia entre ambos.

¿El coste total de mantener el "stock", la cantidad y la calidad del capital natural está cubierto por el precio actual de los bienes y servicios producidos en la economía? y, de acuerdo con esto, ¿están calculadas correctamente en las cuentas nacionales la renta nacional y la demanda final (consumo más inversión)?

La estimación del coste puede realizarse poniendo precio a la cantidad de trabajo o la ausencia de uso requeridos para que la diferencia entre ambos sea nula. Debe tenerse en cuenta que estos costes son diferentes del gasto en la gestión o protección de un ecosistema determinado, y deben captar los gastos necesarios para restaurar el consumo de cualquier capital natural asociado con los ecosistemas domésticos o aquellos de los que se deriva cualquier servicio. Dado que el consumo del capital ecológico es equivalente, en términos de contabilidad, a una transferencia negativa en el periodo siguiente, es importante que los costes de su reemplazo estén reflejados de forma completa en cualquier procedimiento de contabilidad. En el esquema propuesto en la Figura 5.11.4, estos costes de mantenimiento se utilizan como una estimación de la depreciación del capital natural que debe ser añadida al consumo convencional del capital fijo al ajustar el Producto Interior Bruto para calcular su valor neto, que mide la Renta Nacional. En comparación con la Renta Nacional convencional, la nueva Renta Nacional (neta) disponible ajustada podría ser, potencialmente, un potente indicador de sostenibilidad.

¿Qué impacto tiene sobre el cálculo total de nuestra salud y bienestar, medido tanto en valores monetarios como no monetarios, el flujo de bienes y servicios de los ecosistemas proporcionados para usos finales?

Los servicios de los ecosistemas contribuyen de forma significativa al valor de los bienes y servicios generados por la economía, o son disfrutados individual o colectivamente por los usuarios finales como servicios gratuitos, no asociados al mercado. El valor de los ecosistemas asociados a mercados puede sin embargo no reflejar de forma completa sus costes, debido a las externalidades no contabilizadas. Por tanto, para representar el coste total de los bienes y servicios, debe realizarse un ajuste de su valor convencional, actualmente medido como el precio de consumo, a través del cálculo del coste adicional de mantener los bienes y los servicios de los ecosistemas. La Renta Nacional Disponible Ajustada y la Demanda Final Inclusiva se proponen como los cálculos más apropiados para el valor total de los beneficios económicos del capital artificial y natural.

■ 5.11.4. CONCEPTO Y UTILIDAD DEL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

Los instrumentos económicos y de mercado han sido utilizados durante varios años en la prevención de la contaminación y la conservación de las especies. La mayor parte de ellos tratan de prevenir externalidades ambientales negativas (por ejemplo la destrucción del hábitat), a través de impuestos u otras herramientas sustentadas en el principio de que "el que contamina paga". Los nuevos enfoques están orientados hacia el concepto de que "el que conserva cobra": recompensar por los beneficios no reconocidos y penalizar los costes no contabilizados (6).

Como se ha mencionado anteriormente, la mayoría de los beneficios aportados por la biodiversidad y los ecosistemas son bienes públicos y no existe un mercado que les otorgue ni un valor ni un precio. A este valor puede llegarse a través de dos maneras: compensando la preservación del flujo de estos bienes públicos y penalizando su destrucción y fomentando el establecimiento de mercados adecuados para estos bienes (principalmente mercados obligados que asignen un valor privado negociable al suministro o uso de estos bienes y creen incentivos par pagarlos). Los pagos por servicios ambientales (PSA) son un ejemplo (6,17,18).

El PSA es un mecanismo de compensación económica a través del cual los beneficiarios o usuarios de los servicios realizan un pago a los custodios del servicio. Los servicios involucrados pueden ser específicos, como el agua de un río o los materiales de un bosque, mientras que en otros casos pueden ser más abstractos, como el valor escénico de un paisaje, o de influencia global, como el aire limpio (6).

El pago por servicios ambientales es una herramienta que puede permitir a los gestores del territorio, bajo determinadas condiciones, entender las dinámicas de los servicios de los ecosistemas y, por tanto, los ecosistemas asociados al territorio, haciendo aflorar el valor

de los mismos y permitiendo la conservación frente a otras alternativas, recompensando así los beneficios.

En términos generales no existe una definición aceptada a nivel global de esquemas de PSA, sino una serie de clasificaciones sobre la base del tipo de servicios, influencia geográfica, estructura de los mercados económicos y los tipos de pagos o compensaciones.

Diversos autores afirman que el objeto de un sistema de PSA consiste en facilitar la puesta en valor de una externalidad positiva del ecosistema, valorarla y emplear los fondos captados en la venta de la externalidad en su conservación, el desarrollo rural y la gestión y ordenación del territorio. El PSA constituye una solución novedosa que permite invertir una situación de degradación ambiental mediante la lógica de mercado y transformar zonas de alto valor y riesgo ambiental, en áreas en las que se logre un desarrollo sostenible, incorporándolos en la formulación de planes de desarrollo rural.

Los PSA, bien definidos y en situaciones en las que no haya riesgo de crear incentivos perversos, permiten la mejora constante de la calidad de vida de los oferentes, del recurso y de su entorno natural y, por tanto, contribuyen a incrementar la sostenibilidad del sistema en el tiempo (19).

El PSA es uno de los esfuerzos orientados al apoyo de las externalidades ambientales positivas por medio de la transferencia de recursos financieros de los beneficiarios de ciertos servicios a aquellos que proporcionan dichos servicios o son fiduciarios de los recursos ambientales. Recientemente, el concepto de PSA ha recibido mucha atención como herramienta innovadora en el financiamiento de inversiones tendientes a la gestión sostenible del territorio en varios países (principalmente en Latinoamérica).

Un ejemplo son los contratos territoriales de explotación para el desarrollo rural o el programa REED (programa de las Naciones Unidas para Reducir las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los Bosques en Países en Desarrollo), que persigue crear un valor financiero para la capacidad de almacenaje de carbono en bosques. El programa REDD+ incluye además las actuaciones de conservación y gestión sostenible de bosques.

El paradigma de PSA es Costa Rica, donde el programa PSA se ha utilizado como estrategia nacional para garantizar la conservación de la biodiversidad y de los bosques, y el desarrollo sostenible. El sistema ofrece compensaciones a los productores de madera por cuatro servicios ambientales: reducción de los gases de efecto invernadero, servicios hídricos, valor paisajístico y biodiversidad. Mediante la inversión de unos 200 millones de USD, se ha conseguido reducir la deforestación y reactivar la silvicultura en 460.000 ha de bosque y explotaciones forestales (20).

El elemento básico de un esquema de PSA es el de desarrollar un mercado en el cual el proveedor del servicio reciba una compensación por parte del usuario del servicio. Idealmente, el pago recibido debe ser empleado por el proveedor para adoptar prácticas de manejo dirigidas a mejorar o, al menos, mantener la calidad del servicio ambiental. En otros casos, el pago puede ser empleado para compensar el coste de oportunidad de una actividad productiva o extractiva que amenaza la provisión del servicio ambiental

Por ejemplo, a nivel de cuencas hidrográficas, los servicios hidrológicos son particularmente relevantes: los productores en la parte alta de las cuencas pueden recibir incentivos importantes a través de compensaciones para cuidar la calidad y cantidad de agua que aprovechen los usuarios en la parte baja de las cuencas. Es conocido el caso de la empresa agua mineral Vittel, que pagó a los agricultores de la cuenca hidrográfica en la que ejercía su actividad, para que hicieran una agricultura mas sostenible, para que evitaran las emisiones de nitratos y así no perjudicar la actividad de la empresa embotelladora de agua. Este caso es una inversión privada con fines económicos, pero que ayudan a mejorar el entorno de la cuenca (19).

En este ejemplo el esquema de PSA puede implementarse directamente mediante el desarrollo de un mercado donde los usuarios de las grandes áreas urbanas paguen por la conservación y mejora del servicio, o bien mediante formas indirectas mediadas por los estados a través de impuestos, estímulos o subsidios. Sin embargo, hay importantes desafíos a abordar cómo el seguimiento y la valorización de los servicios, y la sostenibilidad de los mecanismos de pago.

Los PSA están dirigidos a incentivar las decisiones sobre el uso de los suelos y los recursos naturales. Por ejemplo, aquellos que han conservado bien sus tierras, generalmente bosques en cuencas altas o humedales en zonas bajas, proveen un servicio en términos de provisión de agua limpia y constante, prevención de la erosión y mitigación de desastres naturales, secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad y de la belleza del paisaje, que puede ser compensado por los usuarios directos e indirectos del mismo (regantes, centros urbanos, centrales hidroeléctricas, investigación farmacéutica, sector turismo, etc).

El pago por servicios ambientales es un mecanismo que contribuye a la sostenibilidad local y global, ya que eleva los beneficios económicos para ambas partes, contribuye a un reparto más equitativo de costes (incluidos los de oportunidad) y beneficios, a la vez que se motiva la conservación ambiental aplicándose en lo local con efectos en lo global.

FINANCIACIÓN DE LA RED NATURA 2000

La gestión de los espacios Natura 2000 requiere un conjunto de medidas que implican inversiones en infraestructuras, personal y actividades. La Directiva Hábitat aborda también la cuestión de la financiación de Natura 2000. En los considerandos se reconoce que «la adopción de medidas destinadas a fomentar la conservación de los hábitat naturales prioritarios y de las especies prioritarias de interés comunitario constituye una responsabilidad común de todos los Estados miembros; que ello puede no obstante imponer una carga financiera excesiva a determinados Estados miembros, habida cuenta, por una parte, de la distribución desigual de tales hábitat y especies en la Comunidad» y que «el principio de que 'quien contamina paga' sólo puede aplicarse de forma limitada en el caso especial de la conservación de la naturaleza». Por consiguiente, «se acuerda que en este caso excepcional se debería establecer una contribución mediante una cofinanciación comunitaria dentro de los límites de los recursos disponibles con arreglo a las decisiones comunitarias». El artículo 8 de la Directiva prevé la cofinanciación comunitaria de la Red y de las medidas necesarias para garantizar un estado de conservación favorable de hábitat y especies, sin embargo, no especifica los tipos de fondos comunitarios que podrían utilizarse para la cofinanciación.

En el comunicado de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo, «Financiación de Natura 2000» [COM (2004) 431] se realizó una estimación de las necesidades financieras de una Red bien gestionada, obteniéndose como resultado 6.100 M euros al año respecto a la UE-25. En esta Comunicación se concluye (tras estudiar tres posibles enfoques de cofinanciación: utilizar los fondos actuales de la UE, ampliar el instrumento LIFE-Naturaleza o crear un instrumento nuevo de financiación especial para Natura 2000) que el mejor enfoque de financiación es la integración de la financiación de Natura 2000 en los fondos comunitarios existentes. De esta forma, la actividad agraria dentro de los espacios Natura 2000 será objeto de apoyo financiero por la Política Agraria Común, y las intervenciones estructurales serán parte de las políticas de desarrollo regional y rural. Mediante esta opción de integración se pretende evitar duplicidades en los instrumentos de financiación. Además, este planteamiento integrador permite que los espacios que integran la Red realicen su función de protección de biodiversidad mejor que si se les considera aislados del contexto más amplio.

Los principales instrumentos de financiación de la UE que pueden ser aplicados durante el periodo 2007-2013 son las siguientes:

- Fondos Estructurales: Fondo Social Europeo (FSE) y Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER)
- Fondo de Cohesión
- Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER)
- Fondo Europeo de la Pesca (FEP)
- Instrumento Financiero para el Medioambiente (LIFE+)
- 7º Programa Marco de Investigación (7PM)

En función del tipo de espacio Natura 2000 y de las actividades de gestión, se puede optar por distintos fondos de financiación. Los criterios de subvencionalidad se fijan en cada uno de los reglamentos y se aplican las normas generales de cada fondo. No obstante, los gastos definitivos dependen de la prioridad que se dé a Natura 2000 en los programas de cada Estado miembro, por tanto serán variables entre los Estados miembros.

La financiación comunitaria de Natura 2000 es completada en el marco de la PAC con programas nacionales y regionales de desarrollo rural. El Reglamento 1698/2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del FEADER establece que cada Estado miembro desarrollará un Plan Estratégico Nacional (PEN) y Programas Regionales de Desarrollo Rural (PDR). En España cada CCAA desarrolla su PDR en los que, además de las medidas horizontales, puede decidir que medidas incorporar, entre las que se incluyen medidas específicas de ayuda a zonas Natura 2000 en zonas agrícolas y forestales.

Fuente: MARM (2010) (20)

■ 5.11.5. CUSTODIA DEL TERRITORIO

La custodia del territorio puede definirse como el conjunto de estrategias o técnicas jurídicas a través de las cuales se implica a los propietarios y usuarios del territorio en la conservación y uso de los valores y los recursos naturales, culturales y paisajísticos. Constituye una estrategia participativa de conservación que pretende hacer compatible la conservación con el rendimiento productivo, de tal forma que los propietarios reciban algún tipo de compensación por ello. La implicación de los propietarios y usuarios del territorio en su conservación se lleva a cabo a través de acuerdos voluntarios de custodia, cuya iniciativa debe partir de organizaciones públicas o privadas, sin ánimo de lucro, que se denominan entidades de custodia del territorio.

La custodia del territorio constituye un paso adicional en relación con las responsabilidades básicas de cuidar el territorio que tiene su propietario, estableciéndose mecanismos para el pago por los servicios ambientales públicos generados por el mismo. De esta forma, es posible compensar la labor de aquellos propietarios conscientes de su contribución al mantenimiento de los

recursos naturales y la biodiversidad. Entre los mecanismos de gratificación a los propietarios se encuentran el asesoramiento al propietario sobre cuestiones legales y fiscales o sobre la gestión de la finca con criterios conservacionistas, la planificación del futuro de la finca, actuaciones en la finca a través del voluntariado (estudios, mantenimiento y mejora de la finca), o la financiación, ya sea directa o a través de incentivos fiscales. Esto no significa que la custodia del territorio se limite únicamente a un planteamiento mercantilista, sino que existen ventajas importantes de otro tipo que también pueden motivar a los propietarios a implicarse, como son el reconocimiento social, la satisfacción personal y el aprendizaje mutuo.

Las prácticas de custodia del territorio incluyen todas aquellas actividades cuyo resultado es la provisión de servicios de los ecosistemas de forma sostenible, como el manejo de la vegetación autóctona y de las plantaciones forestales, el manejo del territorio para la provisión de alimentos y fibra y, en particular, la provisión de servicios ambientales públicos. Pero las implicaciones que tiene la custodia del territorio en la sostenibilidad van mucho más allá del ámbito de las prácticas medioambientalmente sostenibles que puedan llevarse a cabo en el territorio, y comprenden otros aspectos como los sociales, los económicos, los institucionales y los culturales.

En cuanto a la sostenibilidad cultural, la custodia del territorio, junto con el pago por servicios ambientales, supone una estrategia que permite poner en valor el patrimonio natural en zonas rurales, consideradas "retrasadas" con respecto a las urbanas, sometidas a procesos importantes de despoblamiento, en este sentido los acuerdos de custodia podrían incorporarse a las estrategias y planes de desarrollo rural, favoreciendo la continuidad de usos tradicionales del territorio y que han demostrado ser sostenibles.

Situación de la custodia del territorio en España

A nivel nacional, la única información disponible y armonizada sobre la situación de la custodia del territorio está siendo desarrollada en la actualidad por la Fundación Biodiversidad a través de la Plataforma Custodia del Territorio (21).

La plataforma ha registrado un total de 85 entidades de custodia del territorio en once CCAA, concentrándose el 80% en dos de ellas, Cataluña e Islas Baleares, siendo el 67% de carácter privado y tan solo el 32% de carácter público. A través de estas entidades se han firmado 706 acuerdos de custodia en 14 CCAA, de ellos el 46% se hicieron en Cataluña (342), el 17% en Región de Murcia (124) y el 14% en Islas Baleares (103), llama especialmente la atención el caso de la Comunidad de Madrid, ya que a pesar de contar con un numero de entidades superior a otras CCAA, es una de las que menos acuerdos de custodia ha desarrollado, representando un 0,7% del total (5 contratos de custodia).

Los valores de conservación identificados en los distintos acuerdos reflejan en qué aspectos se ha trabajado mayoritariamente la custodia del territorio: los espacios forestales aparecen en el 18% de los proyectos, los agrícolas en el 14% y la protección de hábitat en un 8%. Llama la atención la escasa importancia que hasta ahora se ha dado a los espacios marinos, públicos y el patrimonio histórico, y se convierte en una asignatura pendiente la custodia en el litoral y en los espacios urbanos, ambos tremendamente castigados por procesos insostenibles muy ligados a la construcción incontrolada de los últimos años. Pero quizá lo más llamativo sea que en el 37% de los proyectos no se identifica el valor de conservación de los acuerdos, es decir de cada 10 proyectos 4 no identifican el valor a conservar y que en última instancia justifica el acuerdo en sí y sobre el que se aplica la custodia.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad contempla la promoción de la custodia del territorio por parte de las administraciones públicas mediante acuerdos entre entidades de custodia y propietarios de fincas privadas o públicas que tengan por objetivo principal la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad. En el caso de que la administración general del estado sea titular de terrenos situados en espacios naturales, podrá llevar a cabo el desarrollo de acuerdos de cesión de su gestión, total o parcial de los mismos, a entidades de custodia del territorio a través de convenios administrativos plurianuales que preverán el sistema de financiación para su desarrollo.

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, regula en su artículo 38 el establecimiento de áreas de influencia socioeconómica de los espacios naturales protegidos, en las que se promoverá a través de un régimen económico y compensaciones, el desarrollo socioeconómico de las poblaciones locales con el fin de contribuir al mantenimiento de los espacios naturales protegidos, favoreciendo que dicho desarrollo se haga de forma compatible con los objetivos de conservación del espacio. También se regulan los mecanismos y las condiciones para incentivar las externalidades positivas de terrenos que se hallen ubicados en espacios declarados protegidos o en los cuales existan acuerdos de custodia del territorio debidamente formalizados por sus propietarios ante entidades de custodia.

Hasta la entrada en vigor de la ley, no existía en España un marco legislativo específico para promover los acuerdos de custodia, aunque algunos instrumentos administrativos y fiscales se podían interpretar en clave de custodia. Por tanto, la ley constituye un paso funda-

mental para la implantación de nuevas estrategias de conservación de la naturaleza en España. La ley contempla la promoción de la custodia del territorio por parte de las administraciones públicas mediante acuerdos entre entidades de custodia y propietarios de fincas privadas o públicas que tengan por objetivo principal la conservación del patrimonio natural y la biodiversidad. En relación con los terrenos situados en espacios naturales de los que sea titular la administración general del estado, ésta podrá también llevar a cabo el desarrollo de acuerdos con entidades de custodia del territorio a través de convenios administrativos para la cesión de la gestión total o parcial de dichos terrenos. La ley también regula los mecanismos y las condiciones para incentivar las externalidades positivas de terrenos que se hallen ubicados en espacios declarados protegidos o en los cuales existan acuerdos de custodia del territorio debidamente formalizados por sus propietarios ante entidades de custodia.

Por tanto, la figura de custodia del territorio se constituye como un elemento más para avanzar en la conservación de la biodiversidad incentivando las buenas prácticas.

■ 5.11.5. CONCLUSIONES

Las normas y los marcos internacionales y nacionales para los mercados y las actividades económicas pueden y deben ajustarse y elaborarse de manera tal que contribuyan a salvaguardar y hacer un uso sostenible de la biodiversidad, en vez de hacerla peligrar, como ha sucedido con frecuencia. Reflejando el valor real de los ecosistemas mediante las políticas fiscales, de fijación de precios y otros mecanismos, se pueden crear incentivos sólidos para revertir los patrones destructivos que se originan en la subvaloración de la biodiversidad. Es importante que los gobiernos amplíen sus objetivos económicos más allá de solamente las mediciones del PIB y que reconozcan otras medidas de riqueza y bienestar que tengan en cuenta el capital natural y otros conceptos (6).

Los cambios en la abundancia y distribución de las especies pueden tener graves consecuencias para las sociedades. Si los ecosistemas exceden de ciertos umbrales o puntos de inflexión, existe un gran riesgo de que se produzca una pérdida drástica de la biodiversidad, con el consiguiente deterioro de una amplia variedad de servicios ecosistémicos. Probablemente esos cambios repercutan primero y con mayor intensidad en los pobres, pero, a largo plazo, todas las sociedades y comunidades sufrirán las consecuencias (6).

Aún estamos en un proceso de aprendizaje. Estamos aprendiendo cuál es la *naturaleza de valor* a medida que ampliamos nuestro concepto de *capital* para abarcar el capital humano, el capital social y el capital natural. Precisamente, al reconocer estos otros capitales a intentar ampliarlos y protegerlos, estamos abriendo el camino hacia la sostenibilidad.

Los servicios que el capital natural proporciona a la humanidad sólo están parcialmente identificados y todavía no se conocen bien, y los métodos económicos utilizados para asignarles un valor monetario son, en algunos casos, discutibles. Hay que determinar el valor de la naturaleza. La falta de valoración es una causa subyacente del deterioro de la biodiversidad.

Entendiendo que la comprensión de los flujos de bienes y servicios ecosistémicos requieren un tratamiento más detallado, más allá de un punto de vista operativo a efecto de la valoración económica que se ha tratado en este capítulo, es recomendable plantear un análisis de mayor amplitud sobre las relaciones entre los sistemas socioecológicos y los servicios ecosistémicos, tal y como se aborda en el capítulo 6.



CAPÍTULO 6

BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

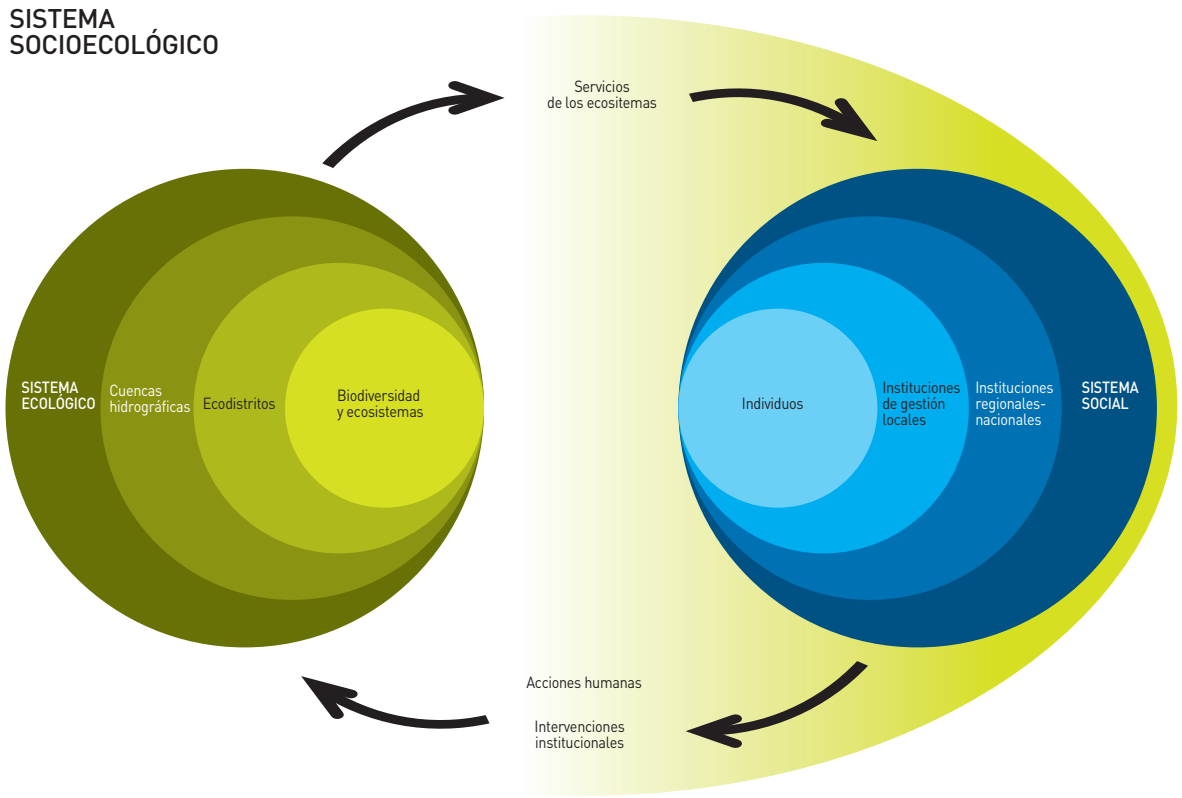
6.1. Los sistemas socioecológicos: entendiendo las relaciones entre la biodiversidad y el bienestar humano

A pesar del creciente reconocimiento existente sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad que éstos albergan, su degradación continúa incluso a gran escala (1). Por otro lado, la erosión de la biodiversidad repercute, directa o indirectamente, sobre el bienestar humano ya que compromete el funcionamiento de los ecosistemas y su capacidad de generar servicios esenciales para la sociedad (2,3,4). Como consecuencia, si bien en el pasado buena parte de las iniciativas de conservación de la biodiversidad se basaron casi exclusivamente en criterios éticos (valores intrínsecos), en los últimos años han comenzado a cobrar fuerza argumentos de carácter más pragmático (valores instrumentales), que toman en cuenta la contribución de la biodiversidad a la calidad de vida y el bienestar de las sociedades humanas. El proyecto de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* (www.maweb.org/en/index.aspx) (5) utilizó un nuevo marco conceptual para analizar y comprender los efectos del cambio global sobre los ecosistemas y el bienestar humano, usando los servicios de los ecosistemas como concepto núcleo y central. La finalidad de este proyecto fue, por un lado, generar información validada científicamente, para que los gestores, los políticos y el público en general fueran conscientes de las consecuencias que tienen los cambios en los ecosistemas y la biodiversidad sobre el bienestar humano y, por otro, dar opciones de respuestas para enfrentarse a estos cambios. A pesar de que el proyecto de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* realizó la mayor ecoauditoría del planeta evaluando los ecosistemas y los servicios que éstos generan, así como su efecto en el bienestar humano, su aplicación práctica en la planificación y gestión del territorio sigue siendo un proceso lento (6,7).

Estudiar las relaciones entre naturaleza y sociedad implica analizar cómo el ser humano afecta a la integridad de los ecosistemas, y cómo éstos repercuten en el bienestar humano. De esta manera, se reconocen los estrechos vínculos existentes entre ecosistemas y bienestar humano, o lo que es lo mismo, entre ecosistemas y sistemas sociales. De hecho, en un proceso de coevolución, los sistemas humanos y los ecosistemas se han ido moldeando y adaptando conjuntamente, convirtiéndose en un sistema integrado de humanos en la naturaleza denominado sistema socioecológico o socioecosistema (8) (Figura 6.1.1). Los sistemas sociales y los ecosistemas están estrechamente vinculados y, por tanto, la delimitación exclusiva de un ecosistema o de un sistema social resulta arbitraria y artificial. Los sistemas socioecológicos son sistemas complejos, jerárquicamente estructurados y autoorganizados, que gozan de capacidad adaptativa (9,10). Las escalas de decisión de los sistemas sociales se entrelazan con diferentes escalas de los ecosistemas. Por ejemplo, los cambios de usos del suelo están determinados por decisiones en el sistema social, que afectan directamente al estado de los ecosistemas. Dentro de la jerarquía de los sistemas sociales, los diferentes grupos de individuos u organizaciones que lo conforman tienen diferentes percepciones o visiones sobre cuál es el estado deseado del socioecosistema, generando conflictos y desigualdades sociales en el uso y gestión de servicios. De tal manera que, cualquier toma de decisiones relativa a la gestión de los servicios de los ecosistemas, afecta a la estructura y funcionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales.

De hecho, debido a la complejidad inherente de los sistemas socioecológicos (11), existe una ausencia de información básica sobre las relaciones existentes entre biodiversidad, servicios de los ecosistemas, sistema sociocultural y bienestar humano (12,13). La complejidad de análisis de los sistemas socioecológicos dificulta una aproximación metodológica de medida, cuantificación y evaluación de los servicios de los ecosistemas, así como el análisis del efecto de los mismos en el bienestar humano.

☐ **Figura 6.1.1.** Diagrama conceptual de los elementos que componen un socioecosistema. El sistema social está compuesto por los individuos, los grupos locales, y las instituciones a mayor escala, así como por las relaciones que se establecen entre ellos. Este sistema se beneficia de los servicios generados por el ecosistema ya que el flujo de servicios influye en el bienestar humano, y desarrolla acciones (pesca, agricultura, etc.) o intervenciones (restauración, conservación, etc.) que modifican directa o indirectamente el funcionamiento y estructura de los ecosistemas sin alterar su integridad ecológica.



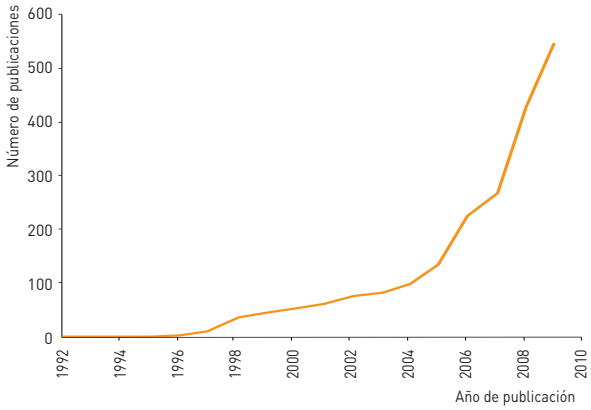
Fuente: Martín-López et al. (2009) (14).



6.2. Generando un marco conceptual para la evaluación de servicios de los ecosistemas: la cascada de los servicios

La evaluación de los servicios de los ecosistemas se ha convertido en las últimas décadas en una importante área de investigación. De hecho, el número de publicaciones focalizadas en este tema está creciendo de manera exponencial (15) (Figura 6.2.1); siendo especialmente notorio a partir del comienzo del proyecto de la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* en el año 2001. Precisamente, por el rápido crecimiento de estos trabajos, el término de *servicios de los ecosistemas* suscita ambigüedad y confusión. Conceptualizar, definir y clasificar los servicios se ha convertido en objetivo de numerosas investigaciones y publicaciones (15,16,17,18,19), y está dando lugar a diferentes debates (17,20,21).

☐ **Figura 6.2.1.** Evolución del número de publicaciones indexadas en la ISI Web of Science que usan el término de *servicio de los ecosistemas* o *servicio ecológico*. El término servicio *ambiental* ha sido ampliamente usado como sinónimo de los servicios de los ecosistemas, pero también se encuentra relacionado con publicaciones sobre ambientes hospitalarios, por lo que no se ha incluido en el análisis. Por tanto, la presente gráfica es una infraestimación de la importancia que están cobrando los servicios de los ecosistemas en la literatura científica.

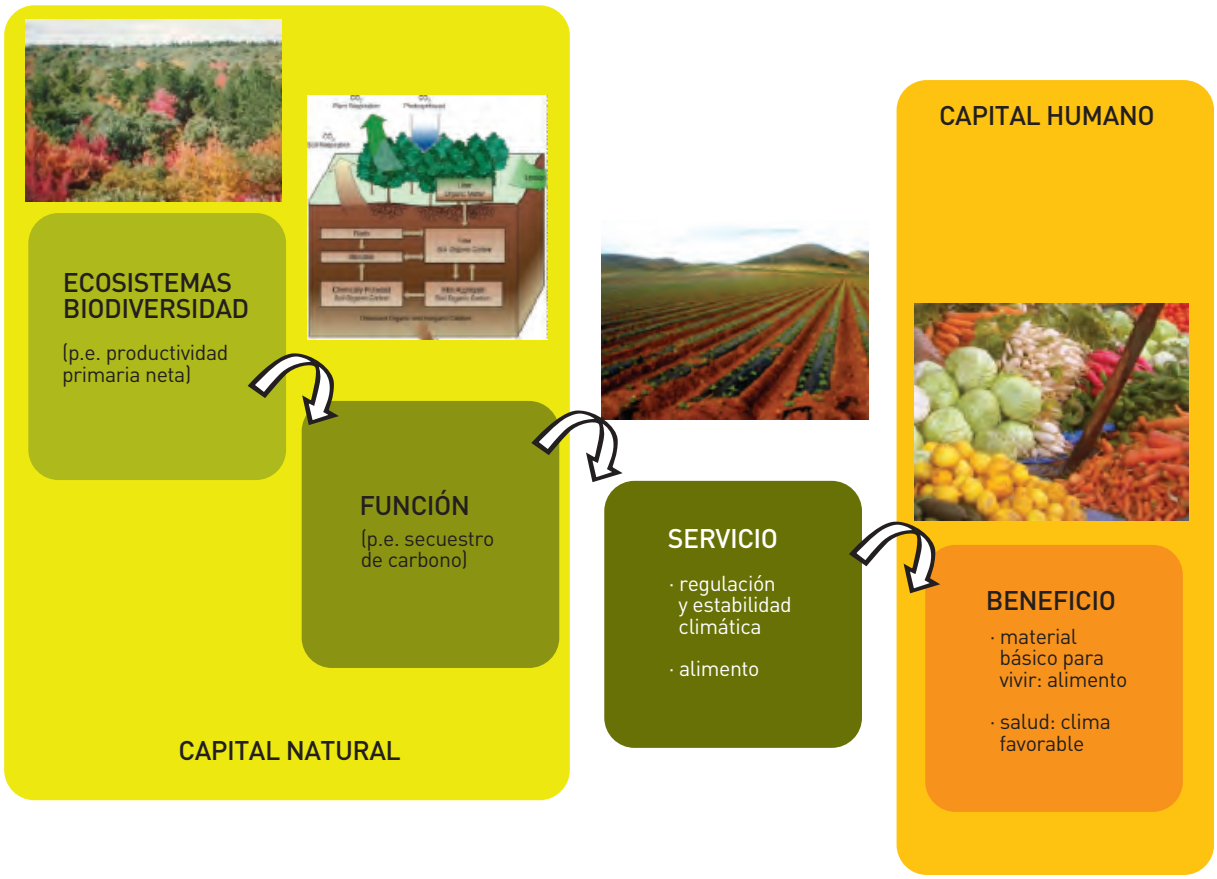


Fuente: Martín-López B y Montes C a partir de Fisher et al. (2009) (15).

La aproximación a la biodiversidad desde los servicios de los ecosistemas viene dada desde una perspectiva antropocéntrica o instrumental, en la cual los ecosistemas se vinculan directamente con el bienestar humano. Desde este contexto antropocéntrico, los ecosistemas son entendidos como un capital natural, es decir, como aquellos ecosistemas con integridad ecológica y aptitud para lidiar con las perturbaciones (resiliencia) y, por tanto, con capacidad de generar un flujo de servicios al ser humano, mediante el mantenimiento de sus funciones (14,18) (Figura 6.2.2). De esta manera, los ecosistemas contribuyen al bienestar humano mediante su capacidad de proveer servicios que satisfagan a la sociedad, esto es, mediante el flujo de funciones (22). Esto implica que las interacciones establecidas entre la estructura y los procesos ecológicos tienen la capacidad de generar servicios a través de las funciones de los ecosistemas. Por tanto, las funciones de los ecosistemas es un concepto intermedio entre los ecosistemas y la biodiversidad y los servicios que generan (Figura 6.2.2). La principal diferencia entre funciones y servicios es que las funciones existen independientemente de su uso, demanda, disfrute o valoración social, traduciéndose en servicios sólo cuando son usadas, de forma consciente o inconsciente, por la población. De este modo, la traducción de una función en un servicio implica necesariamente la identificación de los beneficiarios, del tipo de disfrute realizado, así como la localización espacio-temporal de su uso.

Por otro lado, hay que indicar que la relación entre funciones y servicios por lo general no es lineal. Múltiples funciones pueden ser necesarias para la generación de un servicio y una misma función puede ser necesaria para la generación de distintos servicios. Este esquema analítico trazado entre funciones y servicios no es rígido y preestablecido porque, tal y como se ha señalado previamente, los servicios dependen de la perspectiva de los usuarios. Por ejemplo, la función de regulación del ciclo del agua puede dar lugar a un servicio de abastecimiento -como el consumo de agua potable-, a un servicio de regulación -como la prevención contra riadas-, o a un servicio cultural -como la pesca recreativa en ríos-, en función del interés de los beneficiarios del socioecosistema.

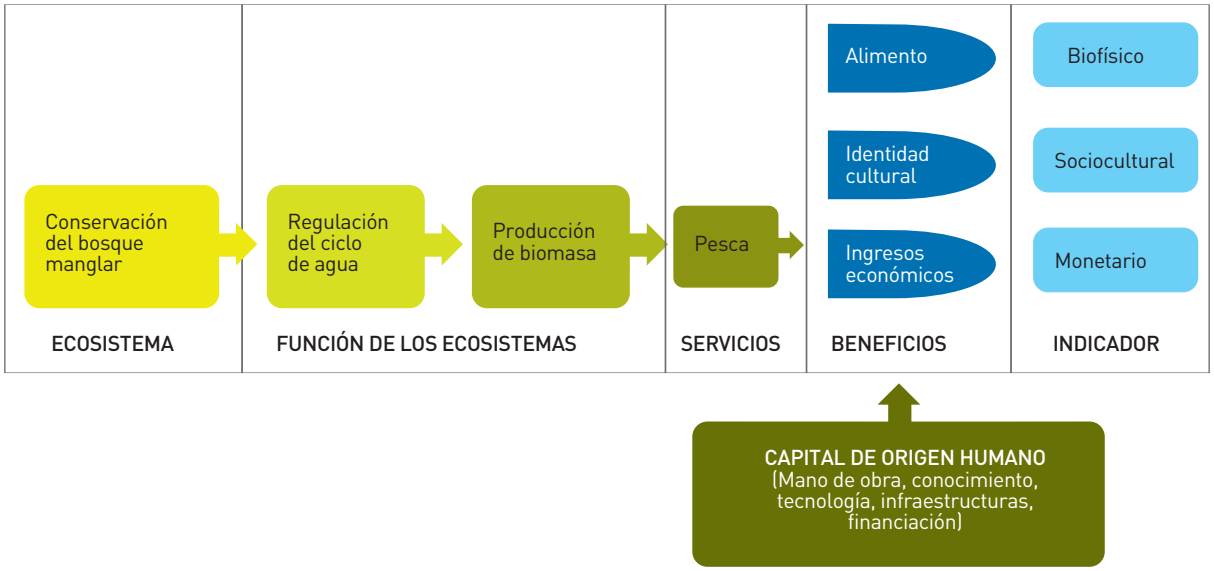
□ **Figura 6.2.2.** La cascada de los servicios de los ecosistemas. Los ecosistemas tienen la capacidad de generar servicios a partir de las funciones, con el fin de mantener el bienestar humano.



Fuente: Adaptado de Haines-Young y Postching (2010) (23).

La *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* definió a los servicios de los ecosistemas como los beneficios que el ser humano obtiene de los ecosistemas. Sin embargo y debido a la connotación monetaria relacionada con el término *beneficio*, recientemente, los servicios de los ecosistemas han sido definidos como las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (24,25). Esta última definición hace una clara distinción entre servicios y beneficios (Figura 6.2.2), y reconoce explícitamente que los servicios pueden beneficiar al ser humano en múltiples dimensiones. La razón por la que resulta conveniente distinguir entre servicios y beneficios es porque un mismo servicio puede generar múltiples beneficios. Por ejemplo, el servicio de abastecimiento de pesca en un humedal puede generar los siguientes beneficios: (1) alimento, (2) identidad cultural existente en muchas comunidades de pescadores (3) ingresos económicos en el hipotético caso de que se comercialice la pesca (Figura 6.2.3). Por tanto, los servicios de los ecosistemas pueden ser evaluados desde diferentes perspectivas en función del beneficio que representen. Así, el servicio de abastecimiento de *pesca* puede ser evaluado desde la producción pesquera si lo que se evalúa es el uso del servicio en términos biofísicos, la identidad cultural si se evalúa desde una aproximación sociocultural y, por último, los ingresos percibidos por la actividad pesquera son un indicador económico (Figura 6.2.3).

☐ **Figura 6.2.3.** Relaciones complejas entre funciones, servicios de los ecosistemas, y beneficios obtenidos por parte de la sociedad. Por un lado, una misma función puede generar varios servicios, así como un servicio puede verse suministrado por la existencia de varias funciones. Por otro, un mismo servicio puede generar multiplicidad de beneficios en función del interés de los usuarios.



Fuente: Elaboración Martín-López B y Montes C.

De hecho, diferentes autores (26,27,28,29) reconocen la multidimensionalidad del valor de los servicios de los ecosistemas, incorporando su valor biofísico o ecológico, sociocultural y monetario. Cada una de las dimensiones de los servicios de los ecosistemas se relaciona con los diferentes componentes del marco conceptual de la cascada de los servicios (Figura 6.2.4). De esta manera, la dimensión biofísica o ecológica de los servicios se encuentra íntimamente relacionada con la biodiversidad y los ecosistemas, y su capacidad de generar servicios (funciones) y, por tanto, no depende de las preferencias humanas. La dimensión sociocultural viene determinada por las preferencias humanas basadas en cuestiones éticas, tradiciones o en la identidad local y cultural de la sociedad, sin considerar aspectos monetarios o demanda de servicios basada en los mercados. Por tanto esta dimensión, se encuentra íntimamente ligada con los servicios *per se*. Finalmente, la dimensión monetaria viene determinada principalmente por los beneficios que obtenemos de los ecosistemas, y que tienen un reflejo en el mercado o su valor monetario puede estimarse con mercados hipotéticos (p.ej. la disposición a pagar por disfrutar de un servicio). Esta dimensión se relaciona con los beneficios.

Las tres dimensiones proporcionan información complementaria, siendo esencial generar la información en función de la dirección de la cascada de los servicios (Figura 6.2.4). Es decir, para generar información validada del valor monetario de los servicios, previamente se debe conocer la información sobre la evaluación socio-cultural, en la que se analiza cuestiones éticas, el comportamiento ambiental, conocimiento local, o identidad local de los actores sociales. Previo a la obtención de la evaluación sociocultural, debería existir información sobre la capacidad de los ecosistemas de generar servicios, es decir sobre la integridad y resiliencia ecológica. Por tanto, para informar adecuadamente a los encargados de tomar decisiones es necesario que, previamente a cualquier proceso de valoración monetaria, se analicen las dimensiones ecológicas y socioculturales de los servicios. De esta manera, la base de la evaluación de servicios debe ser biofísica y sociocultural, pasando finalmente, si fuera necesario, por la valoración monetaria.

La *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* clasificaba los servicios de los ecosistemas en cuatro grupos: abastecimiento, regulación, culturales y de soporte (26). Los servicios de abastecimiento son los productos obtenidos directamente de la estructura biótica o geótica de los ecosistemas, como el alimento, la madera, el agua potable, etc. Los servicios de regulación son los beneficios obtenidos de manera indirecta de los ecosistemas como resultado de su funcionamiento, como la purificación del agua, el control de erosión del suelo, control climático, etc. Los servicios culturales son los beneficios no materiales que la gente obtiene a través de las experiencias estéticas, el turismo o el enriquecimiento espiritual. Y finalmente, los servicios de soporte son los

procesos ecológicos que subyacen al mantenimiento del resto de servicios. Recientemente, en los proyectos y evaluaciones posteriores a la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*, esta última categoría es obviada debido a los problemas de doble conteo asociados en la valoración monetaria (15). Esto es debido a que los servicios considerados como soporte (p.ej. producción primaria o mantenimiento del ciclo de nutrientes), son la base del suministro de la mayoría de los servicios de regulación (p.ej. regulación climática, control de la erosión, fertilidad del suelo, o depuración del agua). De tal manera que si se valoran monetariamente ambas categorías se generaría doble contabilidad en el proceso de valoración. Por tanto, actualmente, se consideran tres categorías de servicios: abastecimiento, regulación y culturales.

UNIFICANDO CONCEPTOS CLAVE PARA LA EVALUACIÓN DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Capital natural: Aquellos ecosistemas con capacidad de ejercer funciones y por tanto de suministrar servicios a la sociedad (18).

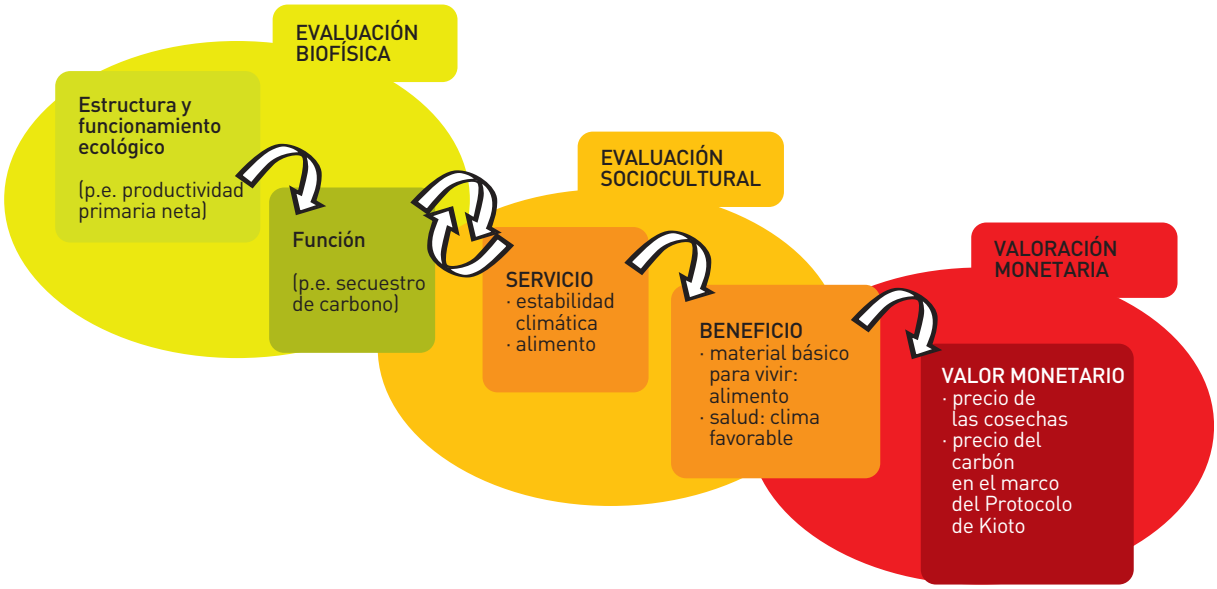
Funciones de los ecosistemas: Capacidad de las estructuras y procesos ecológicos para proveer servicios que generen bienestar humano (22).

Servicios de los ecosistemas: Contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (24).

Beneficios: Utilidad derivada de los servicios de los ecosistemas que percibe el ser humano, sin que necesariamente esto conlleve una cantidad monetaria asociada (25). En general, para percibir la utilidad de los servicios de los ecosistemas, esto es, para que un servicio se convierta en beneficio, se requiere de capital de origen humano, conocimiento, mano de obra, tecnología y/o financiación (15) (Figura 6.2.4).

Por otro lado, actualmente los beneficios ayudan a visibilizar aquellos servicios que son usados por el ser humano de manera inconsciente o indirecta, como son los servicios de regulación o algunos servicios culturales, visualizándolos a través de servicios de abastecimiento. Por ejemplo, el servicio de regulación asociado con la depuración del agua es esencial para proveer agua potable (servicio de abastecimiento), que se convierte en beneficio al tener una utilidad directa para el ser humano a través del consumo de agua potable, sin necesidad de que lleve un valor monetario asociado.

☐ **Figura 6.2.4.** Marco metodológico de la evaluación de servicios basada en la aproximación complementaria de las diferentes dimensiones, que incluye el concepto de servicios, desde la capacidad de los ecosistemas para suministrarlos hasta la demanda social de los mismos. Por tanto, se requiere que previamente se realice una evaluación biofísica que analice la capacidad de los ecosistemas de generar servicios, seguida de una evaluación sociocultural donde se analicen los factores que subyacen (éticos o culturales) a las preferencias sociales de los servicios, y en el que sólo si hace falta se estime el valor monetario de los mismos como último paso.

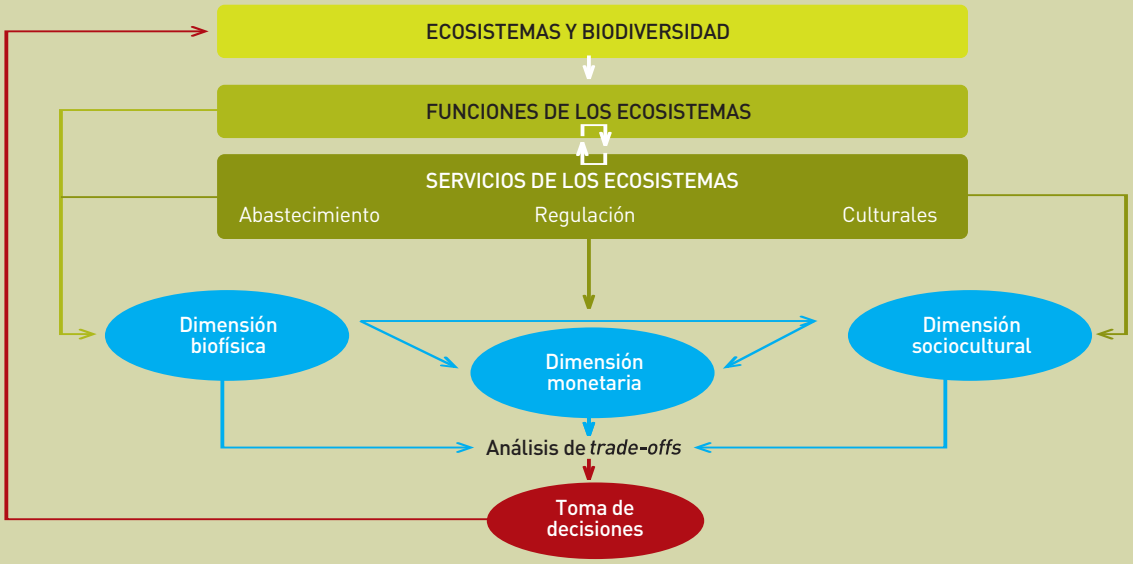


Fuente: Modificado de Haines-Young y Postching (2010) (23).

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE SERVICIOS: RECONOCIENDO LA MULTIDIMENSIONALIDAD DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS

Cualquier proceso que pretenda una evaluación integral de los servicios de los ecosistemas debe incluir tres dimensiones de valor: biofísico o ecológico, sociocultural y monetario (27,28,29,30). Mientras que el primero no depende de las preferencias sociales y, por tanto, se vincula con la capacidad de los ecosistemas y de la biodiversidad de suministrar servicios, los valores socioculturales y monetarios dependen de las preferencias humanas, bien por cuestiones éticas o tradiciones (dimensión sociocultural), bien por la demanda de servicios por parte de la sociedad (dimensión monetaria).

□ **Figura 6.2.5.** Estrategia metodológica para la evaluación de los servicios de los ecosistemas desde una perspectiva integradora y multidimensional.



Fuente: Martín-López et al. (2007) (27).

La dimensión biofísica o ecológica del valor de los servicios se relaciona con la integridad ecológica y, por tanto, con la capacidad de los ecosistemas de suministrar servicios a la sociedad, esto es con las funciones. La capacidad de proveer servicios, como se verá posteriormente, depende de la diversidad biológica, de la diversidad funcional, del papel que una especie tiene en el funcionamiento de los ecosistemas, o de la multifuncionalidad del territorio (31,32,33,34). Esta dimensión del valor puede ser medida con técnicas basadas en análisis de materia o energía, así como con las diferentes medidas de la biodiversidad.

Los valores socioculturales aparecen relacionados con la identidad cultural de las personas y su relación con los servicios de los ecosistemas, con el conocimiento ecológico local, con cuestiones éticas hacia otras sociedades (p. ej. equidad intra e intergeneracional) y hacia la biodiversidad (p. ej. valor intrínseco de las especies). En este caso, las percepciones y preferencias sociales juegan un importante papel en determinar la importancia de la biodiversidad y de los servicios que suministra al ser humano (22). Por tanto, esta dimensión del valor aparece relacionada con los servicios *per se* y sus beneficios.

El valor monetario ha sido tradicionalmente conceptualizado bajo el término de valor económico total (35). Dicho valor se compone a su vez por el valor de uso y el de no-uso. El valor de uso implica un beneficio obtenido de manera directa de la biodiversidad, mientras que el valor de no-uso está asociado con la satisfacción personal derivada del conocimiento de que determinadas especies o ecosistemas existen. El valor de uso se compone a su vez del valor de uso directo, que puede ser extractivo (p.ej. madera, alimento, agua potable, es decir, servicios de abastecimiento) o no extractivo (p.ej. ecoturismo, investigación, educación ambiental, es decir, servicios culturales). El valor de uso indirecto se relaciona con los diferentes servicios de regulación. Y, por último, el valor de opción indica la importancia de mantener un suministro de servicios en el futuro. De esta manera, el valor monetario se relaciona con los beneficios obtenidos por la sociedad.

La dimensión monetaria del valor depende no sólo de la demanda social de los beneficios generados por los servicios, sino que depende principalmente del estado de los ecosistemas y de la biodiversidad (dimensión biofísica del valor) y del comportamiento ambiental, conocimiento ecológico local e identidad local y cultural de las personas (dimensión sociocultural del valor) (27).

Consecuentemente, la evaluación de servicios de los ecosistemas necesariamente implica usar técnicas complementarias que midan las tres dimensiones de los servicios de los ecosistemas.

Aunque la estructura general del marco conceptual y metodológico de la cascada de los servicios y la clasificación de los mismos está generalmente aceptada, la distinción entre función, servicio y beneficio continúa siendo tema de debate (36). Por ejemplo, hay autores que usan la terminología de *servicios intermedios* (p.ej. productividad primaria, formación del suelo), *servicios finales* (p.ej. depuración de agua, protección de la costa frente a tormentas) y *beneficios* (p.ej. agua potable, reducción de la vulnerabilidad ante catástrofes naturales, valores recreativos) (15); o la terminología de *procesos ecológicos esenciales* (p.ej. producción primaria, descomposición, ciclos de nutrientes), *procesos de los ecosistemas beneficiosos* (p.ej. polinización, control de plagas y especies exóticas), y *beneficios* (p.ej. alimento, agua potable, fibras) (37). Un análisis detallado de estas clasificaciones pone de manifiesto que conceptualmente hay un determinado consenso en el marco de la cascada de los servicios y clasificación de los mismos, ya que los servicios identificados como servicios intermedios o procesos ecológicos esenciales son en gran medida aquellos que la *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio* identificaba como servicios de soporte y los que actualmente se definen por problemas de doble conteo como funciones de los ecosistemas. Igualmente, los servicios identificados como procesos de los ecosistemas beneficiosos o servicios finales hacen referencia realmente a los servicios de regulación.



6.3. La biodiversidad como proveedora de servicios

El papel que juegan los ecosistemas y la biodiversidad en el suministro de los servicios de los ecosistemas es uno de los retos académicos y científicos más importantes en el contexto de la evaluación de los servicios (12,13,24). Recientemente, han existido diferentes intentos para clarificar las relaciones entre biodiversidad, funciones de los ecosistemas y suministro de servicios, focalizando su atención en determinar cómo los diferentes componentes de la biodiversidad contribuyen al suministro de los servicios de los ecosistemas (30,31,38,39,40). Para evaluar en qué medida la biodiversidad suministra un flujo diverso de servicios, primeramente, se requiere reconocer cuáles son los procesos ecológicos que subyacen al suministro de determinados servicios e identificar cuáles son los organismos o grupos de organismos que controlan dichos procesos (38,41). Muchos estudios han tratado de documentar el efecto que tiene la biodiversidad sobre el suministro de los servicios de los ecosistemas, pero la mayoría de ellos se han centrado en estudios a pequeña escala y experimentos a corto plazo, que no generan información válida para la gestión de los ecosistemas y de la biodiversidad (12). Por ejemplo, diferentes estudios han tratado de determinar estos aspectos identificando el papel funcional en el suministro de servicios de los polinizadores (42), de determinadas especies de plantas como fijadoras de nitrógeno (43), de especies ingenieras en la formación del suelo (44,45), de diferentes grupos de microorganismos y de la fauna en la formación y fertilidad del suelo (46), y el papel de determinadas especies de plantas acuáticas en la depuración y regulación hídrica (47).

A aquella componente de la estructura biológica de los ecosistemas con capacidad para generar servicios se la ha denominado unidad suministradora de servicios (48) o proveedor de servicios (38). El término de unidad suministradora de servicios se creó en el año 2003 para hacer referencia a las poblaciones de especies que contribuían a suministrar servicios localmente (48). Posteriormente, en el año 2005, se identificó el papel que tienen la diversidad funcional, las poblaciones, comunidades y gremios en el suministro de servicios a la sociedad bajo el concepto de proveedores de servicios (38). De hecho, ambos conceptos se usan actualmente de manera conjunta para indicar las características requeridas de una especie, comunidad o hábitat para suministrar servicios en función de la demanda realizada por los beneficiarios (31).

En este apartado usaremos el término de proveedor de servicios para indicar aquellas poblaciones, comunidades, grupos funcionales, caracteres funcionales, tipos de hábitat y paisajes con capacidad de generar servicios a la sociedad (19,33,49) (Tabla 6.3.1). En general, la pérdida de alguno de estos componentes de la biodiversidad puede tener distintos efectos en el funcionamiento de los ecosistemas y, por tanto, en el suministro de servicios hacia la sociedad. Sin embargo, parece que existe un creciente consenso en reconocer que es el componente relacionado con la diversidad funcional (Tabla 6.3.2), el que contribuye en mayor medida al suministro de los servicios de los ecosistemas, principalmente los servicios de regulación (27,39,50,51). Además, recientemente se ha reconocido que la mayoría de los proveedores de servicios están directa o indirectamente relacionados con los hábitat y usos del suelo (33) o con diferentes paisajes (49) (Tabla 6.3.2).

☐ **Tabla 6.3.1.** Servicios de los ecosistemas y su relación directa o indirecta con los proveedores de servicios. El componente clave hace referencia a los diferentes niveles de biodiversidad reconocidos por Noss (1990) (52). La escala espacial hace referencia a la escala en la que el proveedor del servicio opera para suministrar dicho servicio.

SERVICIO DE LOS ECOSISTEMAS	PROVEEDORES DE SERVICIOS	COMPONENTE CLAVE DE LA BIODIVERSIDAD	ESCALA ESPACIAL
ABASTECIMIENTO			
Alimento	Especies y usos del suelo	Genes, especies, poblaciones, hábitat	Local-regional
Fibras vegetales	Vegetación	Especies, poblaciones	Local
Productos medicinales	Vegetación, microorganismos, vertebrados	Genes, especies, poblaciones	Local
REGULACIÓN			
Estabilidad climática	Vegetación y usos del suelo	Comunidades, hábitat y usos del suelo	Local-global
Purificación del aire	Microorganismos, vegetación y usos del suelo	Especies, poblaciones, grupos funcionales	Regional-global
Mitigación de riadas y sequías	Vegetación y usos del suelo	Comunidades, hábitat	Regional-global
Depuración del agua	Vegetación, microorganismos, invertebrados acuáticos y usos del suelo	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitat	Regional-global
Formación y fertilidad del suelo	Invertebrados del suelo, microorganismos del suelo, vegetación fijadora de nitrógeno, materia orgánica	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitat	Local
Polinización	Vegetación, insectos y aves	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitat	Local
Control de plagas	Invertebrados parasitoides y depredadores	Especies, poblaciones, comunidades, grupos funcionales, hábitat	Local-regional
CULTURALES			
Valor estético	Biodiversidad en conjunto	Especies, poblaciones, comunidades, hábitat	Local-regional
Actividades recreativas	Peces, aves, y mamíferos (especies cinegéticas)	Especies, poblaciones	Local

Fuente: Adaptado de Petrosillo et al (2010) (33), Kremen (2005) (38) y Kinzing et al. (2007) (53).

☐ **Tabla 6.3.2.** Definiciones asociadas con la diversidad funcional, entendida como el componente clave de la biodiversidad para proveer servicios de los ecosistemas.

DEFINICIÓN Y COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL
Diversidad funcional: El rango, valor y abundancia relativa de los caracteres funcionales en una comunidad dada (39,54).
Carácter funcional: Los rasgos de un organismo que están relacionados con el papel del mismo en el ecosistema (55). · De esta manera, un carácter funcional determina la respuesta del organismo a diferentes presiones (carácter de respuesta) y/o el efecto del mismo al mantenimiento de determinados procesos ecológicos o funciones de los ecosistemas (carácter de efecto). · En plantas, los caracteres funcionales incluyen caracteres morfológicos, ecofisiológicos, bioquímicos y regenerativos, incluyendo además caracteres demográficos (p.ej. abundancia de la población de la especie). En animales, los anteriores caracteres se combinan además con caracteres de historia de vida y de comportamiento (p.ej. gremios, organismos que usan de manera similar los recursos o el hábitat).
Atributo funcional: El valor obtenido para un determinado carácter funcional en un determinado lugar y momento. · Dentro de una misma especie, el carácter funcional puede mostrar diferentes atributos a lo largo de diferentes gradientes ambientales o en diferentes momentos. Por tanto, no existe un único valor (atributo) para un determinado carácter de una especie (56). Esto implica que diferentes individuos o distintos fenotipos, ecotipos o estadíos ontogenéticos de una misma especie puedan formar parte de diferentes grupos funcionales.

DEFINICIÓN Y COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD FUNCIONAL

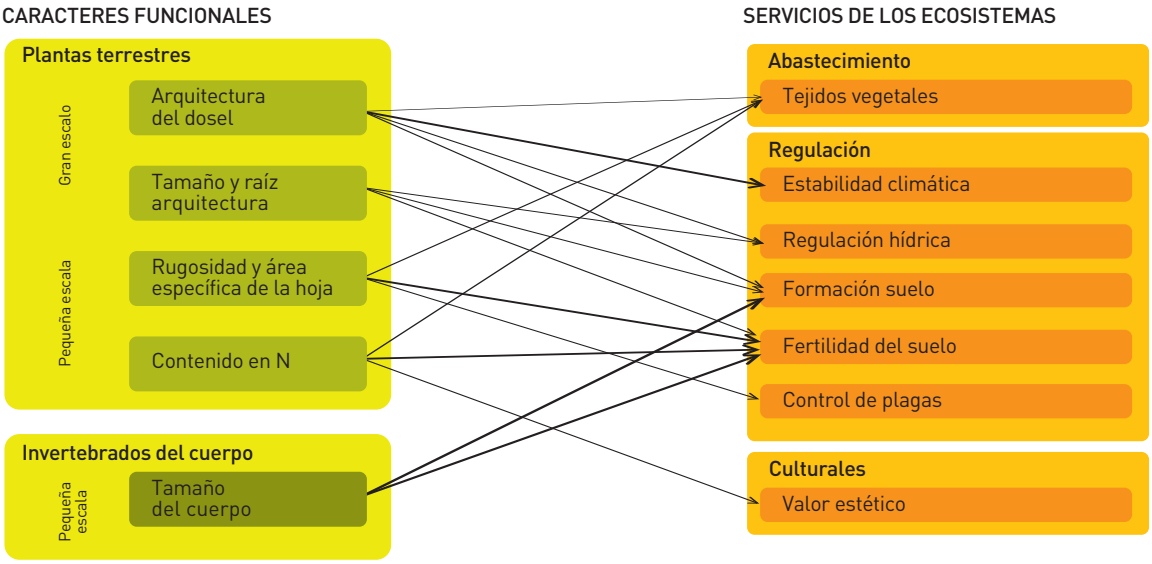
Grupo funcional o tipo funcional: La colección de organismos que tienen similares atributos funcionales (57).

- Habitualmente, se usa el concepto de gremio para referirse a un grupo funcional, principalmente en el caso de los animales, p.ej. la clasificación de los macroinvertebrados acuáticos según su tipo de alimentación: desmenuzadores, raspadores, colector, filtrador. Sin embargo, mientras que gremio hace referencia al conjunto de especies que explotan de manera similar los recursos ambientales, en particular recursos tróficos, el concepto de grupo funcional tiene implicaciones más generales (58).

Fuente: Adaptado de Harrington et al. (2010) (19) y Martín-López et al. (2007) (27).

De Bello et al. (2010) (32) recopilaron 247 publicaciones en las que se exploraban las relaciones entre caracteres funcionales y servicios de los ecosistemas en diferentes ecosistemas y con diferentes taxones, demostrando que en el 69% de los casos se establecía una clara relación direccional entre caracteres funcionales y el suministro de servicios de los ecosistemas. Además, encontraron que, dentro de un mismo grupo de organismos, se establecían combinaciones de caracteres funcionales clave que controlaban diferentes funciones de los ecosistemas y, por tanto, el suministro de determinados servicios. Por ejemplo, en las plantas, la combinación de los caracteres asociados con la química y el área específica de las hojas, la estructura del dosel y el tamaño y arquitectura de las raíces favorecen el suministro de muchos servicios de regulación: estabilidad climática, regulación hídrica, formación y fertilidad del suelo, y control de plagas (Figura 6.3.1). Además, estos caracteres asociados con el tamaño del cuerpo de los invertebrados del suelo favorecen en mayor medida el suministro de los servicios de formación y fertilidad del suelo (Figura 6.3.1). Por tanto, las combinaciones de los caracteres funcionales también se dan a diferentes niveles tróficos. Las interacciones tróficas son claves para mantener un flujo variado de servicios y, por tanto, los caracteres que afectan a las relaciones entre especies de diferentes niveles tróficos han de ser consideradas (13).

☐ **Figura 6.3.1.** Combinaciones de caracteres funcionales de plantas e invertebrados del suelo más frecuentemente estudiados en la literatura científica, y su papel en el suministro de servicios. El grosor de las flechas indica que las asociaciones entre los caracteres funcionales y los servicios han sido más frecuentemente reportados en la literatura científica y con mayor evidencia científica.



Fuente: Adaptado de De Bello et al. (2010) (32).

6.4. Gestionando el flujo de servicios de los ecosistemas: Análisis de compromisos *(trade-offs)*

■ 6.4.1 INTRODUCCIÓN

La mayoría de los ecosistemas han sido transformados cambiando los usos del suelo, con el fin de que el ser humano obtenga servicios de abastecimiento (p.ej. alimento). La gestión del territorio influye en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, así como en la biodiversidad, elemento clave del suministro de servicios (4). Un cambio en los usos del suelo o en la gestión del territorio supone un cambio en el suministro del conjunto de servicios.

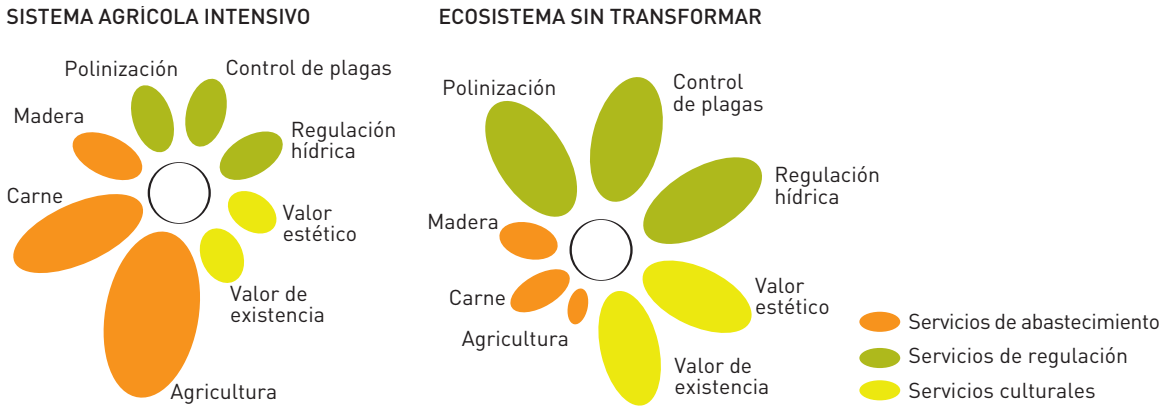
Actualmente, la gestión del territorio está focalizada en uno o pocos servicios de abastecimiento, lo que supone una reducción en los servicios de regulación y en la biodiversidad que los suministra (5,59,60,61). Esto es debido a que, en la mayoría de los casos, los servicios de regulación y culturales, que no tienen un reflejo en el mercado, no son considerados en la toma de decisiones (28,36). La consecuencia principal es la conversión de los territorios multifuncionales, típicos de la península Ibérica (p.ej. las dehesas en España o los montados en Portugal), en territorios monofuncionales e intensivos (p.ej. los cultivos de regadío o los cultivos bajo plástico). La transformación de los paisajes multifuncionales en territorios intensificados supone un beneficio económico a corto plazo, pero una pérdida de bienestar humano a largo plazo debido a la degradación de la biodiversidad y, por tanto, la pérdida de un flujo variado de servicios, así como la pérdida de valores culturales como la identidad cultural, el conocimiento ecológico local, o el sentido de pertenencia de muchas comunidades rurales.

En general, hay servicios que se relacionan y evolucionan positivamente. Es decir, un aumento en el suministro de uno de ellos implica un aumento en el suministro de los otros. Por ejemplo, el mantenimiento de la fertilidad del suelo promueve el reciclado de nutrientes y la productividad primaria, lo que implica un aumento en la capacidad de almacenar carbono y, por tanto, de regulación de clima. Además, un suelo fértil implica menores tasas de erosión y, por tanto, favorece la regulación hídrica y la calidad del agua. Todo ello supone una mejora en la capacidad de suministrar, no sólo servicios de regulación, sino también servicios de abastecimiento, como madera o fibras vegetales. De esta manera, se dan unas sinergias entre los diferentes servicios de regulación y entre éstos y algunos servicios culturales (p.ej. valores estéticos y/o valor de existencia) y de abastecimiento (p.ej. fibras vegetales y/o medicinas).

Por el contrario, hay servicios de los ecosistemas que se relacionan y varían negativamente, ya que el aumento en el suministro y uso de uno de ellos promueve la degradación en los otros. Por ejemplo, un aumento en la producción de alimentos a través del aumento de la superficie de cultivo y el uso de fertilizantes y pesticidas, reduce la biodiversidad y, por tanto, supone una disminución de la capacidad de los ecosistemas para suministrar servicios de regulación (p.ej. control de erosión del suelo, regulación hídrica, depuración de agua, control de plagas y de especies exóticas invasoras, Figura 6.4.1). Consecuentemente, parece claro que existen unos compromisos entre ventajas y desventajas o *trade-offs* de diferentes servicios, principalmente entre los servicios de abastecimiento y los de regulación.

El conocimiento de estas relaciones, tanto de las sinergias conjuntas de los servicios como de los *trade-offs* entre servicios, es esencial para asegurar que la toma de decisiones es efectiva en términos de asegurar un flujo variado de servicios que satisfaga el bienestar humano.

☐ **Figura 6.4.1.** Los sistemas agrícolas intensivos generalmente aumentan considerablemente los servicios de abastecimiento, pero esto se produce a expensas de los servicios de regulación o culturales, los cuales se encuentran en mejor estado en ecosistemas no dominados por el ser humano.



Fuente: Gordon et al. (2010) (60).

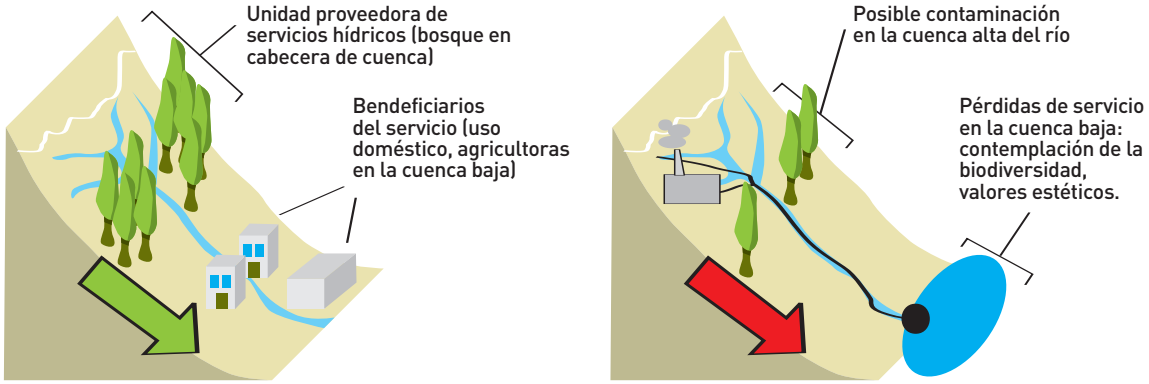
■ 6.4.2. TIPOS DE *TRADE-OFFS*

En general, además de los *trade-offs* resultado de diferentes estrategias de gestión del territorio, existen otros tres tipos de *trade-offs*: (1) temporales, (2) espaciales e (3) interpersonales (62).

1. Los *trade-offs* temporales implican beneficios ahora y costes a largo plazo. Este tipo de *trade-off* representa la piedra angular de la definición de desarrollo sostenible del Informe Brudntland. En él se define el desarrollo sostenible como "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

2. Los *trade-offs* espaciales suponen un beneficio local, pero costes en otro lugar, bien sean locales, regionales o globales. Este tipo de *trade-off* es típico de los hidrosistemas, tanto superficiales como subterráneos. Por ejemplo, en las cuencas hidrográficas, la conservación de los bosques en la cuenca alta del río promueve que en la cuenca baja disfruten de buena calidad de agua, generando un beneficio local en la cuenca baja debido a la conservación de la cuenca alta, la cual lleva implícita unos costes (Figura 6.4.2). De manera similar, se produce el caso contrario donde la contaminación de un río por una actividad agrícola o industrial en la cuenca alta implica el deterioro de la calidad de agua en la cuenca baja, suponiendo un beneficio local en la cuenca alta y un coste en la cuenca baja (Figura 6.4.2).

☐ **Figura 6.4.2.** Representación gráfica de los *trade-offs* espaciales asociados a una cuenca hidrográfica. En la imagen de la izquierda se aprecia cómo la conservación del bosque de ribera en la cuenca alta favorece el mantenimiento de los servicios de regulación control de la erosión, regulación hídrica, y depuración de agua, que finalmente son aprovechados por los beneficiarios en la parte baja de la cuenca hidrográfica. En la imagen de la derecha se observa cómo una posible contaminación en la cuenca alta implica una pérdida de servicios de los ecosistemas en la cuenca media y baja, afectando a los actores sociales que no pueden disfrutar de determinados servicios en la cuenca baja, como suministro de agua potable o actividades recreativas asociadas a la observación de aves acuáticas. La flecha verde indica una relación positiva entre el suministro de servicios en la cuenca alta y su uso en la cuenca baja, mientras que la flecha roja indica una relación negativa.



Fuente: Elaboración Palomo I. Laboratorio de socioecosistemas, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

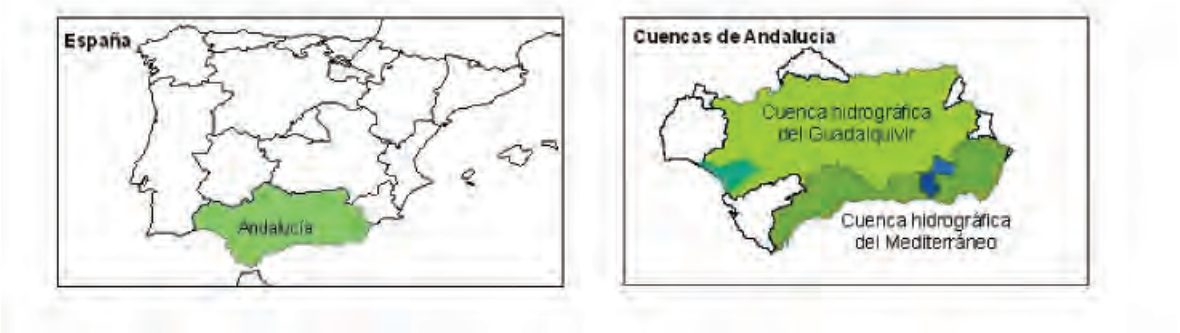
Este *trade-off* está muy relacionado con el análisis escalar espacial de los proveedores de servicios, es decir de la estructura que subyace a la capacidad de los ecosistemas de generar servicios. Como indican algunos estudios, el suministro y el uso del servicio pueden coincidir en el espacio (servicio recreativo generado por un paseo en un bosque) o puede que no (15). El flujo de servicios puede distribuirse en todas las direcciones desde su origen (polinización de campos agrícolas), distribuirse pendiente abajo en el caso de flujos hídricos (uso de agua), distribuirse en una dirección (protección de humedales costeros frente a tormentas), o distribuirse globalmente (el mantenimiento de un clima favorable es demandado globalmente, mientras que los componentes ecológicos encargados de mantener la función suministradora de este servicio pueden localizarse en una escala regional, como la cuenca del río Amazonas).

3. Los *trade-offs* interpersonales suponen un escenario donde unos individuos ganan y otros pierden. Este tipo de *trade-off* es resultado de la conceptualización del término servicio como dependiente de los actores sociales que usan, valoran o disfrutan los servicios (63,64). De esta manera, normalmente, el disfrute de un servicio por parte de determinados actores supone que otro grupo de actores sociales no puedan disfrutar de este u otros servicios, generando un escenario de ganadores-perdedores. Asimismo, la diversidad de intereses por parte de los actores sociales de fomentar unos u otros servicios genera conflictos sociales, ya que, tal y como se ha comentado anteriormente, el fomento de unos servicios se realiza a expensas de otros.

TRADE-OFFS ENTRE ACTORES SOCIALES: EL ESPACIO NATURAL PROTEGIDO DE DOÑANA Y DOS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL SURESTE SEMIÁRIDO ANDALUZ

Dos estudios realizados durante los años 2004-2005 en Doñana, suroeste de España (Mapa 6.4.1), y 2009-2010 en las cuencas hidrográficas del río Adra y la cuenca alta del río Nacimiento, en el sureste semiárido español, muestran resultados similares en cuanto a la percepción social de la importancia de los servicios por parte de los diferentes actores sociales.

☐ **Mapa 6.4.1.** Casos de estudio de evaluación social y económica de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales. Las cuencas hidrográficas del sureste semiárido se muestran en azul y el socioecosistema de Doñana en verde azulado.



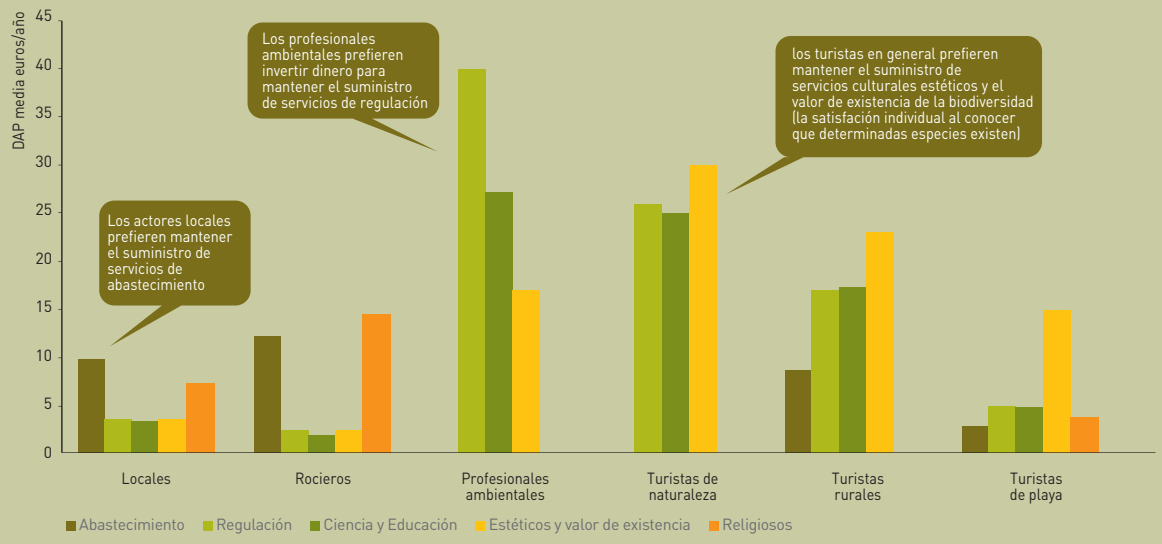
Fuente: Elaboración Palomo I. Laboratorio de Socioecosistemas, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

En el caso del Espacio Natural Protegido de Doñana, se estudió la disposición a pagar (DAP) de los diferentes actores sociales por mantener diferentes servicios de los ecosistemas (65). En el caso de las cuencas hidrográficas del sureste semiárido se realizó una evaluación social basada en ranking de demanda de servicios por parte de los actores sociales (66). Como se puede observar en las Figuras 6.4.3 y 6.4.4, en general, en ambos casos diferentes actores prefieren mantener o demandar diferentes servicios de los ecosistemas.

En ambos casos, los actores locales tienen preferencia por usar y mantener los servicios de abastecimiento. Los servicios de regulación son principalmente valorados por los profesionales ambientales (investigadores y gestores de los espacios naturales protegidos) y turistas de naturaleza en el caso de Doñana (Figura 6.4.3), mientras que en las cuencas hidrográficas existen diferencias en función del servicio específico de regulación. Así, la calidad del aire y la regulación climática son disfrutados por los turistas rurales. El control de la erosión del suelo es demandado por los turistas de naturaleza y por los actores locales ligados al sector agropecuario, debido a los problemas que actualmente acontecen en este área por el abandono de las terrazas agrícolas. Finalmente, el servicio de regulación hídrica es demandado por los profesionales ambientales y de desarrollo local, debido a los problemas de desertización que se dan en la parte baja de ambas cuencas, así como el abandono del sistema de riego de acequias tradicional de los musulmanes en las cuencas altas (Figura 6.4.4).

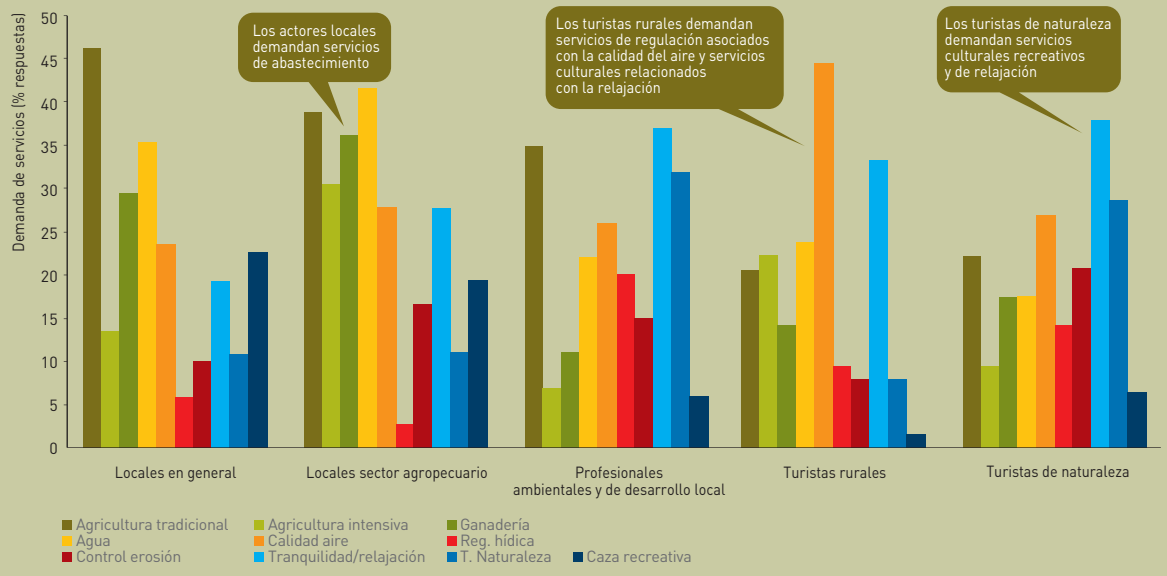
En relación con los servicios culturales, la demanda entre actores sociales es similar en ambas áreas de estudio. En general, los servicios asociados con la identidad local son demandados y disfrutados por los actores locales, como el servicio religioso asociado a la Romería de El Rocío en Doñana, o el servicio de la caza recreativa. Por otro lado, se observa que servicios culturales, como el valor estético, la ciencia y la educación ambiental, en el caso de Doñana, o el turismo de naturaleza y el servicio de relajación, son demandados y disfrutados generalmente por actores externos como los turistas y los profesionales ambientales y de desarrollo rural.

☐ **Figura 6.4.3.** Valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales en el Espacio Natural Protegido de Doñana.



Fuente: Martín-López B y Montes C a partir de Martín-López et al. (2007) (65).

☐ **Figura 6.4.4.** Valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales en las cuencas hidrográficas del río Adra y Alto río Nacimiento.



Fuente: Iniesta-Arandia et al. (2010) (66).

■ 6.4.3. LA GLOBALIZACIÓN DE LOS *TRADE-OFFS*: EXPLORANDO LOS *TRADE-OFFS* DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS A DISTINTAS ESCALAS ESPACIALES

La tendencia generalizada de degradación de los servicios de regulación y culturales asociados a las tradiciones y la identidad local, y el aumento de algunos servicios de abastecimiento ha sido demostrada a diferentes escalas espaciales, desde la escala global (26), hasta la local (61), pasando por la europea (67) (Tabla 6.4.1), siendo por tanto un hecho globalizado. Cuando la gestión se focaliza en unos pocos servicios, los *trade-offs* pueden generar resultados no deseados, como el declive de los servicios de regulación (68).

☐ **Tabla 6.4.1.** Tendencia de los servicios de los ecosistemas suministrados por los ecosistemas a escala global, en Europa, y en Doñana. (↑aumenta, ↔ se mantiene, ↓disminuye, ? indica que el servicio no ha sido evaluado). Cuando la gestión del territorio se focaliza en unos pocos servicios, principalmente de abastecimiento, implica generalmente la degradación de la mayoría de los servicios de regulación y de determinados servicios culturales.

TIPO	SERVICIO DEL ECOSISTEMA		GLOBAL	EUROPA	DOÑANA
ABASTECIMIENTO	Agricultura	Agricultura intensiva	↑	↑	↑
		Agricultura de secano	↑	↑	↓
	Ganadería		↑	↓	↔
	Pesca		↓	↓	↓
	Acuicultura		↑	↓	?
	Recolección de alimentos		↓	↓	↓
	Agua dulce		↓	↔	?
REGULACIÓN	Regulación climática- regional y local		↓	↔	?
	Control de la erosión		↓	↓	↓
	Regulación hídrica		↔	↔	↓
	Purificación del agua		↓	↔	↓
	Amortiguación de desastres naturales		↓	↔	↓
	Polinización[a]		↓	↓	↓
	Control de especies exóticas invasoras (EEI)		↓	↓	↓
CULTURALES	Turismo de naturaleza[b]		↔	↑	↓
	Estético		↓	↓	?
	Conocimiento ecológico tradicional		?	?	↓
	Conocimiento científico		?	?	↑
	Educación ambiental		?	?	↑
	Valor de existencia de la biodiversidad		↓	↓	↔

[a] Se refiere a la reducción en el número de colmenas existentes en el socioecosistema de Doñana y, por tanto, sólo ha sido evaluado a partir de la especie *Apis mellifera*.
[b] La reducción del servicio cultural asociado con el turismo de naturaleza en Doñana se debe a la disminución del número de visitantes en el Espacio Natural Protegido de Doñana debido a la actual crisis económica.

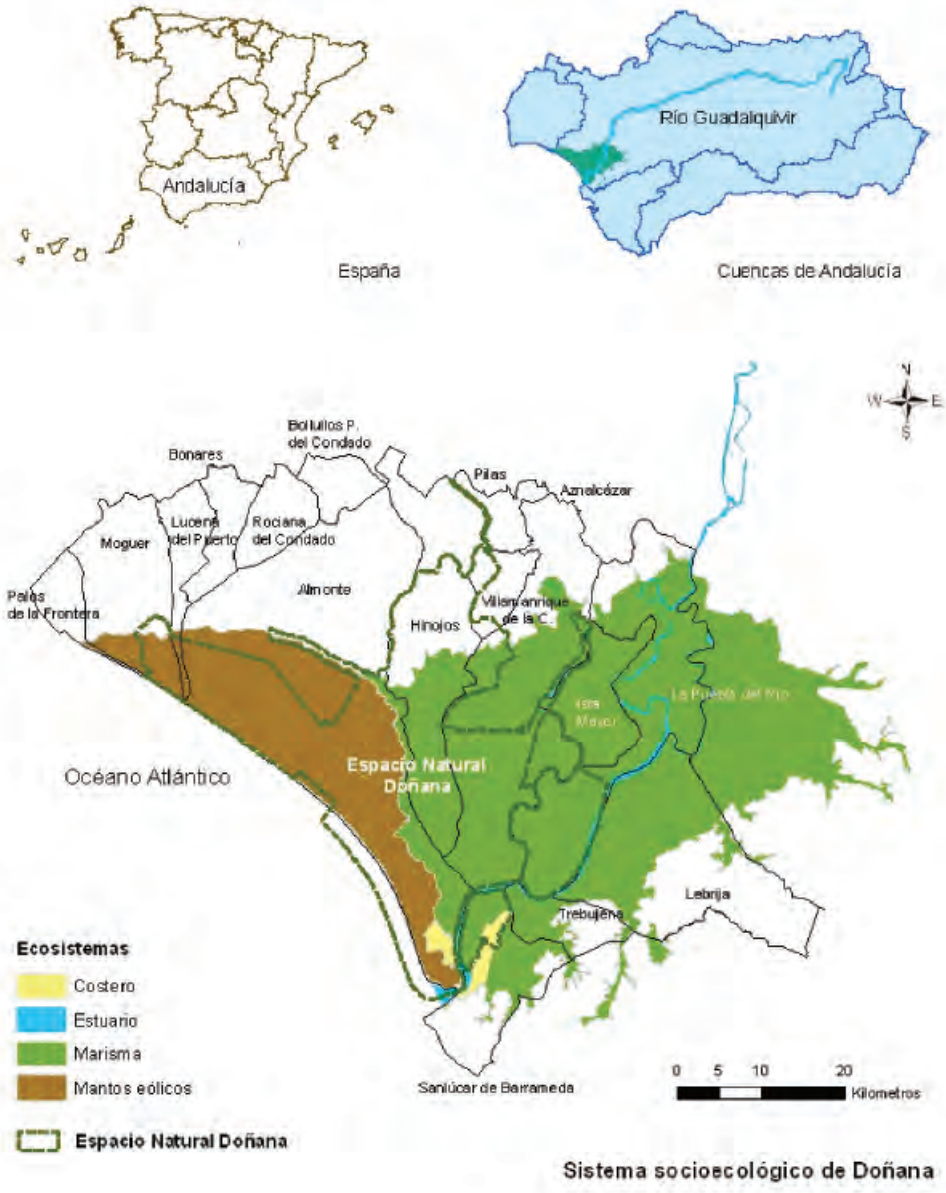
Fuente: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2003) (26); Harrison et al. (2010) (67) y Martín-López et al. (en prensa) (61).



EVALUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS EN EL SOCIOECOSISTEMA DE DOÑANA, SUROESTE DE ESPAÑA

La evolución temporal de los servicios suministrados por los ecosistemas de Doñana muestra que, en general, se está dando una importante degradación de los servicios de regulación, así como de los servicios de abastecimiento y culturales tradicionales y orientados a beneficiarios locales (Tabla 6.4.1). Sólo los servicios de abastecimiento relacionados con mercados internacionales en auge, como la fresa, y los servicios culturales relacionados con el conocimiento formal, como la investigación y la educación ambiental, están aumentando.

☐ **Mapa 6.4.2.** Sistema socioecológico de Doñana.



Fuente: Elaboración Palomo I. Laboratorio de Socioecosistemas, Departamento de Ecología, Universidad Autónoma de Madrid.

El fomento de aquellos servicios que tienen un reflejo en los mercados nacional e internacional (agricultura de la fresa, del arroz y la pesca), tiene efectos negativos sobre los ecosistemas de Doñana, afectando principalmente a los servicios de regulación. Diferentes autores han demostrado cómo la agricultura intensiva desarrollada en Doñana genera un importante impacto en la erosión del suelo, en la regulación hídrica y en la calidad del agua, tanto superficial como subterránea, debido a los elevados niveles de pesticidas y compuestos de nitrógeno y fósforo (69,70). Además, el fomento de los cultivos (fresa y arroz), que se basan en la intensificación tecnológica y los subsidios que incentivan el abandono de los cultivos tradicionales (como la vid), no sólo afecta a los servicios de regulación sino que implica la pérdida del conocimiento ecológico tradicional (71). De esta manera, la explotación intensiva de servicios de abastecimiento en los alrededores del Espacio Natural Protegido afecta negativamente a la capacidad de los ecosistemas de generar servicios de regulación y a los servicios culturales locales y tradicionales.

Actualmente, la gestión del socioecosistema de Doñana se encuentra focalizada en unos pocos servicios. Mientras que la matriz territorial exterior al Espacio Natural Protegido de Doñana fomenta la producción intensiva agrícola -principalmente fresa y arroz- y la explotación de los recursos pesqueros, la gestión en el interior del Espacio Natural Protegido se encuentra focalizada en los servicios culturales no tradicionales: conservación de especies carismáticas (valor de existencia), educación ambiental, conocimiento científico y turismo de naturaleza; generando una dicotomía entre la conservación y el desarrollo (72).

■ 6.4.4. ANÁLISIS ESCALAR DEL SUMINISTRO POR PARTE DE LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS Y DISFRUTE POR PARTE DE LOS BENEFICIARIOS DE SERVICIOS

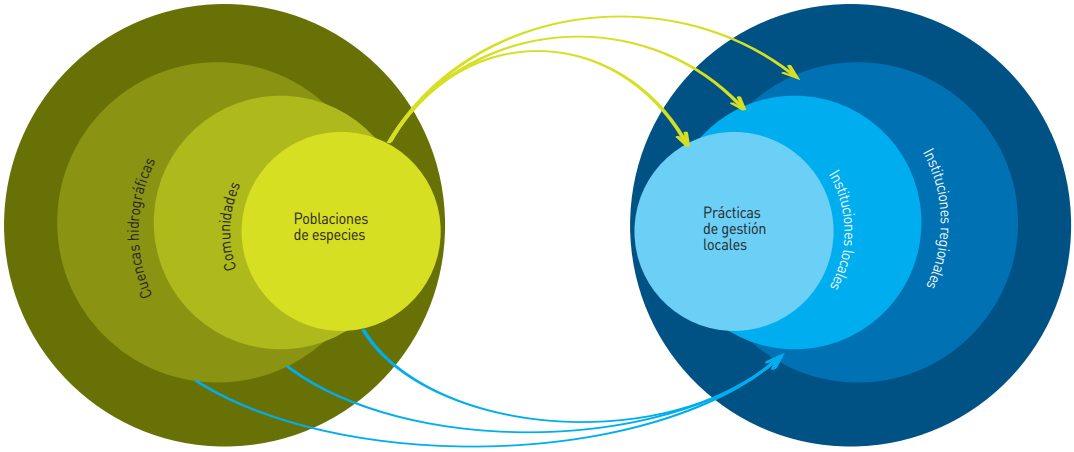
En la evaluación de los servicios suministrados por la biodiversidad resulta esencial identificar la escala espacial a la cual los proveedores de servicios tienen capacidad de suministrar dichos servicios, y en la cual un servicio es aprovechado, usado o disfrutado por los beneficiarios. Los servicios no sólo se generan a diferentes escalas en función de los procesos y de la estructura ecológica, sino que además la sociedad los disfruta a distintas escalas, desde la escala local (p. ej. recolección de alimento) hasta la escala global (p. ej. mantenimiento de un clima favorable), afectando a diferentes actores sociales, quienes frecuentemente tienen intereses distintos (73). Normalmente, la escala a la que el servicio es suministrado determina quiénes se pueden beneficiar del mismo (74), pero no siempre, ya que un servicio suministrado a una escala puede ser usado o aprovechado a diferentes escalas sociales, y diferentes servicios suministrados a diferentes escalas del ecosistema, pueden ser aprovechados únicamente en una escala social (Figura 6.4.5).

Por tanto, no podemos focalizar únicamente el análisis de servicios a la escala local si éstos son suministrados a dicha escala local, pues los usuarios pueden encontrarse en diferentes escalas del sistema socioeconómico. Y tampoco, podemos focalizar el análisis de servicios en una escala socioeconómica ya que el suministro se puede dar a distintas escalas del ecosistema (Figura 6.4.5). Por ejemplo, el suministro del servicio de abastecimiento asociado con la agricultura de la fresa se suministra a escala local, principalmente en los alrededores del Espacio Natural Protegido de Doñana en Huelva y, sin embargo, dicho servicio es consumido principalmente en el resto de Europa y España. Además, hay que tener en cuenta que la agricultura asociada a la fresa en Doñana implica la degradación de múltiples servicios de regulación, como fertilidad del suelo, depuración del agua y regulación hídrica, así como el servicio de abastecimiento relacionado con el consumo de agua. De esta forma, el suministro de un servicio a escala local es usado y disfrutado a escala nacional e internacional, afectando a diferentes servicios de uso local.

En suma, es esencial realizar una evaluación multiescalar desde el proveedor hacia el beneficiario, con el fin de incorporar en el análisis la problemática del desacoplamiento escalar -esto es de los *trade-offs* a diferentes escalas espaciales-.



☐ **Figura 6.4.5.** Aproximación multiescalar del flujo de servicios, desde la escala del proveedor del servicio hasta dónde se usa o gestiona el mismo (beneficiario del servicio). Un servicio suministrado a una escala puede ser disfrutado en diferentes escalas sociales, y diferentes servicios suministrados a diferentes escalas del ecosistema, pueden ser aprovechados únicamente en una escala social.



Fuente: Martín-López et al. (2009) (14).



6.5. Necesidad de una ciencia interdisciplinaria para la evaluación de los servicios de los ecosistemas: hacia una ciencia de la sostenibilidad

Para el estudio de los vínculos existentes entre la biodiversidad, las funciones y los servicios de los ecosistemas, las disciplinas científicas tradicionales de carácter sectorial resultan poco útiles, siendo imprescindible fomentar una verdadera ciencia integrada e integradora y, por tanto, con un carácter interdisciplinario. Más aún, reconocer que el cambio global en el que estamos inmersos (75) es, en parte, consecuencia del comportamiento y el estilo de vida humano, así como que la conservación de la biodiversidad es un producto social resultante de la toma de decisiones y del comportamiento humano, es aceptar que los programas de conservación no sólo deben ir dirigidos a las especies y a los ecosistemas, sino también a las raíces culturales de la sociedad (76,77). Existe claramente una necesidad de colaboración entre los científicos sociales y los investigadores de las ciencias biogeofísicas para intentar buscar alternativas y soluciones a la actual crisis ecológica (78). Esto implica que los biólogos reconozcan la dimensión humana de la conservación y los investigadores procedentes de las ciencias sociales comprendan cómo los ecosistemas y la biodiversidad son los responsables últimos del flujo de servicios de los que depende el bienestar humano (79).

Afortunadamente, las colaboraciones entre ecólogos y economistas comienzan a ser frecuentes en la conservación de la biodiversidad (29), demostrando la importancia social de los ecosistemas y de la biodiversidad. Sin embargo, aproximarse a la evaluación de los servicios generados por la biodiversidad requiere de la incorporación de otras ciencias sistémicas, como la sociología o la antropología. Existe, por tanto, la necesidad de una verdadera ciencia interdisciplinaria que, por el momento, todavía no ha sido adoptada en la conservación de la biodiversidad (80,81).

Sin embargo, caminar hacia una mayor interdisciplinariedad no es fácil. Existen diferentes razones por las que la ciencia de la biología de la conservación no está basada en una ciencia interdisciplinaria: (1) la falta de un vocabulario común para las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales, (2) las diferencias entre las metodologías científicas empleadas desde las ciencias de la naturaleza y las ciencias sociales, (3) la falta de fondos para proyectos integradores, (4) el hecho de que el sistema científico tradicional desfavorezca la colaboración interdisciplinaria ya que existen pocas revistas académicas donde publicar trabajos interdisciplinares, y el proceso de revisión de proyectos o de artículos desfavorece a los estudios interdisciplinares, y, por último, (5) los impedimentos relacionados con los diferentes valores y visiones sobre lo que realmente constituye un problema y cómo resolverlo (82,83,84).

Trabajar con los servicios generados por la biodiversidad requiere inevitablemente trabajar desde una perspectiva integradora e interdisciplinaria (Figura 6.5.1), esto es, trabajar desde la llamada ciencia de la sostenibilidad (85). La ciencia de la sostenibilidad se centra en trabajar con las relaciones dinámicas entre naturaleza y sociedad, poniendo la misma atención en observar cómo el cambio sociocultural determina la integridad y la resiliencia de los ecosistemas y el estado de la biodiversidad, y cómo los cambios en los ecosistemas y la biodiversidad determinan el bienestar humano a través del flujo de los servicios de los ecosistemas.

Debido a que los servicios de los ecosistemas emanan de las relaciones complejas entre los proveedores de los servicios y los beneficiarios, se establecen unas relaciones complejas en el sistema socicultural. La evaluación de los servicios de los ecosistemas debe

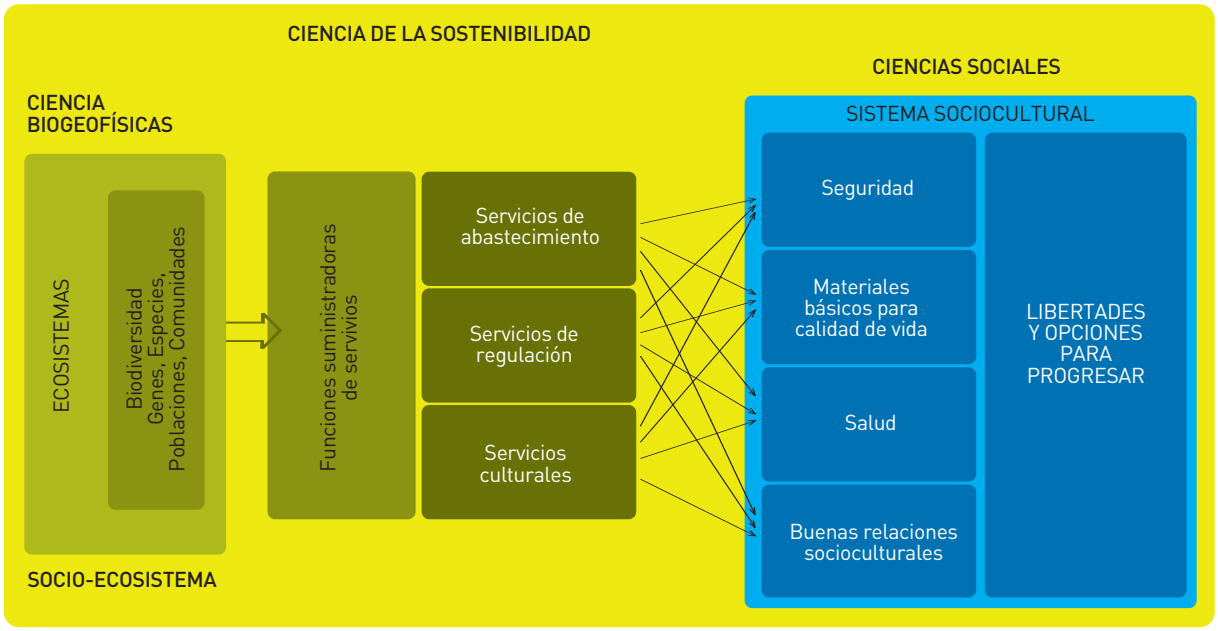
realizarse desde la ciencia de la costenibilidad, que es la encargada de estudiar los socioecosistemas.

A la importancia de establecer vínculos de colaboración entre ecólogos e investigadores sociales, debería añadirse la necesidad de trabajar más estrechamente con los gestores y encargados de tomar decisiones, estableciendo puentes sólidos entre la investigación y la gestión, como único camino para poder superar los tradicionales modelos en los que sociedad y naturaleza son gestionados de manera independiente bajo la dicotomía de "conservación vs. desarrollo" (72,79).

En este sentido, adaptar la ciencia de la sostenibilidad a la práctica de la conservación requiere de la implicación de los actores sociales y de las instituciones implicadas (86), con el fin de determinar los posibles conflictos sociales relativos a la conservación de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas. Al incorporar a los actores sociales en las estrategias de conservación inevitablemente se debe incluir no sólo el conocimiento científico sino también el conocimiento experiencial de las poblaciones locales. Los conflictos sociales generados por la tradicional dicotomía "conservación vs. desarrollo" han hecho que numerosas políticas de conservación hayan fracasado.

Consecuentemente, urge desarrollar y adoptar nuevos paradigmas y modelos de gestión construidos a partir de una ciencia interdisciplinaria y del reconocimiento de que nuestro bienestar y el de las futuras generaciones dependen en buena medida de la integridad ecológica y de la conservación de la biodiversidad como base de los servicios de los ecosistemas, esto es 'conservar para el bienestar humano'.

☐ **Figura 6.5.1.** La ciencia de la sostenibilidad se centra en trabajar con las relaciones complejas y dinámicas que se establecen entre los ecosistemas, su biodiversidad y los sistemas socioculturales. Trabajar con las funciones suministradoras de los servicios y con los servicios, ineludiblemente implica trabajar simultáneamente con las ciencias biogeofísicas y con las ciencias sociales, es decir trabajar con la ciencia de la sostenibilidad.



Fuente: Elaboración Martín-López B y Montes C.

CAPÍTULO 7

PRIORIDADES PARA LA BIODIVERSIDAD: ALGUNAS PROPUESTAS DE FUTURO

Más allá de los resultados expuestos en este informe sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad en España, como base de la sostenibilidad ante el cambio global, desde el OSE se proponen algunas pautas de actuación para corregir algunos de los desequilibrios observados. Sin ánimo de exhaustividad, se identifican diez grandes líneas de intervención estratégica para ayudar detener el deterioro de la biodiversidad y de los ecosistemas, que traducen al ámbito español las principales líneas que conforman las políticas de biodiversidad a nivel europeo y global.

■ 1. LA CONSIDERACIÓN DEL CAMBIO GLOBAL Y SUS INTERRELACIONES Y, EN ESPECIAL, LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO ES UNA PRIORIDAD PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD

España es un país especialmente vulnerable al cambio global. Las medidas de gestión integrada del territorio y de las áreas protegidas deberán desarrollarse en el marco de las interacciones entre cambio climático, usos del suelo, desertificación y otros fenómenos globales. Tal y como se señala en el presente informe, existen múltiples evidencias de que el cambio climático ya está afectando de forma directa en España a los organismos individuales, a las poblaciones y a la estructura y función de los ecosistemas.

En la aplicación de medidas de gestión proactiva y adaptativa, es fundamental considerar los cambios en la composición y extensión de los ecosistemas que predicen los modelos de cambio climático. Dichas medidas deben incluir ineludiblemente un nuevo diseño de la red de áreas protegidas y corredores ecológicos, que tenga en cuenta tanto las áreas protegidas que existen en la actualidad como las que será necesario designar en aquellas zonas hacia las cuales van a migrar las especies como consecuencia del cambio climático, es decir, aquellas zonas que actuarán como *refugios* en el futuro. En el presente informe se presenta una primera propuesta sobre la localización de dichos refugios para un conjunto de vertebrados terrestres.

■ 2. LA CONSERVACIÓN Y MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD DEBE IR MÁS ALLÁ DE LAS ZONAS PROTEGIDAS PARA FAVORECER UN USO SOSTENIBLE CONSIDERANDO EL CONJUNTO DE LAS INTERACCIONES TERRITORIALES

La conservación de la biodiversidad no puede lograrse exclusivamente mediante la protección de determinados hábitat o especies, sino que es necesario también mantener usos del suelo poco intensivos que favorezcan la dinámica de los procesos naturales y el mantenimiento o el aumento de la biodiversidad sobre grandes superficies de terreno. Por tanto, es necesario reducir las presiones sobre la biodiversidad en el territorio fuera de las áreas protegidas, donde muchas especies tienen una parte significativa de sus poblaciones o utilizan áreas próximas como zonas de campeo y de alimentación. El modo en que usamos el suelo constituye una de las mayores amenazas para la biodiversidad y, por tanto, para el suministro de los servicios ecosistémicos que pueden favorecer la sostenibilidad territorial y rural.

Mantener la coherencia ecológica y la conectividad del territorio debe ser una prioridad dentro de un marco estratégico de sostenibilidad territorial, especialmente si se tiene en cuenta la creciente fragmentación del mismo y las nuevas condiciones ambientales que impondrá a las especies y a los hábitat el cambio climático. En este sentido, la estrategia que tiene previsto desarrollar la UE

sobre la *Infraestructura verde para Europa*, que constituye un elemento fundamental de futuro de su política de biodiversidad, se presenta como una gran oportunidad para la aplicación de aproximaciones integradas de la planificación del territorio en nuestro país.

■ 3. DEBEN REFORZARSE LOS MECANISMOS EXISTENTES PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES Y HÁBITAT PRIORITARIOS

Las prioridades para la acción deben centrarse en asegurar que los ecosistemas que están bien conservados se mantengan en ese estado para prevenir pérdidas futuras de especies, y en restaurar los ecosistemas dañados con el fin de frenar su deterioro.

La modificación de los paisajes naturales que se ha producido en los últimos veinte años en nuestro país parece haber afectado por igual tanto a las localidades con presencia constatada de especies en peligro de extinción como al resto del territorio.

Por tanto, es fundamental proteger de forma efectiva los hábitat y las especies que merecen especial atención desde el punto de vista de la conservación, a través de medidas de gestión efectivas que deben ponerse en marcha de forma inmediata. Entre ellas cabe destacar las siguientes:

- Desarrollo y puesta en marcha de los planes de actuación de las especies amenazadas (planes previstos en las diferentes leyes de protección de la naturaleza para las especies catalogadas).
- Desarrollo, aplicación e implementación de medidas de gestión en los ENP existentes.
- Designación de las Zonas de Especial Conservación a través de la aprobación de los correspondientes planes de gestión.
- Designación de nuevas áreas protegidas teniendo en cuenta criterios de representatividad climática, faunística y florística. En el presente informe se expone una primera propuesta de cuales podrían ser estas áreas.

■ 4. LA PREVENCIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS Y SUS INTERACCIONES CON EL CAMBIO CLIMÁTICO DEBE SER INCORPORADA PRIORITARIAMENTE A LA GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Son cuestiones clave la identificación de nuevas áreas potenciales de invasión, la detección de vías de entrada potenciales, la identificación de sinergias con otros factores de cambio global y la cuantificación del riesgo asociado a cada especie exótica invasora.

Para ello, será imprescindible integrar en las políticas de adaptación al cambio climático medidas de gestión para las invasiones biológicas con el fin de fortalecer la resiliencia de los ecosistemas. Dichas medidas deberían ponerse en marcha particularmente para aquellas especies y vías de entrada/vectores identificadas como de alto riesgo.

■ 5.LOS INCENDIOS FORESTALES CONSTITUYEN UNA AMENAZA PARA LA BIODIVERSIDAD CON ESPECIAL INCIDENCIA EN ESPAÑA, POR LO QUE SU PREVENCIÓN DEBE SER INCORPORADA EN LAS ESTRATEGIAS DE GESTIÓN INTEGRAL

El cambio climático y su posible efecto sobre el peligro de incendio deben llevarnos a reconsiderar las políticas de gestión de los espacios naturales protegidos dado que, actualmente, los planes de conservación raramente incluyen el papel del fuego en la gestión de los mismos.

Es necesario elaborar modelos ajustados a los ecosistemas y especies, que tengan en cuenta situaciones de peligro creciente que incrementen la frecuencia, intensidad o magnitud de los incendios.

Por último, no debe olvidarse la protección frente a los incendios del territorio en general, dada la relevancia del mismo en un contexto de cambio climático, en el que será imprescindible garantizar la existencia de corredores biológicos que permitan desplazarse a las especies hacia territorios climáticamente favorables.

■ 6. UN ENFOQUE INTEGRADOR PARA EL CAPITAL NATURAL Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS FAVORECE LA INTEGRACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LAS POLÍTICAS SECTORIALES

La destrucción del capital natural y la degradación de los bienes y servicios ecosistémicos están afectando negativamente al funcionamiento del sistema económico y a la cohesión social y territorial, por lo que se precisa un enfoque integrador para hacer frente a las crecientes presiones de las pautas de producción y consumo y a las múltiples actividades sectoriales. Este enfoque ecosistémico es básico para aumentar la resiliencia del sistema socioeconómico en su conjunto.

La integración de las cuestiones relativas a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en las diferentes políticas sectoriales (agrícolas, pesqueras, de energía, de transporte y de desarrollo territorial), es fundamental para reducir la actual pérdida de biodiversidad. Solamente de esta forma será posible disminuir los impactos directos de estos sectores, así como sus presiones difusas, como por ejemplo la fragmentación, la acidificación, la eutrofización y la contaminación.

En el caso de las políticas agrarias y de desarrollo rural,

que son esenciales para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres, es necesario mantener los sistemas agrarios tradicionales extensivos, modernizándolos con las nuevas técnicas no agresivas con el medio ambiente y promoviéndolos a través del pago a los agricultores y ganaderos por los servicios ambientales que prestan al resto de la sociedad conservando la biodiversidad con sus actividades. Esto permitirá además situar a la población rural en una senda de sostenibilidad en cuanto a calidad de vida, cohesión social y empleo.

En el caso del medio marino, la pesca representa la fuente principal de ingresos de muchas comunidades costeras, pero la sobrepresca está amenazando la viabilidad de las poblaciones de peces, por lo que la integración ambiental de este sector es fundamental para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad marina.

■ 7. LA BIODIVERSIDAD DESEMPEÑA IMPORTANTES FUNCIONES ECONÓMICAS QUE DEBEN SER RECONOCIDAS EN LAS POLÍTICAS PÚBLICAS, INCLUSO DESDE UN PUNTO DE VISTA ESTRATÉGICO COMO ELEMENTO DINAMIZADOR PARA LA SALIDA DE LA CRISIS Y LA ORIENTACIÓN A UN MODELO PRODUCTIVO SOSTENIBLE

Las decisiones relacionadas con la planificación y mantenimiento de la biodiversidad o de los recursos naturales se han basado, de manera tradicional, en consideraciones determinadas en su mayoría por análisis coste-beneficio en los que no se incluía (ni todavía se incluye) el valor económico total de la biodiversidad o de los servicios ecosistémicos que ésta provee.

La biodiversidad continuará destruyéndose mientras no se acepte que el valor de la misma es significativo y necesario para el bienestar humano y que las medidas de gestión que se tomen deben ser investigadas antes de cualquier intervención. Y más aún, ante la crisis de la biodiversidad, se deben plantear sistemas de respuesta que permitan avanzar en la gestión de los ecosistemas que conlleven una mejora de su funcionalidad.

La valoración económica es por tanto una herramienta de gestión fundamental que permite rescatar el valor de la biodiversidad para ponerlo al servicio de la toma de decisiones informadas. La valoración económica debe tener en cuenta los valores no asociados al mercado, cuantificados a través de las funciones que proveen los ecosistemas, creando incentivos para su conservación.

La biodiversidad puede formar parte de un enfoque estratégico para una mejor salida de la crisis y para encontrar mecanismos para una mayor cohesión territorial y un mejor desarrollo rural sostenible. A este respecto el desarrollo de mecanismos de puesta en valor de los activos naturales y el uso de incentivos económicos para internalizar las externalidades positivas, como el pago por los servicios ambientales (PSA), orientado a una protección y conservación activa de los mismos, así como la custodia del territorio, los contratos territoriales de explotación y las ayudas agroambientales, representan un conjunto de mecanismos económicos para el desarrollo rural y para una gestión sostenible del territorio.

■ 8. UNAS POLÍTICAS TENDENTES A LA SOSTENIBILIDAD, COMO LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE MATERIALES Y RECURSOS, REDUNDARÁN EN UNA MENOR PRESIÓN SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y EN UNA MEJORA DE LOS MECANISMOS DE GOBERNANZA

Es esencial aumentar la eficiencia y seguridad en el uso de los recursos, por ejemplo, utilizando enfoques de ciclo de vida prolongado que reflejen todos los impactos ambientales de los productos y las actividades. Una fijación de precios que tenga en cuenta todos los impactos del uso de los recursos será importante para encaminar el comportamiento de las empresas y de los consumidores hacia una mayor eficiencia en el uso de los recursos.

Por otra parte, es necesario crear partenariados público-privados que permitan a la comunidad empresarial contribuir significativamente a poner fin a la pérdida de biodiversidad, así como establecer acuerdos institucionales que clarifiquen las funciones y las responsabilidades de todos los actores implicados.

Una participación más abierta y activa de los agentes económicos, administraciones y ciudadanos, en particular de las personas más cercanas a los recursos que se pretende proteger, resulta fundamental para la gestión sostenible del capital natural.

Debe generarse información específicamente dirigida a las necesidades de cada colectivo social, así como procurar que las campañas de información no solamente estén orientadas hacia determinados grupos de especies y hábitat emblemáticos, sino que tengan en cuenta todos los factores clave para el mantenimiento de la biodiversidad, así como las interacciones entre los procesos ecológicos, económicos y sociales.

■ 9. CONTABILIDAD DEL CAPITAL NATURAL Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

La necesidad de desarrollar una Contabilidad Ambiental y Económica Integrada, como se plantea desde Naciones Unidas y desde la Comisión Europea, no solo debe incidir en las cuentas de flujos físicos de emisiones y materiales, sino abordar la contabilidad del patrimonio global, en particular los cambios en los recursos naturales.

Tal y como expresa la Comisión Europea, un nuevo desafío en el desarrollo de la contabilidad ambiental es complementar las cuentas ambientales físicas con datos monetarios, basados en la evaluación de los daños causados o que se hayan evitado, cambios en los recursos naturales y en los bienes y servicios ecosistémicos, para obtener datos monetarios representativos, sólidos, comparables y fiables. La valoración monetaria de los costes del daño medioambiental y las ventajas de la protección medioambiental pueden ayudar a centrar el debate político en la medida en que nuestra prosperidad y bienestar dependen de los bienes y servicios que proporciona la naturaleza como elementos claves para un modelo de desarrollo sostenible.

■ 10. MEJORAR LA BASE DE CONOCIMIENTO PARA EVALUAR CON PRECISIÓN LOS CAMBIOS QUE LAS PRESIONES ANTRÓPICAS ESTÁN PRODUCIENDO EN LA BIODIVERSIDAD Y PLANTEAR ACCIONES PROACTIVAS Y ADAPTATIVAS

Para ello hay que movilizar todas las capacidades técnicas y científicas, a través de equipos multidisciplinares, e incorporar los conocimientos existentes en los procesos de toma de decisiones políticas. Por tanto, el intercambio de información y los sistemas de compilación, coordinación y acceso a la información pertinente y actualizada resultan fundamentales.

En relación con lo anterior, se precisa de la implementación de un sistema de indicadores coherente y preciso que proporcione información temporal fiable sobre la evolución de las actividades humanas, la respuesta cultural, sociológica y económica de nuestra sociedad, y las repercusiones sobre el medio ambiente, las especies y los procesos de funcionamiento de los ecosistemas. El sistema de indicadores también debe estar orientado a la identificación de estrategias y medidas para frenar la pérdida de biodiversidad, plantear acciones proactivas y mecanismos de gestión adaptativa así como a la evaluación de los resultados y la efectividad de las políticas adoptadas.

ANEXOS

Relación de siglas, acrónimos y abreviaturas

- %: tanto por ciento
- ABDO: Abandono de usos agrícolas y ganaderos
- ABS: Access and Benefit Sharing
- ACI: Área Climáticamente Importante
- ACP: Análisis de Componentes Principales
- AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
- AEF: Anuario de Estadística Forestal
- AEMA: Agencia Europea de Medio Ambiente
- AEMET: Agencia Estatal de Meteorología
- AFA: Atlas de Flora Amenazada de Canarias
- AGE: Administración General del Estado
- AG-E: Agropecuario Extensivo
- AG-I: Agropecuario Intensivo
- AHTEG: Grupo de Trabajo Especial de Expertos Técnicos de Composición
- AME: Abundancia Media Especies
- AMP: Área Marina Protegida
- AR4: Cuarto Informe de Evaluación del IPCC
- AR5: Quinto Informe de Evaluación del IPCC
- ARC: Área de Representatividad Climática
- ASEAN: Asociación de Naciones del Sudeste Asiático
- AUC: Area Under the Curvem
- BAP: Biodiversity Action Plan
- BC: Biocapacidad
- BISE: Sistema de información sobre la biodiversidad para Europa
- BOIB: Boletín Oficial de las Islas Baleares
- BRIC: Brasil, Rusia, India y China
- BRIICS: Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica
- C: Carbono
- CA: Comunidad autónoma
- CAFFIB: Consell Assessor de Fauna i Flora de les Illes Balears
- CAM: Crassulacan acid metebolism
- CAMP: Coastal Area Management Programme
- CAPV: Comunidad autónoma del País Vasco
- CAV: Comunidad autónoma Vasca
- CCAA: Comunidades Autónomas
- CCM3: NCAR Community Climate Model
- CDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica
- CE: Comisión Europea
- CE: Constitución Española
- CEAC: Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias
- CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
- CEE: Comunidad Económica Europea
- CEPA: Estrategias de Comunicación, Educación y Participación
- CH_4: Metano
- CLC: CORINE Land Cover
- CLC00: Corine Land Cover 2000
- CLC06: Corine Land Cover 2006
- CLC90: Corine Land Cover 1990
- cm: centímetro
- CNIG: Centro Nacional de Información Geográfica
- CNRY: Corriente de Canarias
- CO_2: Dióxido de Carbono
- COP: Conferencia de las Partes
- COWAMA: Coastal Water Management
- CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- DAP: Disposición a Pagar
- DGMCN: Dirección General de Montes y Conservación de la Naturaleza (Cantabria)
- DOCM: Diario Oficial de Castilla-La Mancha
- DPMT: Dominio Público Marino Terrestre
- e.j.: ejemplo
- EACE: Ecosistemas Acuáticos Continentales Españoles
- EEDS: Estrategia Española de Desarrollo Sostenible
- EEI: Especies Exóticas Invasoras
- EEMM: Estados Miembros
- EELL: Entidades Locales
- EGIF: Estadísticas Generales de Incendios Forestales
- EM: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
- EME: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España
- EMSA: Agencia Europea de Seguridad Marítima
- ENFA: Ecological Niche Factor Analysis
- ENOS: El Niño-Oscilación del Sur
- ENP: Espacio Natural Protegido
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación
- FEAGA: Fondo Agrario para los pagos directos
- FEADER: Fondo Agrario para el desarrollo rural
- FEDER: Fondo Europeo de Desarrollo Regional
- FEP: Fondo Europeo de la Pesca
- FG: Fragmentación Geométrica
- FROM: Fondo Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca y los Cultivos Marinos
- FSE: Fondo Social Europeo
- FWI: Fire Weather Index (Índice de peligro meteorológico de incendios)
- GAE: Grupo de Aves Exóticas
- GBO3: Tercera edición de la Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica
- GBIF: Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad
- GEI: Gases de Efecto Invernadero
- GEIB: Grupo Especialista en Invasiones Biológicas
- GF: Ganadero y Forestal
- GIAL: Gestión Integrada Áreas Litorales
- GIOC: Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas
- GIZC: Gestión Integrada de Zonas Costeras
- GW: Gigavatio
- h: hora
- ha: hectárea
- HadCM3: Hadley Centre Coupled Model, version 3
- HE: Huella Ecológica
- HMP: Habitat Management Plans
- IBA: Área Importante para la Conservación de las Aves
- IC: Intervalo de Confianza
- IDEE: Infraestructura de Datos Espaciales de España
- IEO: Instituto Español de Oceanografía

- IFN: Inventario Forestal Nacional
- IGN: Instituto Geográfico Nacional
- IH: Cantabria Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria
- IPBES: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
- IPV: Índice Planeta Vivo
- IWA: International Water Association
- ISSG: Global Invasive Species Database
- JRC: Joint Research Centre
- km: kilómetro
- Km^2: Kilómetro cuadrado
- LECO: Ley para la Conservación de los espacios de relevancia ambiental de las Islas Baleares
- LENPA: Ley de Espacios Naturales Protegidos de Aragón
- LESOTEX: Ley del Suelo y Ordenación Territorial de Extremadura
- LIC: Lugar de Importancia Comunitaria.
- LME: Large Marine Ecosystem
- LPNB: Ley Patrimonio Natural y Biodiversidad
- m: metro
- MaB UNESCO: Programa Hombre y Biosfera de la UNESCO
- MACIS: Minimisation of and Adaptation to Climate Change impacts on Biodiversity
- MARM: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
- MBA: Margen Bruto Total
- MDE: Modelos de Distribución de Especies
- MEDI: Mar Mediterráneo y Mar Negro
- Meff: Effective mesh size
- MFE50: Mapa Forestal Español a escala 1:50.000.
- mill: millones
- mm: milímetros
- MNCN: Museo Nacional de Ciencias Naturales
- MR: Microreservas
- Mt: Megatonelada/s
- MW: Megavatio
- NADR: Corriente de deriva del Atlántico Norte
- NASE: Giro Subtropical del Este del Atlántico Norte
- NCAR: National Center for Atmospheric Research
- ºC: grados centígrados
- OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
- OGM: Organismo Genéticamente Modificado
- ONG: Organización no gubernamental
- ONU: Organización de las Naciones Unidas
- OSE: Observatorio de la Sostenibilidad en España
- p.ej.: por ejemplo
- PAB: Plan de Acción por la Biodiversidad
- PAC: Política Agrícola Común
- PDR: Programa de Desarrollo Rural
- PEBLDS: Estrategia Paneuropea de Diversidad Biológica y del Paisaje
- PEIN: Plan de Espacios de Interés Natural
- PEIN: Plan de Espacios de Interés Natural (Cataluña)
- PEIT: Plan Estratégico de Infraestructuras y Transportes
- PEN: Plan Estratégico Nacional
- PEPMAN: Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja
- PEEPNB: Plan Estratégico Estatal del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- PIB: Producto Interior Bruto
- PFE: Plan Forestal Español
- PGOU: Plan General de Ordenación Urbana
- PM: Programa Marco de Actuación
- PMI: Política Marina Integrada
- PN: Parque Nacional
- PNACC: Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- PNUMA: Programa Naciones Unidas por el Medio Ambiente
- POL: Plan de Ordenación del Litoral (Cantabria)
- PORN: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales
- PORNA: Plan de Ordenación de lo Recursos Naturales de Asturias
- ppm: partes por millón.
- PPC: Política Pesquera Común
- PPN: Productividad Primaria Neta
- PSA: Pagos por Servicios Ambientales
- PRI: Principios de Inversión Responsable
- REDD: Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
- RENPA: Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
- RES: Residencial
- RN: Red Natura
- RN2000: Red Natura 2000
- RPT: Relación Puestos de Trabajo
- RRNN: Recursos Naturales
- SASEMAR: Sociedad Estatal de Salvamento y Seguridad Marítima
- SAU: Superficie Agraria Útil
- SBSTTA: Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del CDB
- SEBI: 2010 Optimización de los indicadores europeos de la biodiversidad para 2010
- SEC: Sociedad Española de Cetáceos
- SECAC: Sociedad para el Estudio de los Cetáceos en el Archipiélago Canario
- SEGA: Programa de Seguimiento de Especies Amenazadas de Canarias
- SGM: Secretaría General del Mar
- SIG: Sistema de Información Geográfica
- SIOSE: Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España
- SPEC: Species of European Conservation Concern
- SPOM: Modelos espaciales de ocupación de parches
- SAU: Superficie Agraria Útil
- ST: Superficie Total
- Tg: teragramo
- Tn: tonelada
- TEEB: The Economics of the Ecosystems and Biodiversity
- UDE: Unidades de Dimensión Económica
- USD: Dólar de Estados Unidos
- UE: Unión Europea
- UE-27: Unión Europea de los 27
- UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
- UNEP-WCMC UN: Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre
- UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
- UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
- USA: United States of America
- UTM: Universal Transverse Mercator
- VET: Valor Económico Total
- WWF: World Wide Fund
- ZEC: Zona Especiales de Conservación
- ZEE: Zona Económica Exclusiva
- ZEPA: Zona de Especial Protección para las Aves
- ZEPIM: Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo
- ZSP: Zona de Servidumbre de Protección

Relación de mapas, figuras y tablas

RESUMEN GENERAL

Mapas
- Mapa RG.1. Distribución de las grandes concentraciones de parques eólicos en España peninsular y del número de especies de aves reproductoras.
- Mapa RG.2. Distribución geográfica de a) las pérdidas de las condiciones climáticas favorables, b) refugios estables y c) nuevos refugios colonizables para 96 especies de vertebrados amenazados según el escenario CCM3 para 2100.
- Mapa RG.3. Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) para la estación de incendios (mayo-octubre) observado (1975-2004) (a) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 (b) y B2 (c). Periodo de alerta de incendio (días) observado (d) y las predicciones de cambio para finales de este siglo bajo los escenarios de emisiones A2 (e) y B2 (f).
- Mapa RG.4. Estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves.
- Mapa RG.5. Estado de conservación de 35 IBA con presencia de aves dependientes del agua.
- Mapa RG.6. Localización de áreas no representadas climáticamente por los ENP de mayor importancia (ACI) y de la RN2000.
- Mapa RG.7. Localización de las celdas UTM de 50 x 50 km que sería necesario añadir a la actual red de ENP con el fin de representar todas las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares de España peninsular.
- Mapa RG.8. Localización de las celdas UTM de 10 x 10 km con especies de invertebrados en peligro (5) que no estarían incluidas dentro de la actual red de ENP.
- Mapa RG.9. Distancia climática de cada ENP en el futuro con respecto a las condiciones climáticas medias del presente.

Figuras
- Figura RG.1. Biodiversidad, funcionamiento de los ecosistemas, servicios de los ecosistemas y bienestar humano.
- Figura RG.2. Principales indicadores de biodiversidad a nivel global.
- Figura RG.3. Límite operativo seguro para los cambios ambientales debidos a las actividades humanas y posición actual estimada.
- Figura RG.4. Interconexiones entre gente, biodiversidad, salud de los ecosistemas y suministro de servicios ecosistémicos.
- Figura RG.5. Creación de zonas artificiales en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura RG.6. Variación de los porcentajes de antropización, naturalización y cambio en los usos del suelo en las celdas UTM de 100 km^2 en las que se han observado especies en peligro para vertebrados, plantas e invertebrados.
- Figura RG.7. Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1990 y 2006 para 10 pasos de tiempo (hasta el año 2171).
- Figura RG.8. Proyecciones de la fracción de ocupación del bosque en 2100, con y sin cambio climático para (a) el roble común *(Q. robur)* y (b) el pino carrasco *(P. halepensis)*.
- Figura RG.9. Probabilidad de ocupación de P. sylvestris (a) y P. pinaster (b) para 2020, 2050 y 2010 (escenario A2 HadCM3), en porcentaje respecto al presente.
- Figura RG.10. Cambio en el nivel trófico de la pesquería del cantábrico.
- Figura RG.11. Índice trófico medio (i.e., *Marine Trophic Index*) en: a) la LME de la Costa Ibérica; b) la LME Mediterránea; c) la LME de la corriente de Canarias.
- Figura RG.12. Cambios recientes (2000-2008) en la densidad de tallos de *Posidonia* en el archipiélago de Cabrera.
- Figura RG.13. Grado de cumplimiento de las distintas CCAA con la obligación legal de aprobar los Planes de Actuación para las especies animales catalogadas (salvo las de "interés especial").
- Figura RG.14. Marco metodológico de la evaluación de servicios basada en la aproximación complementaria de las diferentes dimensiones, que incluye el concepto de servicios, desde la capacidad de los ecosistemas para suministrarlos hasta la demanda social de los mismos.

Tablas
- Tabla RG.1. Principales cambios de ocupación del suelo en España 1987-2000-2006.
- Tabla RG.2. Porcentajes de antropización y naturalización de las celdas UTM de 100 km^2 con presencia de especies en peligro de extinción (± intervalo de confianza al 95%), de las celdas del resto del territorio de España peninsular, así como porcentajes de superficie de suelo natural, semi-antropizado y antropizados de acuerdo a los datos de CLC 2006.
- Tabla RG.3. Planes de Actuación que cada comunidad autónoma debe elaborar para las especies animales catalogadas (sin contar las especies clasificadas "de interés especial"), Planes que cada comunidad autónoma tiene aprobados (sin contar los Planes de Manejo correspondientes a las especies clasificadas "de interés especial") y superficie de ENP en cada comunidad autónoma.

CAPÍTULO 1

Figuras
- Figura 1.1.1. Relaciones entre biodiversidad, servicios ecosistémicos y bienestar humano.
- Figura 1.1.2 Relaciones entre desertificación, cambio climático y pérdida de biodiversidad.
- Figura 1.2.1. Límite operativo seguro para los cambios ambientales debidos a las actividades humanas y posición actual estimada.
- Figura 1.2.2. Evolución del Índice Planeta Vivo (1970-2007).
- Figura 1.2.3. Evolución de la huella ecológica global.
- Figura 1.2.4. Huella ecológica de los países de la OCDE, ASEAN, BRIC y la Unión Africana en 2007 en proporción a la huella ecológica total de la humanidad.
- Figura 1.2.5. Comparación de las ediciones 2008, 2009 y 2010 de las cuentas nacionales de la huella ecológica.
- Figura 1.2.6. ¿Cuántas veces habría que aumentar la biocapacidad de España para satisfacer las demandas de su población?.
- Figura 1.2.7. Tasa de cambio de la biodiversidad bajo el escenario de continuidad de las políticas actuales *(baseline)* de la OECD.

CAPÍTULO 2

Figuras
- Figura 2.2.1. Porcentaje de superficie ocupada por LIC en cada Estado miembro de la UE.
- Figura 2.2.2. Porcentaje de superficie ocupada por ZEPA en cada Estado miembro de la UE.
- Figura 2.2.3. Superficie ocupada por LIC marinos en cada Estado miembro de la UE.
- Figura 2.2.4. Superficie ocupada por ZEPA marinos en cada Estado Miembro de la UE.

Tablas
- Tabla 2.1.1. Indicadores provisionales para evaluar el progreso hacia el Objetivo 2010 para la biodiversidad, tal y como consta en la decisión del CDB VIII/15 (2006).
- Tabla 2.1.2. Indicadores SEBI 2010.
- Tabla 2.4.1. Superficie ocupada por espacios naturales protegidos (ENP) y Red Natura 2000 en las CCAA.
- Tabla 2.4.2. Correspondencia entre la codificación a tercer nivel de CLC Land Cover y las 18 coberturas seleccionadas.
- Tabla 2.4.3. Superficie de ENP y Red Natura en Islas Baleares.
- Tabla 2.4.4. Superficie de ENP y Red Natura en Cantabria.
- Tabla 2.4.5. Superficie de ENP y Red Natura en Castilla y León.
- Tabla 2.4.6. Superficie de ENP y Red Natura 2000 en Castilla-La Mancha.
- Tabla 2.4.7. Superficie Red Natura en Cataluña.
- Tabla 2.4.8. Superficie de ENP y Red en Comunidad Valenciana.
- Tabla 2.4.9. Superficie de ENP y Red en Extremadura.
- Tabla 2.4.10. Superficie de RAMSAR y Reservas de la Biosfera en Extremadura.

- Tabla 2.4.11. Superficie de ENP y Red Natura en Galicia.
- Tabla 2.4.12. Superficie de ENP y Red Natura en Comunidad de Madrid.
- Tabla 2.4.13. Superficie de ENP y Red Natura en Región de Murcia.
- Tabla 2.4.14. Superficie de ENP y Red Natura en Comunidad Foral de Navarra.
- Tabla 2.4.15. Superficie de ENP y Red Natura en País Vasco.
- Tabla 2.4.16. Superficie de ENP y Red Natura en La Rioja.

CAPÍTULO 3

Mapas

- Mapa 3.2.1. Distribución en España de las 18 clases de cobertura del suelo consideradas (2006).
- Mapa 3.2.2. Principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Años 1987, 2000 y 2006.
- Mapa 3.2.3. Principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 3. Años 1987, 2000 y 2006.
- Mapa 3.2.4. Cambios de ocupación del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 3. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Mapa 3.2.5. Pérdida de bosques y áreas seminaturales en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Mapa 3.2.6. Distribución del hábitat óptimo de la Tortuga mora (Testudo graeca) en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.
- Mapa 3.2.7. Modelo de distribución potencial del regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas en función de sus preferencias ambientales.
- Mapa 3.2.8. Distribución potencial del cornical (Periploca laevigata ssp angustifolia) en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.
- Mapa 3.2.9. Cuenca del Mar Menor (Campo de Cartagena) y humedales periféricos a la laguna del Mar Menor.
- Mapa 3.2.10. Mapas de unidades de vegetación y coberturas del suelo de la Marina del Carmolí en 1984, 1992, 1995, 1997 y 2001, obtenidos mediante clasificación supervisada de imágenes Landsat TM y EMT+.
- Mapa 3.2.11. Transformación de otros usos a zonas artificiales. Clasificación CLC Nivel 1. Periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Mapa 3.2.12. Distribución geográfica de las áreas protegidas en la Cuenca del Segura.
- Mapa 3.2.13. Ocupación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.
- Mapa 3.2.14. Espacios incluidos en la Red Natura 2000 y localización de los ríos y masas de agua en la cuenca del Segura.
- Mapa 3.2.15. Usos del suelo en los espacios de la Red Natura 2000 de la cuenca del Segura y su entorno inmediato.
- Mapa 3.2.16. Distribución potencial del regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas hacia el año 2024 bajo el escenario Tendencial.
- Mapa 3.2.17. Distribución espacial del riesgo de pérdida de hábitat óptimo de Testudo graeca bajo el escenario Tendencial.
- Mapa 3.2.18. Distribución espacial del riesgo de pérdida de hábitat de cornical (Periploca angustifolia) bajo el escenario Tendencial.
- Mapa 3.2.19. Distribución de las grandes concentraciones de parques eólicos en España peninsular y del número de especies de aves reproductoras.
- Mapa 3.3.1. Variación anual en mm y probabilidad asociada de la cota de inundación en el litoral español hasta el año horizonte 2050.
- Mapa 3.3.2. Retroceso máximo esperado en el año 2050 de la línea de costa por cambios en la dirección del oleaje en una playa tipo (1000 m de longitud, 10 m de profundidad).
- Mapa 3.3.3. Variación anual en porcentaje del transporte eólico a lo largo del litoral español hasta el año 2050.
- Mapa 3.5.1. Zonas forestales (arboladas y de matorral) analizadas en este estudio.
- Mapa 3.5.2. Distribución de los ENP (a) y los espacios de la Red Natura 2000 (áreas en gris) (b), sobre el mapa del promedio anual de superficie quemada (ha) por los incendios forestales en el periodo 1974-2008. Malla UTM de 10x10 km.
- Mapa 3.5.3. Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) para la estación de incendios (mayo-octubre) observado (1975-2004) (a) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 (b) y B2 (c). Malla UTM de 50x50 km. Periodo de alerta de incendio (días) observado (d) y las predicciones de cambio para finales de este siglo bajo los escenarios de emisiones A2 (e) y B2 (f).

Figuras

- Figura 3.1.1. Componentes del cambio global.
- Figura 3.1.2. Tendencias proyectadas en algunas de las causas de pérdida de biodiversidad de acuerdo con cuatro evaluaciones globales.
- Figura 3.1.3. Causas de pérdida en la abundancia media de especies (AMS) entre 2000 y 2030 bajo un escenario de continuidad de las políticas actuales (baseline scenario).
- Figura 3.1.4. a) Relación entre los cambios proyectados de 2000 a 2050 en el almacenamiento de carbono por parte de los ecosistemas y los cambios proyectados en la abundancia media de especies (AMS) (r = 0,84). b) Relación entre los cambios proyectados en la productividad agrícola (estimada utilizando la productividad primaria neta), y los cambios proyectados en AMS (r = 0,63).
- Figura 3.2.1. Distribución de las principales clases de cobertura del suelo en España (año 2006). Clasificación CLC Nivel 1.
- Figura 3.2.2 Distribución en España de las 18 clases de cobertura del suelo consideradas (2006).
- Figura 3.2.3. Cambios en la superficie de las clases de cobertura del suelo entre 1987 y 2000 y entre 2000 y 2006, expresados en porcentaje.
- Figura 3.2.4. Formación de zonas artificiales en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.5. Formación de zonas cultivadas permanentemente en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.6. Desaparición de zonas cultivadas permanentemente en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.7. Formación de mosaicos agrícolas y vegetación natural en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.8. Desaparición de mosaicos agrícolas y vegetación natural en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.9. Desaparición de bosques de frondosas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.10. Formación de bosques de frondosas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo en los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.11. Desaparición de bosques de coníferas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.12. Formación de bosques de coníferas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.13. Desaparición de bosque mixto en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.14. Formación de bosque mixto en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.15. Formación de matorral boscoso de transición en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.16. Desaparición de matorral boscoso de transición en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.17. Formación de láminas de agua en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.18. Formación de salinas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.19. Desaparición de humedales y turberas en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.20. Desaparición de ecosistemas costeros en España a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.21. Distribución de los principales usos del suelo en la cuenca del Segura. Clasificación CLC Nivel 1. Año 2006.
- Figura 3.2.22. Consumo de áreas de vegetación natural a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.23. Creación de zonas agrícolas a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.24. Evolución entre 1984 y 2001 del índice que expresa el interés de la vegetación de los humedales del Mar Menor desde el punto de vista de la Directiva Hábitat.

- Figura 3.2.25. Creación de nuevas zonas artificiales en la cuenca del Segura a partir de otros tipos de ocupación del suelo durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006.
- Figura 3.2.26. Síntesis de algunos de los principales efectos sobre la biodiversidad generados por la transformación a espacios urbanos y otros usos artificiales.
- Figura 3.2.27. Ocupación de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.
- Figura 3.2.28. Frecuencia de áreas fragmentadas de la Red Natura 2000 por infraestructuras lineales de transporte.
- Figura 3.2.29. Proporción de la superficie de Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales, y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.
- Figura 3.2.30. Proporción de la superficie de la banda periférica de 500 m en torno a los espacios naturales de la Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales, y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.
- Figura 3.2.31. Proporción de la superficie de la banda periférica de 2 km en torno a los espacios naturales de la Red Natura 2000 ocupada por vegetación natural, por secanos y espacios agroforestales y por regadíos, frutales y usos artificiales en 1987, 2000 y 2006. Se indica también el porcentaje de cambio entre 1987 y 2006 de cada una de estas tres categorías.
- Figura 3.2.32. Evolución previsible a largo plazo de la superficie de regadío tradicional de la Huerta de Murcia bajo un escenario tendencial y un escenario de medidas tendentes a conservar el regadío tradicional (Conservación integrada).
- Figura 3.2.33. Evolución de la superficie de regadío tradicional en la Huerta de Murcia entre 1995 y 2007. Valores esperados según el escenario tendencial y valores observados.
- Figura 3.2.34. Evolución de la superficie de Suelo No Urbanizable de la Huerta de Murcia a lo largo de distintos actos administrativos relativos al Plan General de Ordenación Urbana de Murcia.
- Figura 3.2.35. Esquema metodológico seguido para la identificación de los mosaicos.
- Figura 3.2.36.- Frecuencia relativas de los usos de cada año.
- Figura 3.2.37. Perfiles de frecuencias relativas de las fronteras en cada año estudiado.
- Figura 3.2.38. Perfiles de frecuencias relativa de los mosaicos identificados en cada año estudiado.
- Figura 3.3.1. Proyección de las temperaturas en superficie para distintos escenarios climáticos y de emisiones de GEI.
- Figura 3.3.2. Desviación de la temperatura media anual en la Península y Baleares (1931-2009), respecto al periodo 1961-1990. Ajustes lineal y de medias móviles de orden 9.
- Figura 3.3.3. Cambio de la temperatura máxima media anual (a) temperatura mínima media anual (b) y precipitación total anual (c) en la España peninsular de aquí a 2100 bajo los escenarios de emisiones SRES-A2 (rojo), de emisiones medias-altas y SRES-B2 (azul), de emisiones medias-bajas.
- Figura 3.4.1. Alteraciones del cambio climático sobre los procesos de invasión.
- Figura 3.4.2. Ciclo de retroalimentación positiva entre los incendios y las invasiones biológicas.
- Figura 3.4.3. Modelo simplificado de la respuesta de los insectos al calentamiento del clima.
- Figura 3.4.4. Cambios abióticos asociados al cambio climático.
- Figura 3.4.5. Potenciales respuestas ecológicas al cambio climático. Los efectos ecológicos de cambio climático global incluyen cambios en las actuaciones de los individuos, en las dinámicas de las poblaciones y en la estructura de las comunidades.
- Figura 3.5.1. Histogramas de la frecuencia del número de incendios (arriba) y área quemada (ha) (abajo) por año en ENP, Red Natura 2000 y No protegido.
- Figura 3.5.2. Relación entre el número de incendios y el área quemada (ha) por año en las tres categorías de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido). Cada punto representa el valor anual registrado en cada cuadrícula forestal para el periodo 1974-2008.
- Figura 3.5.3. Valores medios e intervalos de confianza al 95% del número total de incendios por año (a) y el área quemada por año (b) registrada en las cuadrículas forestales en función de su categoría de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido).
- Figura 3.5.4. Valores medios e intervalos de confianza al 95% del número total de incendios mayores de 100 ha (a) y el área quemada total por incendios mayores de 100 ha (b) registrada en las cuadrículas forestales en función de su categoría de protección para el periodo 1974-2008.
- Figura 3.5.5. Porcentaje del número total de incendios y área quemada (ha) total por causas para cada categoría de protección (ENP, Red Natura 2000 y No protegido).
- Figura 3.5.6. Histogramas de los valores del Índice de peligro meteorológico de incendio (FWI, Fire Weather Index) y el Periodo de alerta (días) observado (1975-2004) y futuro (2071- 2100) bajo los escenarios de emisiones A2 y B2.

Tablas

- Tabla 3.2.1. Correspondencia entre la codificación a tercer nivel de CLC Land Cover y las 18 coberturas seleccionadas.
- Tabla 3.2.2. Principales cambios de ocupación del suelo en España 1987-2000-2006.
- Tabla 3.2.3. Cambios de ocupación del suelo en España durante los periodos 1987-2000 y 2000-2006, expresados en porcentaje.
- Tabla 3.2.4. Superficie ocupada por las 18 clases de cobertura del suelo consideradas en España.
- Tabla 3.2.5. Principales cambios de ocupación del suelo en cuenca del Segura. Años 1987-2000-2006.
- Tabla 3.2.6. Pérdida de hábitat óptimo de *Testudo graeca* debido a la transformación a regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.
- Tabla 3.2.7. Pérdida de hábitat óptimo de *Periploca angustifolia* debido a la transformación a regadío en el arco litoral de Mazarrón y Águilas.
- Tabla 3.2.8. Número, tamaño medio, tamaño máximo y desviación estándar de la superficie de las manchas de sistemas naturales y agroforestales sin considerar la red viaria y teniendo en cuenta el efecto de fragmentación generado por la red viaria.
- Tabla 3.2.9. Tamaño medio de las manchas y el M_{eff} para FG1 (Bosques y áreas seminaturales) y FG2 (Bosques y áreas seminaturales más cultivos tradicionales) en las cuatro unidades de planificación para los periodos de tiempo considerados en función del proyecto CLC (1987-2000-2006).
- Tabla 3.2.10. Distribución porcentual de las áreas ocupadas en 2006 por vegetación natural, los secanos y agroforestales y los usos intensivos en el conjunto de la cuenca del Segura, la Red Natura 2000 y en bandas periféricas a los espacios protegidos de 500 m y 2 km.
- Tabla 3.2.11. Pérdida estimada de hábitat óptimo de *Testudo graeca* por incremento del regadío en el periodo 1999-2024 bajo el Escenario Tendencial.
- Tabla 3.2.12. Algunos efectos ambientales potenciales de los parques eólicos.
- Tabla 3.2.13. Usos Identificados en los mapas. Se han agrupado de acuerdo con el tipo de recursos que explotan.
- Tabla 3.3.1. Vulnerabilidades bióticas de las regiones biogeográficas de Europa al cambio climático.
- Tabla 3.3.2. Estudios sobre modificaciones de los sistemas biológicos como consecuencia del cambio climático en España.
- Tabla 3.3.3. Proyección del aumento global del nivel medio del mar a finales del siglo XXI.
- Tabla 3.4.1. Número de especies de plantas alóctonas e invasoras para distintas CCAA.
- Tabla 3.4.2. Algunas aportaciones sobre artrópodos exóticos invasores.
- Tabla 3.4.3. Número de especies de aves con características invasoras.

CAPÍTULO 4

Mapas

- Mapa 4.2.1. Distribución actual de la sabina albar *(Juniperus thurifera).*
- Mapa 4.2.2. Distribución potencial de la sabina albar *(Juniperus thurifera)* en 2080 según los distintos escenarios climáticos A1 (a), A2 (b), B1 (c) y B2 (c).
- Mapa 4.2.3. Distribución potencial del alcornoque *(Quercus suber)* en la península Ibérica en el presente (a) y en los años 2020 (b), 2050 (c), 2100 (d) para el escenario A2 del modelo HadCM3.
- Mapa 4.2.4. Detalle de las proyecciones de la fracción de ocupación del bosque del roble común *(Q. robur)* en 2100 con y sin escenarios de cambio climático (a y b respectivamente) y para el pino carrasco (*P. halepensis*, c y d respectivamente).
- Mapa 4.2.5. Probabilidad de supervivencia para todas las procedencias de *P. sylvestris* consideradas conjuntamente para el presente y el año 2100 (a y b respectivamente).

- Mapa 4.2.6. Probabilidad de supervivencia del grupo de procedencias de la Meseta de *P. pinaster* para condiciones actuales y para el año 2100 (a y b respectivamente).
- Mapa 4.2.7. Productividad real (toneladas por hectárea y año) calculada a partir de datos de crecimiento en las parcelas permanentes entre el segundo y tercer IFN.
- Mapa 4.2.8. Productividad primaria neta potencial de Paterson en las parcelas permanentes entre el Segundo y Tercer IFN.
- Mapa 4.2.9. Productividad primaria neta potencial de Paterson bajo las condiciones climáticas actuales (a), 2020 (b), 2050 (c) y 2100 (d), según el escenario IPCC A2 Had CM3.
- Mapa 4.2.10. Productividad climática real calculada para las condiciones climáticas actuales y para 2020, 2050 y 2100, según el escenario IPCC A2 Had CM3, utilizando los valores de productividad real calculados a partir del Inventario Forestal Nacional.
- Mapa 4.2.11. Clasificación de los polígonos del Mapa Forestal Español 1:50.000 en la región mediterránea como de extracción intensiva o no sostenible, o de extracción extensiva o sostenible, a partir del análisis del crecimiento y la mortalidad de los árboles según el segundo y tercer IFN.
- Mapa 4.2.12. Densidad de carbono acumulada en España (expresada en tn/ha), calculada a partir de los datos de ocupación del suelo de CLC, 2006.
- Mapa 4.2.13. Zonas de aumento y reducción de la absorción de carbono obtenidas a partir de los cambios de ocupación del suelo entre 2000 y 2006.
- Mapa 4.2.14. Stock de carbono (toneladas por hectárea) de la parte aérea y de la raíz calculado para las principales especies forestales presentes en la península Ibérica a partir del tercer IFN, en parcelas permanentes.
- Mapa 4.2.15. Flujo anual de la absorción de carbono relativa, debida al crecimiento de árboles vivos entre el IFN2 e IFN3 de la parte aérea total y de raíz para las principales especies presentes en la península Ibérica.
- Mapa 4.2.16. Zonas repobladas y autóctonas de pinar, a partir de las regiones de procedencia de las principales especies presentes en la península Ibérica: *P. halepensis, P. pinea, P. pinaster, P. nigra y P. sylvestris.*
- Mapa 4.3.1. Distribución aproximada de los sistemas agrarios de alto valor natural en la UE-27.
- Mapa 4.5.1. Los humedales del Alto Guadiana asociados a los ríos, antes de que gran parte de ellos fueran desecados gracias a la Ley de Saneamiento y Colonización de 1956.
- Mapa 4.5.2. Humedales incluidos en la Lista del Convenio Ramsar.
- Mapa 4.5.3. Estado de conservación de los 25 humedales más importantes de España para las aves.
- Mapa 4.5.4. Estado de conservación de 35 IBA con presencia de aves dependientes del agua.
- Mapa 4.6.1. Localización aproximada de las aguas marinas españolas, que ocupan una extensión superior al doble de la superficie terrestre.
- Mapa 4.6.2. Ecorregiones Marinas de España.
- Mapa 4.6.3. Distribución de los Grandes Ecosistemas Marinos (LME) que bañan las costas españolas.
- Mapa 4.6.4. Distribución de las Provincias Biogeoquímicas.
- Mapa 4.6.5. Esquema de las corrientes dominantes en la costa española, incluidas las del Mediterráneo (modificadas de Vargas-Yañez et al. 2007, que representan los principales forzamientos físicos de los ecosistemas.
- Mapa 4.6.6. Áreas ICES *(International Council for the Exploration of the Sea).*
- Mapa 4.6.7. Tasa de incremento térmico superficial en los últimos 30 años obtenida a partir de datos semanales.
- Mapa 4.6.8. Áreas de estudio del proyecto INDEMARES.
- Mapa 4.6.9. Distribución de las IBA marinas.
- Mapa 4.7.1. Distribución geográfica en el número de especies de vertebrados, invertebrados y plantas catalogadas como en peligro de extinción.
- Mapa 4.7.2. Distribución geográfica de a) las pérdidas de las condiciones climáticas favorables, b) refugios estables y c) nuevos refugios colonizables para 96 especies de vertebrados amenazadas según el escenario CCM3 para 2100.
- Mapa 4.7.3. Mapas predictivos de las pérdidas del rango climático (rojo) y refugios estables (verde) para la rana patilarga *(Rana iberica)*, b) el lagarto verdinegro *(Lacerta schereiberi)*, c) el sapo partero ibérico *(Alytes cisternasii)* y d) la culebrera europea *(Circaetus gallicus).*

Figuras

- Figura 4.1.1. Principales indicadores de biodiversidad a nivel global.
- Figura 4.1.2. Porcentaje de especies con diferentes categorías de amenaza a nivel global.
- Figura 4.1.3. Estado de conservación de los hábitats de interés comunitario (Anexo I de la Directiva Hábitat).
- Figura 4.1.4. Estado de conservación de las especies de interés comunitario (Anexos II, IV y V Directiva Hábitat).
- Figura 4.1.5. Estado de conservación de los hábitats y las especies de interés comunitario en España clasificados por grupos.
- Figura 4.1.6. Estado de conservación de los vertebrados en España (diciembre de 2007), según Las categorías UICN de 2001.
- Figura 4.1.7. Porcentaje de taxones amenazados que están catalogados (diciembre 2007).
- Figura 4.2.1. Servicios proporcionados por los ecosistemas.
- Figura 4.2.2. Proyecciones de la fracción de ocupación del bosque en 2100, con y sin cambio climático para (a) el roble común *(Q. robur)* y (b) el pino carrasco *(P. halepensis).*
- Figura 4.2.3. Probabilidad de ocupación de *P. sylvestris* (a) y *P. pinaster* (b) para 2020, 2050 y 2010 (escenario A2 HadCM3), en porcentaje respecto al presente. Los resultados se muestran para cada uno de los grupos de procedencias por separado, todas las procedencias juntas y los resultados obtenidos por un modelo de nicho calibrado solo por ausencia y presencia de las especies.
- Figura 4.2.4. Productividad real promedio (toneladas por hectárea y año) de las principales especies forestales presentes en la península Ibérica (las barras representan el error estándar).
- Figura 4.2.5. Porcentaje de polígonos del Mapa Forestal Español 1:50.000 clasificados cómo extracción intensiva (no sostenible) o de extracción extensiva (sostenible) en la región mediterránea de la península Ibérica, a partir del análisis del crecimiento y cortas según el segundo y tercer IFN.
- Figura 4.2.6. Beneficios anuales medios por hectárea para las especies del género *Pinus*, en la región mediterránea, en función de la clasificación de la extracción como intensiva/no sostenible o extracción extensiva/sostenible a partir del análisis del crecimiento y la cortas según el segundo y tercer IFN.
- Figura 4.2.7. Carbono acumulado en el 2006 por comunidad autónoma, calculado a partir de los datos de cobertura del suelo de CLC. a) Carbono acumulado en términos absolutos (Mt) y b) Carbono acumulado por unidad de superficie (tn/ha).
- Figura 4.2.8. Absorción media de carbono relativa de la parte aérea y de la raíz de las principales especies presentes en la península Ibérica, a partir del segundo y tercer IFN y de la publicación de Montero et al. (2005).
- Figura 4.2.9. Carbono promedio anual absorbido (barras hacia arriba) o emitido (barras hacia abajo), por CCAA debido a cambios en la ocupación del suelo entre 2000 y el 2006.
- Figura 4.2.10. Cantidad de CO_2 medio anual absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz y cantidad media anual de CO_2 emitido en el periodo 1990-2000.
- Figura 4.2.11. Balance neto de CO_2 medio anual obtenido a partir del CO_2 emitido respecto al absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz en el periodo 1990-2000, clasificado por CCAA.
- Figura 4.2.12. Balance de CO2 medio anual por unidad de superficie de las CCAA, obtenido a partir del CO2 emitido respecto al absorbido por las masas forestales de la península Ibérica en su parte aérea y en la raíz en el periodo 1990-2000.
- Figura 4.2.13. Superficie (ha) de repoblaciones productoras, protectoras y de forestación de tierras agrícolas en España.
- Figura 4.2.14. Medias para (a) la temperatura media anual (ºC), (b) la precipitación anual (mm), (c) el área basal (m^2/ha), (d) la densidad de árboles (árboles/ha), (e) la distancia a bosques de *Quercus*, (f) la distancia a carreteras y (g) el número de incendios y para *P. halepensis* (Pha), *P. nigra* (Pni), *P. pinaster* (Ppa), *P. pinea* (Ppe) y *P. sylvestris* (Psy), considerando el carácter autóctono o repoblado de las masas forestales.
- Figura 4.5.1. Porcentaje de ecosistemas acuáticos españoles, ordenados por su grado de eutrofia siguiendo los criterios de la OCDE (1982). Los datos son de la década de los ochenta.
- Figura 4.5.2. Modelo de regresión entre la superficie inundada en primavera (I, en la ecuación) y el número de patos nidificantes (PN) en Las Tablas de Daimiel. Los ejes se dibujan a escala logarítmica. Datos del periodo 1983-2007.
- Figura 4.5.3. La laguna de la Miliciana, inundada en 2010 por primera vez desde hace décadas.
- Figura 4.5.4. Extensión máxima que alcanzaba la laguna de la Alberca (Ronda, Málaga).
- Figura 4.6.1. Desembarcos de anchoa (a) y de sardina (b) en las áreas VIIIc y IXa de la costa atlántica Ibérica.

- Figura 4.6.2. Variación de los desembarcos de distintas especies marinas explotadas: a) Incremento local de capturas de salmonetes y caballas desembarcados en puertos de Asturias; b) Desembarcos de berberechos y almejas y de ostras, c) Desembarcos de la pesca total en Canarias y el Mediterráneo, d) Desembarcos de rapes y cigalas.
- Figura 4.6.3. Desembarcos de alacha *(Sardinella aurita)* en el Mediterráneo occidental y anomalías de temperatura atmosférica.
- Figura 4.6.4. Cambio en el nivel trófico de la pesquería del cantábrico.
- Figura 4.6.5. Índice trófico medio (i.e., *Marine Trophic Index*) en: a) la LME de la Costa Ibérica; b) en la LME Mediterránea; c) en la LME de la corriente de Canarias.
- Figura 4.6.6. Efectos del tren de bolos en fondos sedimentarios en El Cachucho (510 m).
- Figura 4.6.7. Cambios recientes (2000-2008) en la densidad de tallos de *Posidonia* en el archipiélago de Cabrera.
- Figura 4.6.8. Cambios en la intensidad y frecuencia de afloramiento en la costa central de Asturias; a) Valor medio de la intensidad de afloramiento y número de días de valores positivos (frecuencia de afloramiento) por mes, desde Marzo a Septiembre (1969-2003); b) Intensidad de afloramiento por décadas: 70, 80 y 90; c) Número de días con afloramiento por década: 70, 80, 90; d) Intensidad (Media y SE) y número de días con afloramiento por año promediando valores por año de Abril a Septiembre.
- Figura 4.6.9. Serie temporal de la media de cada año del índice de afloramiento entre Abril y Septiembre, calculada para diferentes áreas a partir del *Global Upwelling Index* del *Pacific Fisheries Environmental Laboratory*.
- Figura 4.6.10. Variación en la boca de la Ría de Arousa y desde 1992 de las medias mensuales de las abundancias de tres grupos del fitoplancton: a) abundancia de diatomeas; b) porcentaje de dinoflagelados respecto al total del fitoplancton; c) abundancia de *Pseudo-Nitzchia*, y de la concentración de dos nutrientes necesarios para las microalgas: d), concentración de nitrato, e) concentración de fósforo.
- Figura 4.6.11. Reconstrucción de la evolución temporal del crecimiento medio diario del mejillones (mm/d) cultivados en las bateas del segmento central de la ría de Arousa durante el período favorable de afloramiento entre 1966 e 2006.
- Figura 4.6.12. Variabilidad pasada, contemporánea y futura del pH en la superficie del océano.
- Figura 4.6.13. Evolución temporal de los valores medios de la variación del pH (ΔpH), debido a la captura de carbono antropogénico (CANT) en distintas capas oceánicas para el área entre la península Ibérica y el meridiano 20º W, y desde 36º N a 43º N.
- Figura 4.6.14. Detalle de la proliferación de *Lophocladia lallemandii* sobre *Posidonia oceanica*.
- Figura 4.6.15. Variación del número de especies y la diversidad en superficies experimentales de la comunidad de *Gelidium spinosum* con exclusión de *Sargassum muticum*.
- Figura 4.6.16. Socios del proyecto INDEMARES.
- Figura 4.7.1. Variación de los porcentajes de antropización, naturalización y cambio en los usos del suelo en las celdas UTM de 100 km^2 en las que se han observado especies en peligro para vertebrados, plantas e invertebrados.
- Figura 4.7.2. Variación en los porcentajes de especies en peligro sobre el total de cada grupo (vertebrados, plantas e invertebrados) según el grado de antropización media que ha sufrido su área de distribución.
- Figura 4.7.3. Variabilidad pura explicada por las tres variables de temperatura seleccionadas y las tres de precipitación, según el grupo de vertebrados.

Tablas

- Tabla 4.2.1. Densidad de plántulas de semilla (número promedio de individuos y error estándar) de los géneros *Pinus* y *Quercus* en parcelas con *P. halepensis, P. pinea, P. pinaster, P. nigra* y *P. sylvestris*.
- Tabla 4.2.2. Riqueza de especies forestales (número promedio de especies y error estándar en parcelas con *P. halepensis, P. pinea P. pinaster, P. nigra* y *P. sylvestris*).
- Tabla 4.5.1. Algunos proyectos financiados por entidades españolas desde 2005 para el estudio de los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos continentales españoles.
- Tabla 4.6.1. Áreas objeto de estudio del proyecto INDEMARES.
- Tabla 4.7.1. Porcentajes de antropización y naturalización de las celdas UTM de 100 km^2 con presencia de especies en peligro de extinción (± intervalo de confianza al 95%), de las celdas del resto del territorio de España peninsular, así como porcentajes de superficie de suelo natural, semi-antropizado y antropizados de acuerdo a los datos de CLC 2006.
- Tabla 4.7.2. Reclasificación de las categorías Corine Land Cover 2006 (nivel 3).

CAPÍTULO 5

Mapas

- Mapa 5.3.1 Distribución de los ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 que no solapan con los Espacios Naturales Protegidos y zonas sin protección en España.
- Mapa 5.4.1. Representación geográfica de los dos primeros componentes de un Análisis de Componentes Principales con los datos de las 19 variables bioclimáticas que representan los valores medios durante el periodo 1950-2000, a una resolución de 1 km^2, los cuales permiten explicar el 77% del total de la variabilidad climática de España peninsular.
- Mapa 5.4.2. Localización geográfica de los valores climáticos no representados por las celdas de 1km^2 de España peninsular con alguna superficie incluida dentro de los ENP.
- Mapa 5.4.3. Localización de áreas no representadas climáticamente por los ENP de mayor importancia (ACI) y de la RN2000.
- Mapa 5.4.4. Localización de las celdas UTM de 50 x 50 km que sería necesario añadir a la actual red de ENP a fin de representar todas las especies de vertebrados terrestres y plantas vasculares de España peninsular.
- Mapa 5.4.5. Localización de las celdas UTM de 10 x 10 km con especies de invertebrados en peligro (5) que no estarían incluidas dentro de la actual red de ENP.
- Mapa 5.5.1. Distancia Euclídea entre los valores climáticos de las celdas ibéricas de 1 km^2 respecto al promedio de las condiciones climáticas actuales de la Península, tanto en el presente (a) como para el escenario climático futuro elegido (CCM3 para 2100, b). En el mapa inferior (c) se representa la distancia climática de cada ENP en el futuro sobre las condiciones climáticas medias del presente.
- Mapa 5.5.2. Distancia multidimensional climática de las celdas de 01 km^2 respecto a las condiciones promedio actuales de cada Parque Nacional, tanto en la actualidad como para el escenario climático futuro utilizado (CCM3 para 2100).
- Mapa 5.5.3. Área climáticamente similar a la de cada PN según las condiciones actuales (en verde), área climáticamente similar en el escenario futuro y área climáticamente similar tanto en el presente como en el futuro.
- Mapa 5.11.1. El valor económico de los servicios de los ecosistemas del mundo y del capital natural.
- Mapa 5.11.2. Ejemplos de valoración de los activos naturales de España según servicio proporcionado: a) carbono arbolado b) control de la erosión c) producción agraria d) servicios recreativos de ecosistemas de interior.

Figuras

- Figura 5.2.1. Número de especies animales con Planes de Actuación aprobados y número de Planes de Actuación aprobados en cada Clase animal.
- Figura 5.2.2. Grado de cumplimiento de las distintas Comunidades Autónomas con la obligación legal de aprobar los Planes de Actuación para las especies animales catalogadas (salvo las "de interés especial").
- Figura 5.3.1. Porcentaje de superficie que representan respeto al total del territorio de la comunidad autónoma los ENP y Espacios Protegidos Red Natura 2000 que no solapan con los Espacios Naturales Protegidos.
- Figura 5.3.2. Tipos de ocupación del suelo en ENP, Red Natura 2000 y zonas no protegidas en España (2006).
- Figura 5.3.3. Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1990 y 2006 para 10 pasos de tiempo (hasta el año 2171), expresada en porcentaje respecto al total de superficie en ENP, Espacios Protegidos Red Natura 2000 y zonas sin protección.
- Figura 5.3.4. Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por zonas artificiales entre 1990 y el 2006 para 10 pasos de tiempo (hasta el año 2171), expresada porcentaje: (a) zonas cultivadas permanentemente, (b) mosaicos agrícolas y vegetación natural y (c) prados y praderas.
- Figura 5.3.5. Simulación lineal de la evolución de la superficie ocupada por las zonas forestales y espacios abiertos, entre 1990 y el 2006, para 10 pasos de tiempo (hasta el año 2171), expresada porcentaje (a) bosques de frondosas, (b) bosques mixtos, (c) bosque de coníferas, (d) matorral boscoso, (e) matorral, (f) espacios con vegetación escasa y (g) pastizales de montaña.
- Figura 5.3.6. Simulación lineal de los cambios ocurridos entre 1990 y el 2006 para 10 pasos de tiempo (hasta el año 2171) de zonas húmedas y superficies de agua, en tanto por uno, considerando cursos de agua (a), láminas de agua (b), humedales y turberas (c), salinas (d).

- Figura 5.4.1. Valores de los dos principales componentes que representan el espacio climático presente en España peninsular y condiciones climáticas de las celdas UTM de 1km^2 con alguna superficie incluida dentro de un ENP.
- Figura 5.5.1. Valores de temperatura media y precipitación anual de todas las celdas ibéricas de 1 km^2 en el presente y en el escenario climático futuro elegido (CCM3 para 2100).
- Figura 5.5.2. Distancia multidimensional climática (medida mediante la distancia de Mahalanobis), de las celdas de 1 km^2 de cada Parque Nacional respecto a sus condiciones climáticas promedio actuales (a la izquierda) y distancia en el escenario climático futuro (CCM3 para 2100, derecha).
- Figura 5.9.1. Algunos indicadores de presión y estado del litoral español.
- Figura 5.10.1. Preferencia de los encuestados sobre que especies quieren conservar y la disponibilidad a pagar media (euros/año) para conservar cada una de estas especies.
- Figura 5.10.2. Distribución de los fondos de conservación de especies por grupos taxonómicos durante el intervalo de años 2003-2007.
- Figura 5.10.3. Distribución de los fondos de conservación de especies en los años 2003-2007 en función de si están clasificadas como en peligro de extinción por el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.
- Figura 5.10.4. Opiniones sobre el impacto de la pérdida de biodiversidad (%).
- Figura 5.10.5. El papel del modelo CEPA en la identificación de las causas involucradas en la pérdida de biodiversidad.
- Figura 5.10.6. Proyectos según objeto principal de conservación (n=64).
- Figura 5.10.7. Hábitat estudiados en los proyectos de conservación (n=42).
- Figura 5.10.8. Combinaciones de estrategias CEPA desarrolladas por los proyectos 2005, 2006 y 2007.
- Figura 5.10.9. Destinatarios de las acciones CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).
- Figura 5.10.10. Temas abordados por las acciones CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).
- Figura 5.10.11. Actividades desarrolladas en las iniciativas CEPA de los proyectos 2005 y 2006 (n=43, n que realizan CEPA=35).
- Figura 5.11.1. Valoración de los servicios de los ecosistemas.
- Figura 5.11.2. Representación del Valor Económico Total de un Parque Nacional.
- Figura 5.11.3. Distribución del valor del servicio de conservación de la diversidad biológica.

Tablas
- Tabla 5.2.1. Categorías en las que se clasifican a los taxones y poblaciones merecedoras de una atención y protección particular en cada comunidad autónoma y Planes de Actuación que se exige que las Administraciones adopten para su protección.
- Tabla 5.2.2. Planes de Actuación que cada comunidad autónoma debe elaborar para las especies animales catalogadas (sin contar las especies clasificadas "de interés especial") y Planes que cada Comunidad tiene aprobado (sin contar los Planes de Manejo correspondientes a las especies clasificadas "de interés especial").
- Tabla 5.2.3. Número de taxones o poblaciones clasificados en los Catálogos de Especies Amenazadas en alguna categoría para la que se precisa redactar un Plan de Actuación, excluyendo los "de interés especial", y número de taxones que tiene al menos un Plan aprobado en alguna comunidad autónoma.
- Tabla 5.3.1. Definición de los espacios protegidos terrestres incluidos en el análisis (no consideradas las Áreas Marinas Protegidas) extraída de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Tabla 5.5.1. Distancia climática (distancia de Mahalanobis) de las celdas de cada PN, actualmente y en el futuro; áreas de representatividad climática (ARC) de cada PN para las condiciones climáticas actuales y bajo el escenario climático futuro elegido (CCM3 para 2100); distancia espacial a la que se encontrarían esas áreas en el futuro; y porcentaje de usos del suelo antropizados y semi-antropizados según CLC2006 (zonas artificiales y agrícolas del nivel 1) en las ARC futuras.
- Tabla 5.7.1. Algunos indicadores de presión y estado del litoral español.
- Tabla 5.7.2. Principales problemas del litoral español.
- Tabla 5.10.1. Acciones planteadas para mejorar el conocimiento de la biodiversidad y su distribución en nuestro país y valoración de los encuestados en una escala de 0 a 5 sobre la importancia general de cada acción y el grado de cumplimiento que, a su juicio, se ha conseguido en su desarrollo.
- Tabla 5.10.2. Acciones planteadas para mejorar el conocimiento sobre las respuestas de las especies y los sistemas ecológicos ante el cambio global en nuestro país y valoración de los encuestados en una escala de 0 a 5 sobre la importancia general de cada acción y el grado de cumplimiento que, a su juicio, se ha conseguido en su desarrollo.
- Tabla 5.10.3. Porcentaje del presupuesto asignado por modalidades para 2005, 2006 y 2007 por la Fundación Biodiversidad para la realización de proyectos de conservación.
- Tabla 5.10.4. Características de los proyectos CEPA en las convocatorias 2005, 2006 y 2007.
- Tabla 5.10.5. Tipos de estrategias CEPA desarrolladas por los proyectos 2005, 2006 y 2007.
- Tabla 5.11.1. Algunos ejemplos de métodos de valoración.
- Tabla 5.11.2. Ejemplos de estudios de valoración económica de los recursos naturales realizados en España.
- Tabla 5.11.3. Servicios considerados en la valoración de loa activos naturales de España.

CAPÍTULO 6

Mapas
- Mapa 6.4.1. Casos de estudio de evaluación social y económica de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales.
- Mapa 6.4.2. Sistema socio-ecológico de Doñana.

Figuras
- Figura 6.1.1. Diagrama conceptual de los elementos que componen un socio-ecosistema.
- Figura 6.2.1. Evolución del número de publicaciones indexadas en la ISI Web of Science que usan el término de "servicio de los ecosistemas" o "servicio ecológico".
- Figura 6.2.2. La cascada de los servicios de los ecosistemas. Los ecosistemas tienen la capacidad de generar servicios a partir de las funciones, con el fin de mantener el bienestar humano.
- Figura 6.2.3. Relaciones complejas existentes entre funciones, servicios de los ecosistemas, y beneficios obtenidos por parte de la sociedad.
- Figura 6.2.4. Marco metodológico de la evaluación de servicios basada en la aproximación complementaria de las diferentes dimensiones, que incluye el concepto de servicios, desde la capacidad de los ecosistemas para suministrarlos hasta la demanda social de los mismos.
- Figura 6.2.5. Estrategia metodológica para la evaluación de los servicios de los ecosistemas desde una perspectiva integradora y multidimensional.
- Figura 6.3.1. Combinaciones de caracteres funcionales de plantas e invertebrados del suelo más frecuentemente estudiados en la literatura científica, y su papel en el suministro de servicios. El grosor de las flechas indica que las asociaciones entre los caracteres funcionales y los servicios han sido más frecuentemente reportados en la literatura científica y con mayor evidencia científica.
- Figura 6.4.1. Los sistemas agrícolas intensivos generalmente aumentan considerablemente los servicios de abastecimiento, pero esto se produce a expensas de los servicios de regulación o culturales, los cuales se encuentran en mejor estado en ecosistemas no dominados por el ser humano.
- Figura 6.4.2. Representación gráfica de los *trade-offs* espaciales asociados a una cuenca hidrográfica.
- Figura 6.4.3. Valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales en el Espacio Natural Protegido de Doñana.
- Figura 6.4.4. Valoración monetaria de los servicios de los ecosistemas por parte de diferentes actores sociales en las cuencas hidrográficas del río Adra y Alto río Nacimiento.
- Figura 6.4.5. Aproximación multiescalar del flujo de servicios, desde la escala del proveedor del servicio hacia dónde se usa o gestiona el mismo (beneficiario del servicio).
- Figura 6.5.1. La ciencia de la sostenibilidad se centra en trabajar con las relaciones complejas y dinámicas que se establecen entre los ecosistemas, su biodiversidad y los sistemas socio-culturales.

Tablas
- Tabla 6.3.1. Servicios de los ecosistemas y su relación directa o indirecta con los proveedores de servicios.
- Tabla 6.3.2. Definiciones asociadas con la diversidad funcional, entendida como el componente clave de la biodiversidad para proveer servicios de los ecosistemas.
- Tabla 6.4.1. Tendencia de los servicios de los ecosistemas suministrados por los ecosistemas a escala global, en Europa, y en Doñana.

Referencias bibliográficas

Resumen general

1. Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. USA.
2. sCDB (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 pp.
3. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, De Wit CA, Hughes T, Van Der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P y Foley JA (2009) A safe operating space for humanity. Nature, 461: 472-475.
4. WWF (2010) Planeta vivo informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo.119 pp.
5. Laiolo P y Tellería JL (2006) Fate of unproductive and unattractive habitats: recent changes in Iberian steppes and their effects on endangered avifauna. Environ. Conserv. 33: 223-232.
6. Tellería JL (2009) Wind power plants and the conservation of birds and bats in Spain: a geographical assessment. Biodiversity and Conservation 18: 1781-1791.
7. Tellería JL (2010) Energía eólica y conservación de las aves. Locustella 7: 000-000.
8. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio(2007) Informe de sostenibilidad ambiental y estudio estratégico ambiental del litoral español para la instalación de parques eólicos. Ministerio de Industria, Turismo, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
9. García-Valdés R, Zavala MA, Araujo M y Purves D (2010). Chasing a moving target: projecting tree species response to climate change without assuming equilibrium (En preparación).
10. Benito-Garzón M, Alía R, Robson TM y Zavala MA (2010). Intraespecific
variability and plasticity influence potential tree species distributions under climate change. (Global Ecology & Biogegraphy (En revisión).
11. Moreno JM, Zavala G, Martín M y Millán A (2010) Forest fire risk in Spain under future climate change. En: Settele J et al. (Eds.), Atlas of Biodiversity Risks - from Europe to the Globe, from Stories to Maps. Pensoft, Sofia & Moscow.
12. Sánchez F y Olaso I (2004) Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. Ecological Modelling 172(2-4): 151-174.
13. Pauly D (2007) The Sea Around Us Project: Documenting and communicating global fisheries impacts on marine ecosystems. Ambio 36(4): 290-295.
14. Marbà N (2009) Loss of seagrass meadows from the Spanish coast: results of the Praderas project. Global loss of Coastal Habitats. Rates, Causes and Consequences. CM Duarte. Bilbao, CSIC BBVA: 59-88.
15. Beaugrand G, Brander KM, Lindley JA, Souissi S y Reid PC (2003) Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. Nature 426: 661-664.
16. Poulard JC, Blanchard F, Boucher J y Souissi S (2003) Variability of the demersal fish assemblages of the bay of Biscay during the 1990s. ICES Marine Science Symposia.
17. Poulard JC y Blanchard F (2005) The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 62(7): 1436-1443.
18. Bañón R (2009) Variacións na diversidadde e abundancia ictiolóxica mariña en galicia por efectos del Cambio climático. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. X. de Galicia. Santiago Composteñ, Xunta de Galicia: 355-372.
19. Sabatés A, Martín P, Lloret J y Raya V (2006) Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. Global Change Biology 12(11): 2209-2219.
20. Brito A, Lozano IJ, Falcón JM, Rodríguez FM y Mena J (1996) Análisis biogeográfico de la ictiofauna de las Islas Canarias. Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-Oriental. JAG y. MJRO Llinás. Las Palmas: 241-270.
21. IGME (1989) Acuífero nº 23: Mancha Occidental. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
22. Nieto M (1969) Los pigmentos como indicadores ecológicos en las aguas corrientes del Centro de España. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
23. Alvarez Cobelas M, Rubio A y Muñoz P (1992) Eutrophication in Spanish freshwater ecosystems. Limnetica 8: 263-265.
24. Sánchez Carrillo S y Alvarez Cobelas M (1999) La contaminación de las aguas por actividades agrícolas: sedimentos y compuestos químicos. Riegos y Drenajes XXI 99: 35-39.
25. SEO/Birdlife (2010) La Directiva Marco del Agua y la conservación de los humedales y los espacios de la Red Natura 2000 que dependen del agua. 60 pp.
26. Haines-Young R y Postchin M (2010) The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En: Rafaelli, D. y Frid, C. (Eds.) Ecosystem Ecology: A new synthesis. BES Ecological Reviews Series, Cambridge University Press, Cambridge: 110-139.

Capítulo 1. Introducción general

1. Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. USA.
2. Comunidades Europeas (2008) La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad. Informe Provisional, TEEB.
3. Jiménez Herrero LM (2010) Usos del suelo y cambio global. Procesos de sostenibilidad urbana y territorial en España. En Rodriguez González, R (Director).Territorio. Ordenar para competir. Nestbiblo, La Coruña.
4. The World Resources Institute (2005) Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Ecosistemas y Bienestar Humano: Síntesis sobre Desertificación. 36 pp.
5. sCDB (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 pp.
6. Rockström J, Steffen W, Noone K, Persson Å, Chapin FS, Lambin EF, Lenton TM, Scheffer M, Folke C, Schellnhuber HJ, Nykvist B, De Wit CA, Hughes T, Van Der Leeuw S, Rodhe H, Sörlin S, Snyder PK, Costanza R, Svedin U, Falkenmark M, Karlberg L, Corell RW, Fabry VJ, Hansen J, Walker B, Liverman D, Richardson K, Crutzen P y Foley JA (2009) A safe operating space for humanity. Nature, 461: 472-475.
7. WWF (2010) Planeta vivo informe 2010. Biodiversidad, biocapacidad y desarrollo.119 pp.
8. GFN (2010) The 2010 National Footprint Accounts. Red de la Huella Global, San Francisco, EE.UU. (www.footprintnetwork.org).
9. OECD (2008) Environmental Outlook to 2030. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.

Capítulo 2. Marcos de referencia para la conservación de la biodiversidad

2.1. Marco internacional sobre conservación de la biodiversidad

1. sCDB (2004) Enfoque por ecosistemas. (Directrices del CDB). 50 pp.
2. AEMA (2009) Frenar la pérdida de biodiversidad para 2010: propuesta de un primer conjunto de indicadores para vigilar el progreso en Europa. 182 pp.
3. UNEP WCMC (2009) International Expert Workshop on the 2010 Biodiversity Indicators and Post-2010 Indicator Development. Workshop Report. 65 pp.
4. sCDB (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 pp.

2.2. Marco europeo sobre conservación de la biodiversidad

1. Council of the European Union (2006) Renewed EU sustainable development strategy (10917/06).

2. Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitat naturales y de la fauna y la flora silvestres.
3. Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres.
4. SEC (2010) 1163 final. Consolidated profile. Accompanying document to the Report from the Commision to the Council and the European Parliament. The 2010 assessment of implementing the EU biodiversity action plan.
5. COM (2010) 4 final. Comunicación de la Comisión "Opciones para una meta y una visión de la UE en materia de biodiversidad más allá de 2010".
6. MARM (2010) Red Natura 2000. Análisis y Prospectiva-Serie Medio Ambiente Nº 4.
7. COM (1998) 42. Comunicación de la Comisión sobre una estrategia de la Comunidad Europea en materia de biodiversidad.
8. COM (2001)162 final, Vols. I-V. European Community Biodiversity Action Plans in the Areas of Conservation of Natural Resources, Agriculture, Fisheries, and Development and Economic Cooperation.
9. Duke G (ed.) (2005) Biodiversity and the EU - Sustaining Life, Sustaining Livelihoods. Conference Report. Stakeholder Conference held under the Irish Presidency of The European Union in partnership with the European Commission, 25th - 27th May 2004, Grand Hotel, Malahide, Ireland.
10. COM (2006) 216. Comunicación de la Comisión "Detener la pérdida de biodiversidad para 2010, y más adelante - Respaldar los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano".
11. COM (2008) 864 final. Comunicación de la Comisión "Evaluación intermedia de la aplicación del plan de acción comunitario para la biodiversidad.
12. COM (2010) 548 final. Report from the Commision to the Council and the European Parliament. The 2010 assessment of implementing the EU biodiversity action plan.
13. SEC (2010) 1164 final. Summary of Community level action. Accompanying document to the Report from the Commision to the Council and the European Parliament. The 2010 assessment of implementing the EU biodiversity action plan.
14. Ver sitio web de PEBLDS en: http://www.strategyguide.org/.
15. European Council (2009) Contribution of the Council (Environment) to the Spring European Council (19 and 20 March 2009) Conclusions (3 March 2009). 7065/09.
16. European Council (2010) Conclusions of the European Council (24/25 March 2010). EUCO 7/10.

2.3. Estrategias y marco normativo sobre biodiversidad en las CCAA

- Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente (2009) Apoyo técnico a la gestión del medio marino. Informe regional 2009.
- Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente (2010) Borrador de la Estrategia Andaluza de Gestión integrada de la biodiversidad.
- Gobierno de Aragón. Consejería de Medio Ambiente (2001) Plan de acción forestal y de conservación de la biodiversidad de Aragón.
- Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. Consejería de Desarrollo Rural y Medio Ambiente (2003) Revisión del Plan de conservación del medio natural.
- Generalitat de Cataluña. Conselleria de Medi ambient y habitatge (2009). L´estratègia de biodiversitat i patrimonio natural.
- Xunta Galicia. Conselleria de Medio Ambiente (2002). Estrategia galega para a conservación e o uso sostible da biodiversidade.
- Región de Murcia. Consejería de Industria y Medio Ambiente (2003). La Estrategia Regional para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica.
- Gobierno Foral de Navarra. Consejería de Medio Ambiente (1999). Estrategia Navarra para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad biológica y plan de acción (1999-2004).
- Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2009) Estrategia de Biodiversidad de la CAPV 2009-2014.
- Gobierno del Principado de Asturias. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras (2008) Perfil Ambiental de Asturias 2008.
- Gobierno de Aragón. Consejería de Medio Ambiente (2007) La gestión de los Espacios Naturales Protegidos de Aragón Memoria Divulgativa.
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2001) Memoria de Evaluación de Especies Amenazadas de Canarias.
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2004) Memoria de Evaluación de Especies Amenazadas de Canarias.
- Gobierno de Canarias. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio (2009) Memoria de Evaluación de Especies Amenazadas de Canarias.
- Junta de de Castilla y León (2009) Estrategia Regional de Desarrollo Sostenible de Castilla y León 2009-2014.
- Junta de de Castilla y León. Consejería de Agricultura yt Ganadería (2009) Informe de sostenibilidad ambiental: "Estudio de Evaluación a priori para la elaboración del programa de desarrollo rural de Castilla y León 2007-2013.
- Junta de de Castilla y León. Consejería de Agricultura yt Ganadería (2009) Informe anual sobre estrategia y resultados de la gestión de los Espacios Naturales Protegidos en Castilla y León 2007-2008.
- Generalitat de Cataluña. Conselleria de Medi ambient y habitatge (2009) Medi ambient a Catalunya Informe 2009.
- Junta de Extremadura. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente (2010) Borrador de la Estrategia para el desarrollo sostenible de Extremadura.
- Junta de Extremadura. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente (2008)Medio Ambiente en Extremadura Informe 2008.
- Govern Balear. Conselleria de Medi Ambient (2010) Boletín electrónico del servicio de protección de especies números 22-23.
- Gobierno de la Rioja. Consejería de Medio Ambiente (2000) Medio Ambiente en La Rioja 2000.
- Gobierno de la Rioja. Consejería de Medio Ambiente (2000) Medio Ambiente en La Rioja 2001.
- Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio (2007) Programa de desarrollo rural de la Comunidad de Madrid 2007-2013.
- Consejo Económico y Social de la Región de Murcia Dictamen 5/2003. Dictamen sobre la Estrategia Regional para la Conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.
- Gobierno Foral de Navarra. Consejería de Medio Ambiente (2009) Estado del Medio Ambiente en Navarra 2009.
- Generalitat Valenciana. (2000) Estrategia de Desarrollo Sostenible de Valencia.
- Diputación de Valladolid (2004) Manual del Alcalde Segunda Edición Ampliada
- López Ramón, Fernando (2006) Observatorio de Políticas Ambientales 1978-2006. Thomson-Aranzadi.
- López Ramón, Fernando (2007) Observatorio de Políticas Ambientales 2007. Thomson-Aranzadi.
- López Ramón, Fernando (2008) Observatorio de Políticas Ambientales 2008. Thomson-Aranzadi.
- López Ramón, Fernando (2009) Observatorio de Políticas Ambientales 2009. Thomson-Aranzadi.
- López Ramón, Fernando (2010) Observatorio de Políticas Ambientales 2010. Thomson-Aranzadi.

http://portal.aragon.es/portal/page/portal/DGA/DPTOS/MEDIOAMBIENTE
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/
http://www.juntaex.es/consejerias/industria-energia-medioambiente/index-ides-idweb.html
http://www.carm.es/neweb2/servlet/integra.servlets.ControlPublico?IDCONTENIDO=64&IDTIPO=140&RASTRO=c$m
http://www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/index.html
http://www.caib.es/govern/organigrama/area.do?lang=es&coduo=138143
http://www.cma.gva.es/web/
http://www.gencat.cat/
http://www.larioja.org/npRioja/default/defaultpage.jsp?idtab=24844
http://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Desarrollo+Rural+y+Medio+Ambiente/
http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.net/r49-579/es/
http://www.medioambientecantabria.com/
http://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/
http://www.cmati.xunta.es/portal/jsp/index.jsp
http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/
http://pagina.jccm.es/medioambiente/index2.htm
http://www.madrid.org/cs/Satellite?idConsejeria=1109266187260&idListConsj=1109265444710&c=CM_Agrupador_FP&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&language=es&cid=1109266187260

Capítulo 3. Presiones sobre la biodiversidad

3.1 Pérdida de biodiversidad y cambio global

1. Vitousek P, Antonio CMD, Loope LL, Rejmánek M y Westbrooks R (1997). Introduced species: a significant component of human-caused global change. New Zealand Jorunal of Ecology 21(1): 1-16.
2. OCDE (2008) Prospectiva Mundial sobre el Medio Ambiente.
3. Kok MTJ, Bakkes JA, Eickhout B, Manders AJG, Oorschot MMP van, Vuuren DP van, Wees M van (CAP-SD) y Westhoek HJ (2008) Lessons from global environmental assessments. PBL publication number 500135002. Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), Bilthoven.
4. Bakkes JA y Bosch P (2008) Background report to the OECD Environmental Outlook to 2030. Overviews, Details, and Methodology of Model-Based Analysis. Netherlands Environmental Assessment Agency MNP, Bilthoven and Organisation for Economic Cooperation and Development OECD, Paris.
5. Leadley P, Pereira HM, Alkemade R, Fernandez-Manjarrés JF, Proença V, Scharlemann JPW, Walpole MJ (2010) Biodiversity Scenarios: Projections of 21st century change in biodiversity and associated ecosystem services. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series 50. 132 pp.
6. MA - Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington DC.
7. Carpenter SR (2003) Regime shifts in lake ecosystems: pattern and variation. International Ecology Institute, Oldendorf/Luhe.
8. Chan K, Shaw M, Cameron D, Underwood E y Daily G (2006) Conservation planning for ecosystem services. PLoS Biology 4:2138-2152.
9. Nelson E, Mendoza G, Regetz J, Polasky S, Tallis H, Cameron D, Chan KM, Daily GC, Goldstein J, Kareiva PM, Lonsdorf E, Naidoo R, Ricketts TH, y Shaw M (2009) Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Frontiers in Ecology and the Environment 7:4-11.

3.2. Cambios de ocupación del suelo

1. Esteve MA, Calvo JF (2000) Conservación de la naturaleza y biodiversidad en la Región de Murcia. En: Calvo JF, Esteve MA y López Bermúdez F (Coord.). Biodiversidad. Contribución a su conocimiento y conservación en la Región de Murcia. Instituto del Agua y Medio Ambiente. Servicio de Publicaciones Universidad de Murcia.
2. Suárez ML, Vidal-Abarca MR, Calvo JF, Palazón JA, Esteve MA, Gómez R, Giménez A, Pujol JA, Sánchez JA, Pardo M, Contreras J y Ramírez L (1996) Zone Humide d'Ajauque-Rambla Salada, Espagne. En: Management of Mediterranean Wetlands. Vol 3: 39-55.
3. Esteve Selma, Lloréns Pascual M y Martínez Gallur (Eds.) (2003) Los recursos naturales de la Región de Murcia. Un análisis interdisciplinar. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia.
4. Martínez JE, Pagan I, Palazon JA y Calvo JF (2007) Hábitat use of booted eagles (Hieraaetus pennatus) in a Special Protection Área: implications for conservation. Biodiversity and Conservation, 16: 3481-3488.
5. Antrop M (1993) The transformation of the Mediterranean landscapes: an experience of 25 years of observations. Landscape and Urban Planning, 24: 3-13.
6. Vos W (1993) Recent landscape transformation in the Tuscan Apenines caused by changing land use. Landscape and Urban Planning, 24: 63-68.
7. García Novo F (1999) Los paisajes transitorios. El futuro de los paisajes tradicionales en una sociedad urbana. En: Homenaje a D. Angel Ramos Fernández (1926-1998). Madrid. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
8. de Aranzábal I, Schmitz MF, Aguilera P y Díez Pineda F (2008) Modelling of landscape changes derived from the dynamics of socio-ecological systems A case of study in a semiarid Mediterranean landscape. Ecological Indicators, 8: 672-685.
9. Meeus JH, Wijermans MP y Vroom MJ (1990) Agricultural landscapes in Europe and their transformation. Landscape and Urban Planning, 18: 289-352.
10. Fjellstad WJ y Dramstad WE (1999) Patterns of change in two contrasting Norwegian agricultural landscapes. Landscape and Urban Planning, 45: 177-191.
11. White D, Minotti G, Barczak M, Sifneos J, Freemark K, Santelmann M, Steinitz C, Kiester A y Preston E (1997) Assessing risks to biodiversity from future landscape change. Conservation Biology, 11: 349-360
12. Poudevigne I, van Rooij S, Morin P y Alard D (1997) Dynamics of rural landscapes and their main driving factors: A case study in the Seine Valley, Normandy, France. Landscape and Urban Planning, 38: 93-103.
13. Burel F y Baudry J (2002) Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
14. Martínez J, Esteve MA, Carreño F, Miñano J, Robledano F, Suárez ML y Vidal-Abarca MR (2008) Funcionalidad de las cuencas como elemento para la sostenibilidad. Algunos casos piloto. 6.1. Cuenca del Segura. En: Agua y Sostenibilidad. Funcionalidad de las cuencas. Observatorio de la Sostenibilidad en España. Ediciones Mundi-Prensa: 130-153.

3.3. Efecto del cambio climático

1. IPCC (2007) Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by Core Writing Team, Pachauri RK, y Reisinger A. Geneva, Switzerland: IPCC, 7.
2. Stern N, Peters S, Bakhshi V, Bowen A, Cameron C, Catovsky S, Crane D, Cruickshank S, Dietz S, Edmonson N, Gargett SL, Hamid L, Hoffman G, Ingram D, Jones B, Patmore N, Radlcliffe H, Sathiyarajah R, Stock M, Taylor C, Vernon T, Wanjie H y Zenghelis D (2006) Stern Review: The Economics of Climate Change. HM Treasury, London.
3. Rosenzweig C, Karoly D, Vicarelli M, Neofotis P, Wu Q, Casassa G, Menzel M, Root TL, Estrella N y Seguin B (2008) Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. Nature 453:353-357.
4. Gillett NP, Stone DA, Stott PA, Nozawa T, Karpechko AY, Hegerl GC, Wehner MF, y Jones PD (2008) Attribution of polar warming to human influence. Nature Geoscience 1:750-754.
5. Zhang X, Zwiers FW, Hegerl GC, Lambert FH, Gillett NP, Solomon S, Stott PA y Nozawa T (2007) Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. Nature 448:461.
6. Santer BD, Mears C, Wentz FJ, Taylor KE, Gleckler PJ, Wigley TML, Barnett TP, Boyle JS, Brüggemann W y Gillett NP (2007) Identification of human-induced changes in atmospheric moisture content. Proceedings of the National Academy of Sciences 104:15248.
7. Santer BD, Wigley TML, Gleckler PJ, Bonfils C, Wehner MF, AchutaRao K, Barnett TP, Boyle JS, Bruggemann W, Fiorino M, Gillett N, Hansen JE, Jones PD, Klein SA, Meehl GA, Raper SCB, Reynolds RW, Taylor KE y Washington WM (2006) Forced and unforced ocean temperature changes in Atlantic and Pacific tropical cyclogenesis regions. Proceedings of the National Academy of Sciences 103:13905-13910.
8. Hoegh-Guldberg O, Mumby PJ, Hooten AJ, Steneck RS, Greenfield P, Gomez E, Harvell CD, Sale PF, Edwards AJ y Caldeira K (2007) Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. Science 318:1737.
9. Mote TL (2007) Greenland surface melt trends 1973-2007: Evidence of a large increase in 2007. Geophysical Research Letters 34:L22507.
10. Tedesco M (2007) A new record in 2007 for melting in Greenland. Eos,Transactions American Geophysical Union 88:39.
11. Mernild SH, Liston GE, Hiemstra CA y Steffen KA (2009) Record 2007 Greenland Ice Sheet Surface Melt Extent and Runoff. Eos, Transactions American Geophysical Union 90:13-14.
12. Hanna E, Huybrechts P, Steffen K, Cappelen J, Huff R, Shuman C, Irvine-Fynn T, Wise S y Griffiths M (2008) Increased runoff from melt from the Greenland Ice Sheet: a response to global warming. Journal of Climate 21:331-341.
13. Steig EJ, Schneider DP, Rutherford SD, Mann MD, Comiso DJ y Shindell DT (2009) Warming of the Antarctic ice-sheet surface since the 1957 International Geophysical Year. Nature 457:459-462.
14. Boé J, Hall A y Qu X (2009) September sea-ice cover in the Arctic Ocean projected to vanish by 2100. Nature Geoscience 2:341-343.
15. Wang M y Overland JE (2009) A sea ice free summer Arctic within 30 years? Geophysical Research Letters 36:L07502.
16. Stroeve J, Holland MM, Meier W, Scambos T y Serreze M (2007) Arctic sea ice decline: Faster than forecast. Geophysical Research Letters 34:9501.

17. Matthews,HD y Caldeira K (2008) Stabilizing climate requires near-zero emissions. Geophysical Research Letters 35:L04705.
18. Solomon S, Plattner GK, Knutti R y Friedlingstein P (2009) Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences 106:1704-1709.
19. Eby M, Zickfeld K, Montenegro A, Archer D, Meissner KJ y Weaver AJ (2009) Lifetime of anthropogenic climate change: millennial time scales of potential CO2 and surface temperature perturbations. Journal of Climate 22:2501-2511.
20. Araújo MB (2009) Protected areas and climate change in Europe. Report to the Council of Europe. 29 pp.
21. Heywood V (2009) The impacts of climate change on plant species in Europe. Report to the Council of Europe. 98 pp.
22. Wilson R (2009) Impacts of climate change on European invertebrates, with reference to the vulnerability of Bern Convention species. Report to the Council of Europe. 34 pp.
23. Berry PM (2008) Climate change and the vulnerability of Bern Convention species and habitats. Report to the Council of Europe. 33 pp.
24. Huntley B (2007) Climatic change and the conservation of European biodiversity: Towards the development of adaptation strategies. Strasbourg.
25. WGBU (2003) Climate Protection Strategies for the 21st Century: Kyoto and beyond. Special report. 89 pp.
26. Beniston M, Stephenson DB, Christensen OB, Ferro CAT, Frei C, Goyette S,. Halsnaes K, Holt T, Jylhä K, Koffi B, Palutikof J, Schöll R, Semmler T y Woth K (2007) Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. Climatic Change, 81: 71-95.
27. Bakkenes M, Alkemade JRM, Ihle F, Leemans R y Latour JB (2002) Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. Global Change Biology 8: 390-407.
28. Bakkenes M, Eickhout B y Alkemade JRM (2006) Impacts of different climate stabilisation scenarios on plant species in Europe. Global Environmental Change, 16: 19-28.
29. Malcolm JR, Liu C, Neilson RP, Hansen L y Hannah L (2006) Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. Conservation Biology, 20: 538-548.
30. Araújo MB, Thuiller W y Pearson RG (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography, 33: 1712-1728.
31. Schröter D, Cramer W, Leemans R, Prentice IC, Araújo MB, Arnell NW, Bondeau A, Bugmann H, Carter TR, Gracia CA, Vega-Leinert ACdl, Erhard M, Ewert F, Glendining M, House JI, Kankaanpää S, Klein RJT, Lavorel S, Lindner M, Metzger MJ, Meyer J, Mitchell TD, Reginster I, Rounsevell M, Sabaté S, Sitch S, Smith B, Smith J, Smith P, Sykes MT, Thonicke K, Thuiller W, Tuck G, Zaehle S y Zierl B (2005) Ecosystem service supply and vulerability to global change in Europe. Science, 310: 1333-1337.
32. Alvarez Cobelas M (2010) Fish and avian communities: a testimony of wetland degradation. In Las Tablas de Daimiel: a long-term research of a threatened semiarid wetland (S Sánchez-Carrillo y DG Angeler, eds), 197-212. Springer Verlag. Berlin.
33. Alvarez Cobelas M, Catalan, J y García de Jalón D (2005) Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. In Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático (JM Moreno, ed), 113-146. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. Madrid.
34. Álvarez-Salgado X, Fernández-Reiriz MJ, Labarta U, Filgueira R, Peteiro L, Figueiras FG, Piedracoba S y Rosón G (2009) Influencia do cambio climático no cultivo de mexillón das rías galegas. Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, Xunta de Galicia: 373-389.
35. Andreu L, Gutiérrez E, Macías M, Rivas M, Bosch O y Camarero JJ (2007) Climate increases regional tree-growth variability in Iberian pine forests. Global Change Biology 13: 804-815.
36. Aragón P, Lobo JM, Olalla-Tarrega MA y Rodríguez MA (2010) The contribution of contemporary climate to ectothermic and endothermic ertebrate distributions in a glacial refuge. Global Ecology and Biogeography 19: 40-49.
37.vAraújo MB, Thuiller W y Pearson RG (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography 33: 1712-1728.
38. Arconada B y Ramos MA (2003) The Ibero-Balearic region: one of the areas of highest Hydrobiidae *(Gastropoda Prosobranchia Rissooidea)* diversity in Europe. Graellsia 59(2-3): 91-104.
39. Arista M, Herrera FJ y Talavera S (1997) Biología del pinsapo. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 162 pp.
40. Audsley E, Pearn KR, Simota C, Cojocaru G, Kotsidou E, Rounsevell MDA, Trnka M y Alexandrov V (2006) What can scenario modelling tell us about future European scale agriculture land use, and what not? Evironmental Science & Polycy 9: 148-162.
41. Baixeras J (2002) Investigación aplicada a la conservación de las mariposas de *Penyagolosa*. Informe inédito elaborado para la Consejería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana. Valencia.
42. Bañón R (2009) Variacións na diversidadde e abundancia ictiolóxica mariña en galicia por efectos del Cambio climático. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. X. de Galicia. Santiago Composteñ, Xunta de Galicia: 355-372.
43. Sabatés A, Martín P, Lloret J y Raya V (2006) Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, *Sardinella aurita*, in the western Mediterranean. Global Change Biology 12(11): 2209-2219.
44. Brito A, Lozano IJ, Falcón JM, Rodríguez FM y Mena J (1996) Análisis biogeográfico de la ictiofauna de las Islas Canarias. Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-Oriental. J A G y. M J R O Llinás. Las Palmas: 241-270.
45. Batllori E y Gutiérrez E (2008) Regional tree line dynamics in response to glabla change in the Pyrenees. Journal of Ecology 96: 1275-1288.
46. Bauwens D, Hordies F, Van Damme R y Van Hecke A (1986) Notes on distribution and expansion of the range of the lizard *Psammodromus algirus* in Northern Spain. Amphibia-Reptilia 7: 389-392.
47. Beaugrand G, Reid PC, Ibañez F y Planque B (2000) Biodiversity of North Atlantic and North Seacalanoid copepods. Marine Ecology-Progress Series 204: 299-303.
48. Benito Garzón M, Sánchez de Dios R y Sainz Ollero H. (2008) Effects of climate change on the distributions of Iberian forests. Applied Vegetation Science 11:169-178.
49. Blanton JO, Tenore KR, Castillejo F, Atkinson LP, Schwing FB y Lavin A (1987) The relationship of upwelling to mussel production in the rias on the western coast of Spain.Journal Marine Research 45: 497-571.
50. Bode A (2009) Impacto do cambio climático nas condicións oceanográficas e nos recursos mariños. X. de Galicia. Santiago de Compostela, España: 619-636.
51. Bosch J, Carrascal LM, Durán L, Walker S y Fisher MC (2007) Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane area of central Spain; is there a link? Proceedings of the Royal Society of London B 274:253-260.
52. Bosch J, Martínez-Solano I y García-París M (2001) Evidence of a chytrid fungus infection involved in the decline of the common midwife toad (Alytes obstetricans) in protected areas of central Spain. Biological Conservation 97: 331-337.
53. Brasier CM, Robredo F y Ferraz JFP (1993) Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberia oak decline. Plant Pathology 42: 140-145.
54. Montoya JM y Mesón ML (1994) Los factores catalizadores de "la seca de Quercus". Ecología 8: 185-191.
55. Buisson L, Thuiller W, Lek S, Lim P y Grenouillet G (2008) Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. Global Change Biology 14: 2232-2248.
56. Daufresne M y Boët P (2007) Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. Global Change Biology 13: 2467-2478.
57. Camarero JJ y Gutiérrez E (2004) Pace and pattern of recent treeline dynamics: response of ecotones to climatic variability in the Spanish Pyrenees. Climatic Change 63: 181-200.
58. Catalán J, Pla S, Rieradevall M, Felip M, Ventura M, Buchaca T, Camarero L, Brancelj A, Appleby PG, Lami A, Grytnes JA, Agustí-Panareda A y Thompson R (2002) Lake Redó ecosystem response to an increasing warming in the Pyrennees during the twentieth century. Journal of Paleolimnology 28: 129-145.
59. Carbonell R, Pérez-Tris E y Tellería JL (2003) Effects of habitat heterogeneity and local adaptation on the body condition of a forest passerine at the edge of its distributional range. Biological Journal of the Linnean Society 78:479-488.

60. Carrascal LM, y Lobo JM (2003) Respuestas a viejas preguntas con nuevos datos: estudio de los patrones de distribución de la avifauna española y consecuencias para su conservación. En: Martí R. y del Moral J.C. (eds.) Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid. Pgs. 651-668.
61. Cid N, Ibáñez C y Prat N (2008) Life history and production of the burrowing mayfly Ephoron virgo (Olivier, 1791) (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) in the lower Ebro river: a comparison after 18 years. Aquatic Insects 30: 163-178.
62. Coma R, Ribes M, Serrano E, Jiménez E, Salat J, Pascual J (2009) Global warming-enhanced stratification and mass mortality events in the Mediterranean. Proc Natl Acad Sci U S A. 106(15):6176-81.
63. del Barrio G, Harrison PA, Berry PM, Buttb N, Sanjuan ME, Pearson RG y Dawson T (2006) Integrating multiple modelling approaches to predict the potential impacts of climate change on species' distributions in contrasting regions: comparison and implications for policy. Environmental Science & Policy 9: 129-147.
64. Díaz-Paniagua C, Cuadrado M, Blázquez MC y Mateo JA (2002) Reproduction of Chamaleo chamaleon under contrasting environmental conditions. Herpetological Journal 12: 99-104.
65. Escós J y Alados CL (1991) Influence of weather and population characteristics of free-ranging Spanish ibex in the Sierra de Cazorla y Segura and in the eastern Sierra Nevada. Mammalia 55: 67-78.
66. Espinar JL, García LV, García Murillo P y Toja J (2002) Submerged macrophyte zonation in a Mediterranean salt marsh: a facilitation effect from estabilised helophytes? Journal of Vegetation Science 13: 1-15.
67. Fernández C y Anadón R (2008) La cornisa cantábrica: un escenario de cambios de distribución de comunidades intermareales. Algas 39: 30-31.
68. Anadón R, Fernández C, García Florez L, Losada I y Valdés L (2009) Costas y Océanos. Evidencias e Impactos potenciales del Cambio Climático en Asturias. R Anadón y N Roqueñi. Oviedo, Consejería Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras, Principado de Asturias: 126-170.
69. Sánchez I, Fernández C y Arrontes J (2005) Long-term changes in the structure of intertidal assemblages following the invasion by *Sargassum muticum* (Phaeophyta). Journal of Phycology 41: 942-949.
70. Ferreira V, Gonçalves AL, Godbold DL y Canhoto C (2010) Effect of increased atmospheric CO2 on the performance of an aquatic detritivore through changes in water temperature and litter quality. Global Change Biology, doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02153.x.
71. Freire J, Ferreiro R y Pita P (2009) Comunidades bentónicas e de peixes costeiros nos ecosistemas litorais. Evidencias do cambio climático. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago de Compostela, Spain: 455-500.
72. Molares J, Parada JM, Navarro E y Fernández A (2009) Análise das posibles evidencias do cambio climático nos principais recursos marisqueiros de Galicia. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago de Compostela, Spain: 501-520.
73. García Murillo P (2003) Plantas acuáticas y carnívoras en Doñana. Doñana 2005, 4: 8-11.
74. García-Mozo H, Galán C, Jato V, Belmonte J, de la Guardia CD, Fernández D, Gutiérrez M, Aira MJ, Roure JM, Ruiz L, Trigo MM y Domínguez-Vilches E (2006) Quercus pollen season dynamics in the Iberian Peninsula: Response to meteorological parameters and possible consequences of climate change. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 13: 209-224.
75.García-Mozo H, Galán C y Domínguez-Vilches E (2002) The impact of future climate change in the start of Quercus flowering in the Iberian Peninsula. En: B. Zapata (Ed.). Quaternary Climatic Changes and Environmental crises in the Mediterranean Region. Universidad de Alcalá de Henares. Pgs. 279-285.
76. García-Mozo H, Mestre A y Galán C (2010) Phenological trends in southern Spain: A response to climate change.Agricultural and Forest Meteorology 150: 575-580.
77. Galán C, García-Mozo H, Vázquez L, Ruiz L, Díaz de la Guardia C y Trigo MM (2005) Heat requirement for the onset of the Olea europaea L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change.Int J Biometeorol (2005) 49:184-188.
78. García-Romero A, Muñoz J, Andrés N, Palacios D (2009) Relationship between climate change and vegetation distribution in the Mediterranean mountains: Manzanares Head valley, Sierra De Guadarrama (Central Spain). Climatic Change. DOI 10.1007/s10584-009-9727-7.
79. García-Valiente A, Beall E y García-Vázquez E (2010) Population genetics of south European Atlantic salmon under global change. Global Change Biology 16: 36-47.
80. Gasso N, Sol D, Pino J, Dana ED, Lloret F, Sanz-Elorza M, Sobrino E y Vila M (2009) Exploring species attributes and site characteristics to assess plant invasions in Spain. Diversity and Distributions 15: 50-58.
81. Gavilán RG (2003) Does global warming pose a true threat to Mediterranean biodiversity? Bocconea 161: 379-395.
82. Gordo O, Brotons L, Ferrer X et al. (2005) Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? Global Change Biology, 11, 12-21.
83. Gordo O, Sanz JJ (2005) Phenology and climate change: a longterm study in a Mediterranean locality. Oecologia, 146, 484-495.
84. Gordo O, Sanz J, 2006. Temporal trends in phenology of the honey bee *Apis mellifera* (L.) and the small white *Pieris rapae* (L.) in the Iberian Peninsula(1952-2004). Ecol. Entomol. 31, 261-268.
85. Gordo O, Sanz J, 2006. Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. Global Change Biology 12, 1993-2004.
86. Gordo O y Sanz JJ (2009) Long-term temporal changes of plant phenology in the Western Mediterranean. Global Change Biology 15: 1930-1948.
87. Gordo O y Sanz JJ (2010) Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. Global Change Biology (2010) 16, 1082-1106.
88. Gorissen A, Tietema A, Joosten NN, Estiarte M, Penuelas J, Sowerby A, Emmett BA y Beier C (2004) Climate Change Affects Carbon Allocation to the Soil in Shrublands. Ecosystems 7: 650-661.
89. Harrison PA, Butterfield RE y Orr JL (2003) 'Modelling climate change impacts on wheat potato and grapevine in Europe', in: Downing TE, Harrison PA, Butterfield RE y Lonsdale KG (eds) Climate change, climatic variability and agriculture in Europe, Environmental Change Institute, Oxford, UK.
90. Hódar JA y Zamora R (2004) Herbivory and climatic warming: a Mediterranean outbreaking caterpillar attacks a relict, boreal pine species. Biodiversity and Conservation 13: (en prensa).
91. Huin N y Sparks TH (1998) Arrival and progression of the Swallow Hirundo rustica through Britain. Bird Study 45: 361-170.
92. Hulme M, Barrow EM, Arnell NW, Harrison PA, Johns TC y Downing TE (1999) Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability, Nature, 397: 688-691.
93. Jordano D, Retamosa EC, Fernandez H (1991) Factors facilitating the continued presence of Colotis evagore (Klug 1829) in southern Spain. J. Biogeogr. 18:637-46.
94. Jump A, Hunt J y Peñuelas J (2006) Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of Fagus sylvatica. Global Change Biology 12: 2163-2174.
95. Jump AS, Peñuelas J, Rico L, Ramallo E, Estiarte M, Martínez-Izquierdo JA, Lloret F (2008) Simulated climate change provokes rapid genetic change in the Mediterranean shrub *Fumana thymifolia*. Global Change Biol. 14: 637-643.
96. Levinski I, Skov F, Svenning JC y Rahbek C (2007) Potential impacts of climate change on the distributions and diversity patterns of European mammals. Biodivers Conserv (2007) 16:3803-3816.
97. Linares JC, Delgado-Huertas A, Camarero JJ, Merino J y Carreira JA (2009) Competition and drought limit the response of water-use efficiency to rising atmospheric carbon dioxide in the Mediterranean fir Abies pinsapo. Oecología 161: 611-624.
98. Llope M, Anadon R, Sostres JA y Viesca L (2007) Nutrients dynamics in the southern Bay of Biscay (1993-2003): Winter supply, stoichiometry, long-term trends, and their effects on the phytoplankton community. Journal of Geophysical Research-Oceans 112(C7).
99. Castro CG, Alvarez-Salgado XA, Nogueira E, Gago J, Pérez FF, Bode A, Ríos AF, Rosón G y Varela M (2009) Evidencias bioxeoquímicas do cambio climático. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. Santiago, Xunta de Galicia: 303-326.
100. Macías M, Andreu L, Bosch O, Camarero JJ y Gutiérrez E (2006) Increasing aridity is enhancing silver fir (Abies alba Mill.) water estress in its south-western distribution limit. Climatic Change 79: 289-313.
101. Marín Murcia JP y Aboal M (2007) Estudio de las comunidades

vegetales de los canales de Montijo y Lobón y de las condiciones que favorecen su desarrollo. Confederación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medio Ambiente.
102. López-Rodríguez MC y Penalta-Rodríguez M (2007) Freshwater algae in Galician Central Macizo rivers (NW Spain) with new records for the Iberian Peninsula. Algological Studies 125: 57-77.
103. Aboal M, Marín Murcia JP y Nieva A (2006) *Tetrasporidium javanicum* Möbius (Tetrasporales, Chlorophyta) ¿especie invasora? ALGAS (Boletín de la Sociedad Española de Ficología) 37: 4.
104. Aboal M, Puig MA, Sánchez-Godínez A y Soler G (1994). Algal standing-crop in some Mediterranean temporary rivers in southeastern Spain. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie 25: 1746-1750.
105. Calado AJ y Rino JA (1992) Observations and taxonomic considerations on a Tetrasporidium (Chlorophyta, Tetrasprales) found in Portugal. Cryptogamie, Algologie 13: 157-167.
106. Martí R y del Moral JC (2003) Atlas de las aves reproductoras de España. SEO/Birdlife. Ministerio de Medio Ambiente.
107. Martínez-Vilalta J, Piñol J y Beven K (2002). A hydraulic model to predict drought-induced mortality in woody plants: an application to climate change in the Mediterranean. Ecological Modelling 155: 127-147.
108. Ogaya R, Peñuelas J, Martínez-Vilalta J y Mangirón M (2003) Effect of drought on diameter increment of *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, and *Arbutus unedo* in a holm oak forest of NE Spain. Forest Ecology and Management 180: 175-184.
109. Merino S y Potti J (1996) Weather dependent effects of nest ectoparasites on their bird hosts. Ecography 19:107-113.
110. Merino O, Villar R, Martín A, García D y Merino J (1995) Vegetation responses to climatic change in a dune ecosystem in southern Spain. En: Moreno JM y Oechel WC (Eds.), Global change and Mediterranean-Type ecosystems. Ecological Studies 117. Pgs. 225-238.
111. Moreno-Rueda G, Pleguezuelos JM y Alaminos E (2009) Climate warming and activity period extension in the Mediterranean snake *Malpolon monspessulanus*. Climatic Change 92: 235-242.
112. Obeso JR y Bañuelos MJ (2004) El urogallo (Tetrao urogallus cantabricus) en la Cordillera Cantábrica. Serie Técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente.
113. Ohlemüller R, Gritti ES, Sykes MT y Thomas CD (2006) Towards European climate risk surfaces: the extent and distribution of analogous and non-analogous climates 1931-2100. Global Ecology and Biogeography, 15: 395-405.
114. Peñuelas J y Boada M (2003) A global change-induced biome shift in the Montseny mountains (NE Spain). Global Change Biol. 9: 131-140.
115. Peñuelas J, Filella I y Comas P (2002) Changed plant and animal life cycles from 1952 to 2000 in the Mediterranean region. Global Change Biology 9: 531-544.
116. Peñuelas J, Hunt JM, Ogaya R y Alistair J (2008) Twentieth century changes of tree-ring _13C at the southern range-edge of Fagus sylvatica : increasing water-use efficiency does not avoid the growth decline induced by warming at low altitudes. Global Change Biology 14: 1076-1088.
117. Pérez, FF, Padin XA, Pazos Y, Gilcoto M, Cabanas M, Pardo PC, Doval D y Fariña-Bustos L (2010) Plankton response to weakening of the Iberian coastal upwelling. Global Change Biology 16(doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02125.x): 1258-1267.
118. Poulard JC, Blanchard F, Boucher J y Souissi S (2003) Variability of the demersal fish assemblages of the bay of Biscay during the 1990s. ICES Marine Science Symposia.
119. Poulard JC y Blanchard F (2005) The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 62(7): 1436-1443.
120. Quero JC, Du Buit MH y Vayne JJ (1998) Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'Atlantique européen. Oceanologica Acta 21(2): 345-351.
121. Guerra A, González AF y Rocha F (2002) Appaerance of the common paper nautilus, Argonauta argo related to the increase of the sea surface temperature in the north-eastern Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 82(5): 855-858.
122. Ramos MA (1985) Shell polymorphism in a southern peripheral population of *Cepaea nemoralis* in Spain. Biological Journal of the Linnean Society of London 25: 197-208.
123. Serrano J (1984) Estudio Faunístico de los Caraboidea del Alto Tajo (Coleoptera Adephaga). Graellsia. 39: 3-30.
124. Rühland K, Paterson AM y Smol JP (2008) Hemispheric-scale patterns of climate-related shifts in planktonic diatoms from North American and European lakes. Global Change Biology 14: 2740-2754.
125. Sanz JJ, Potti J, Moreno J, Merino S y Frías O (2003) Climate change and fitness components of a migratory bird breeding in the Mediterranean region. Global Change Biology 9: 461-472.
126. Sanz-Elorza M, Dana ED, Gonzalez A y Sobrino E (2003) Changes in the high-mountain vegetation of the central Iberian Peninsula as a probable sign of global warming. Annals of Botany 92: 273-280.
127. Schröter D, Cramer W, Leemans R, Prentice IC, Araújo MB, Arnell NW, Bondeau A, Bugmann H, Carter TR, Gracia CA, de la Vega-Leinert AC, Erhard M, Ewert F, Glendining M, House JI, Kankaanpää S, Klein RJT, Lavorel S, Lindner M, Metzger MJ, Meyer J, Mitchell TD, Reginster I, Rounsevell M, Sabaté S, Sitch S, Smith B, Smith J, Smith P, Sykes MT, Thonicke K, Thuiller W, Tuck G, Zaehle S, Zierl B (2005) Ecosystem Service Supply and Vulnerability to Global Change in Europe. Science 310 (5752), 1333-1337.
128. Sebastiá MT, Mola B, Arenas JM y Casals P (2004) Biomass responses of subalpine grasslands in the Pyrenees under warming conditions. Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. European Grassland Federation 9: 290-292.
129. Seoane J y Carrascal LM (2008) Interspecific differences in population trends of Spanish birds are related to habitat and climatic preferences. Global Ecology and Biogeography 17: 111-121.
130. Southward AJ, Hawkins SJ y Burrows MT (1995) Seventy years observations in distribution and abundance of zooplankton and intertidal organisms in the western English Channel in relation to rising sea temperature. Journal thermal Biology 20: 127-155.
131. Stefanescu C, Peñuelas J y Filella (2003) Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediteranean Basin. Global Change Biology 9: 1494-1506.
132. Tardif J, Camarero JJ, Ribas M y Gutiérrez E (2003) Spatiotemporal growth of trees in the Central Pyrenees: climatic and site influences. Ecological Monographs 73: 241-257.
133. Terrill SB, Berthold P (1990) Ecophysiological aspects of rapid population growth in a novel migratory blackcap (Sylvia atricapilla) population: an experimental approach. Oecologia, 85, 266-270.
134. Thuiller W, Lavorel S, Araújo MB, Sykes MT y Prentice C (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe PNAS 102: 8245-8250.
135. Thuiller W, Lavorel S, Sykes MT y Araújo MB (2006) Using niche-based modelling to assess the impact of clmate change on tree functional diversity in Europe. Diversity and Distributions 12: 49-60.
136. Varela M, Bode A, Gómez Figueiras F, Huete-Ortega M y Marañón E (2009) Variabilidade e tendencias interannuais no fitoplancton mariño das costas de Galicia. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago Compostela, Xunta de Galicia: 355-372.
137. Verlaque M, Alfonso-Carrillo J, Gil-Rodríguez MC, Durand C, Boudouresque CF y Le Parco Y (2003) Blitzkrieg in a marine invasion: Caulerpa racemosa var. Cylindracea (Bryopsidales, Chlorophyceae) reaches the Canary Islands (Spain, NE Atlantic). Biological Invasions 6 (3): 269-281.
138. Vicente-Serrano SM, Lasanta T y Gracia C (2010) Aridification determines changes in forest growth in Pinus halepensis forests under semiarid Mediterranean climate conditions. Agricultural and Forest Meteorology 150: 614-628.
139. Vila M, Garcés E y Masó M (2001) Potentially epiphytic dinoflagellate assemblages on macroalgae in the NW Mediterranean. Aquatic Microbial Ecology 26: 51-60.
140. Wilson RJ, Gutiérrez D, Gutiérrez J, Martínez D, Agudo R y Monserrat VJ (2005) Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. Ecology Letters 8: 1138-1146.
141. Wilson RJ, Gutierrez D, Gutierrez Illán J, Monserrat VJ(2007). An elevational shift in butterfly species richness and composition accompanying recent climate change. Global Change Biology 13, 1873-1887.
142. Zavala MA (2003) Dinámica y sucesión en bosques mediterráneos: modelos teóricos e implicaciones para la selvicultura. En: Rey Benayas JM, Espigares T y Nicolau JM (Eds.), Restauración de Ecosistemas Mediterráneos. Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares. Pgs. 43-63.
143. Zavala MA, Espelta JM y Retana J (2000) Constraints and trade-offs in Mediterranean plantcommunities: the case of mixed holm oak-Aleppo pine forests. Botanical Review 66: 119- 149.

144. AEMET (2009) Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 158 pp.
145. CASTRO M, MARTÍN-VIDE J y ALONSO S (2005) El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. En Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Informe del Ministerio de Medio Ambiente.
146. IPCC (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. S. Solomon et al., Eds. Cambridge University Press. Cambridge.
147. Marcos M, Gomis D, Monserrat S, Alvarez-Fanjul E, Pérez B y García-Lafuente J (2005) Consistency of long sea-level time seires in the northern coast of Spain. Journal of Geophysical Research 110, C03008.
148. Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (2005) Impactos en la Costa Española por Efectos del Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente.
149. Allison I, Alley RB, Fricker HA, Thomas RH, Warner RC (2009) Antartic Science, 21, 413.
150. Velicogna I (2009) Increasing rates of ice mass loss from the Greenland and Antarctic ice sheets revealed by GRACE Geophysical Research Letters, 36. L19503.
151. Rahmstorf S (2007) A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise Science 315, 368-370.
152. Vermeer M, Rahmstorf S (2009) Global sea level linked to global temperature. Proc. National Academy of Science of the USA, 106, 21527-21532.
153. Grinsted A, Moore JC, Jevrejeva S (2009) Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 ad . Climate Dynamics, 34, 461-472.
154.vChust G, Caballero A, Marcos M, Liria P, Hernández C, Borja A (2010) Regional scenarios of sea level rise and impacts on Basque (Bay of Biscay) coastal habitats, throughout the 21st century. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 87. 113-124.
155. Mendez FJ, Menéndez M, Luceño A, Losada IJ (2006) Estimation of long-term variability of extreme significant wave height using a non-stationary POT model. Journal of Geophysical Research, AGU, 111, C07024; doi:10-1029/2005JC003344.
156. Menendez M, Mendez FJ y Losada IJ (2007) Analyzing monthly extreme sea levels with a time-dependent GEV model. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 24 (5): 894-911.
157. Hoegh-Guldberg O y Bruno JF (2010) The impact of climate change on the world's marine ecosystems. Science 328, 1253.

3.4. Especies exóticas invasoras

1. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009) Cuarto informe nacional sobre diversidad biológica. 105 pp.
2. Kettunen M, Genovesi P, Gollasch S, Pagad S, Starfinger U, ten Brink P, Shine C (2008) Technical support to EU strategy on invasive species (IS)-assessment of the impacts of IS in Europe and the EU (Final module report for the European Commission). Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels (40pp. + Annexes., May 2008 (DG ENV contract))
3. Scalera R (2010) How much is Europe spending on invasive alien species? Biological Invasions 12:173-177.
4. Agencia Europea de Medio Ambiente (2007) Europe's environment. The fourth assessment. EEA, Copenhagen, Denmark, 452 pp.
5. Pyke CR, Thomas R, Porter RD, Hellmann J, Dukes JS, Lodge DM y Chavarria G (2008) Current Practices and Future Opportunities for Policy on Climate Change and Invasive Species. Conservation Biology (22) 3: 585-592.
6. Desprez-Loustau ML (2009) Alien fungi of Europe. En: DAISIE Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. 15-28
7. Díez J (2005) Invasion biology of Australian ectomycorrhizal fungi introduced with eucalypt plantations to the Iberian Peninsula. Biological Invasions 7:3-15.
8. Sanz-Elorza M, Dana ED y Sobrino E (2004) Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España (Península, Baleares y Canarias). Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente. 378 pp.
9. Dana ED, Sanz M, Vivas S y Sobrino E (2005) Especies Vegetales Invasoras en Andalucía. Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 232 pp.
10. Sanz Elorza M, González Bernardo F y Serreta Oliván A (2009) La flora alóctona de Aragón (España). Botanica Complutensis 33: 69-88. 2009.
11. Campos JA y Herrera M (2009) Diagnosis de la Flora alóctona invasora de la CAPV. Dirección de Biodiversidad y Participación Ambiental. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Gobierno Vasco. 296 pp. Bilbao
12. Banco de datos de biodiversidad de Cataluña 2010 [Ref. 15/05/2010] En línea: http://biodiver.bio.ub.es/biocat/homepage.html
13. Andreu J y Vilà M (2009) Gestió de les invasions vegetals en Catalunya. L'Atzavara 18:67-75.
14. Sanz-Elorza M, González Bernardo F y Gavilán Iglesias LP (2008). La flora alóctona de Castilla y León. Botanica Complutensis 32: 117-137.
15. Pérez I (1999) Plagas introducidas en España peninsular en la segunda mitad del siglo XX. Boletín de la SEA 25: 39-46.
16. Miranda MA, González A y Olmo D (2010) Especies introducidas. Agricultura: nematodos y artrópodos. En: Álvarez, C. (ed.). Seminari sobre espècies introduïdes i invasores a les Illes Balears.
17. Izquierdo I, Martín JL, Zurita N y Arechavaleta M (eds.) (2004) Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2004. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias. 500 pp.
18. Yela JL, Esteban-Durán JR, Jiménez A y Beitia F (1997) La dispersión en insectos (Arthropoda: Insecta): invasión por especies introducidas por la acción humana frente a ampliación del área de distribución. Boletín de la SEA 20: 301-309
19. Sánchez I (2003). Descubiertas dos nuevas plagas del eucalipto en España. Quercus, 214: 32-33.
20. Pujade-Villar J y Riba-Flinch JM (2004). Dos especies australianas de eulófidos, muy dañinas para *Eucalyptus* spp., introducidas en el nordeste ibérico (Hymenoptera: Eulophidae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 35: 299-301.
21. Montagud S (2004) *Paysandisia archon* (Burmeister, 1880) (Lepidoptera, Castniidae), nuevas localizaciones en la península Ibérica y su gestión Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 34: 237 - 246.
22. Alonso-Zarazaga MA y Goldarazena A (2005) Presencia en el País Vasco de Rhyephenes humeralis (Coleoptera, Curculionidae), plaga de Pinus radiata procedente de Chile. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 36: 143-146.
23. Bercedo P, Arnáiz L, Coello P y Baena M (2005) Ozognathus cornutus (Leconte, 1859), nuevo anóbido para la fauna ibérica (Coleoptera: Anobiidae) Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 37: 213 _ 214.
24. Bercedo P, Arnáiz L y Coello P (2007) Un nuevo anóbido para Europa continental: *Clada (Clada) latipennis* (Pic, 1943) (Coleoptera: Anobiidae: Eucradinae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 40: 533_535.
25. López S, Iturrondobeitia JC y Goldarazena A (2007) Primera cita de la península Ibérica de Gnathotrichus materiarius (Fitch, 1858) y *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera: Scolytinae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 40: 527_532.
26. Yus Ramos R, Fernández-Carrillo JL y Fernández-Carrillo E (2007) Sobre la presencia del gorgojo de las acacias, Pseudopachymerina spinipes (Erichson, 1833) en la península Ibérica (Coleoptera: Bruchidae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 40: 511_522.
27. Roiz D, Eritja R, Melero-Alcibar R, Molina R, Marquès E, Ruiz S, Escosa R, Aranda y Lucientes J (2007) Distribución de Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae) en España. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 40: 523_526.
28. Castro L (2007) Nuevos datos sobre la expansión de Sceliphron curvatum (Smith 1870) en la península Ibérica (Hymenoptera: Sphecidae). Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 40: 537-538.
29. Reyes-López J, Ordoñez Urbano C y Carpintero-Ortega S (2008) Relación actualizada de las hormigas alóctonas de Andalucía (Sur de España). Boletín de la Asociación Española de Entomología 32 (1-2): 81-94.
30. Vercher R (2010) Tuta absoluta (Meyrick, 1917), la nueva plaga invasora del tomate en España. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) (2010) Invasiones Biológicas: avances 2009. Pp. 219-225. Actas del 3er Congreso Nacional sobre Invasiones Biológicas "EEI 2009". GEIB, Serie Técnica N. 4. 320 pp.

31. Roques A, Rabitsch W, Rasplus JY, Lopez-Vaamonde C, Nentwig W y Kenis M (2009) Alien Terrestrial Invertebrates of Europe. En: DAISIE Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. 63-79.
32. García-Berthou E, Boix D y Clavero M (2007) Non-indigenous animal species naturalized in Iberian inland waters. En: F Gherardi (ed) Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Pp. 123-140. Invading nature Springer series in invasion ecology. Vol 2. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
33. Doadrio I, Lara F y Garilleti R (2007). La invasión de especies exóticas en los ríos. Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Mesa de trabajo.124 pp.
34. InvasIBER Especies exóticas invasoras de la península Ibérica. [Ref. 15/05/2009] En línea: http://invasiber.org
35. Pleguezuelos JM, Lizana M y Fernández-Cardenete JR (2003) Anfibios y reptiles introducidos en España: época, forma de las introducciones y origen de las especies. En: Capdevila-Argüelles L, Zilletti B y Pérez Hidalgo N (Coords.): Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras. Grupo Especies Invasoras Ed., G.E.I. Serie Técnica, 1, pp. 136-138.
36. Grupo de Aves Exóticas SEO/BirdLife (2010) Aves exóticas invasoras en España: propuesta inicial de lista para el catálogo nacional de EEI.
37. Genovesi P, Bacher S, Kobelt M, Pascal M y Scalera R (2009) Alien mammals of Europe. En: DAISIE Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. 119-128.
38. Palomo LJ y Gisbert J (2002) Atlas de los Mamíferos terrestres de España, DGCN-SECEM-SECEMU, Madrid. 586 pp.
39. Masseti M (2002) The non-flying terrestrial mammals of the Mediterranean islands: an example of the role of the biological invasion of alien species in the homogenisation of biodiversity, Workshop on Invasive Alien Species on European Islands and Evolutionary Isolated Ecosystems, Horta Açores, Council of Europe T-PVS/IAS (2002), 2: 2-6.
40. Bover P y Alcover JA (2008) Extinction of the autochthonous small mammals of Mallorca (Gymnesic Islands, Western Mediterranean) and its ecological consequences. Journal of Biogeography 35: 1112-1122.
41. Mayol J (2008) Islas y especies exóticas invasoras: el problema. En: Rodríguez Luengo J L Conclusiones del Grupo de trabajo IV: Islas y especies exóticas invasoras. Conferencia Europea de Especies Exóticas Invasoras, Madrid 15-16 de enero de 2008. 15 pp.
42. Nogales M, Rodríguez Luengo JL y Marrero P (2006) Ecological effects and distribution of invasive non-native mammals on the Canary Islands. Mammal Review 36:49-65.
43. Medina FM y Martín A (2009) Una nueva especie invasora en las islas Canarias. Presencia de una población asilvestrada de hurones (Mustela furo) en la Reserva Mundial de la Biosfera La Palma. En: Libro de resúmenes del 3er Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2009". GEIB, León. Pp. 77.
44. Galil BS, Gollasch S, Minchin D y Olenin S (2009) Alien Marine Biota of Europe. En: DAISIE Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht. Pp. 93-104.
45. Arronte JC, Cabal J, Anadón N, Rico JM y Valdés L (2007) Especies marinas no nativas en aguas costeras de España: catálogo preliminar. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed.) Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualizaciones de conocimientos. Pp 248-255. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica Nº 3, León. 280 pp.
46. El Haddad M, Assadi C, Tasso V, Villarroya I, Gallardo FJ, Capaccioni Azzati R, García Carrascosa M, Sáez J y Monforte F (2007) Catálogo preliminar de especies no indígena de la biota marina del puerto de Valencia (Mediterráneo Occidental) y su potencial invasivo. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed.) Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualizaciones de conocimientos: 202-224. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras "EEI 2006". GEIB, Serie Técnica Nº 3, León. 280 pp.
47. Palau i Gibert A, Vila-Martínez J y Cabezas Basurko O (2003) Programa integral de evaluación y control de introducción de especies en el puerto de Barcelona. En: Capdevila-Argüelles L, Zilletti B y Pérez Hidalgo N (Coords.): Contribuciones al conocimiento de las Especies Exóticas Invasoras. Grupo Especies Invasoras Ed., G.E.I. Serie Técnica, 1 León: 152-154.
48. Iglesias D, Rodríguez L, Montes J, Conchas RF, Pérez JL, Fernández M y Guerra A (2005) Estudio de viabilidad del cultivo de ostra rizada *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en diferentes rías gallegas. Primeros resultados biológico-productivos. Boletín del. Instituto. Español. Oceanográfico 21 (1-4). 2005: 293-309.
49. Amat F, Hontoria F, Ruiz O, Green AJ, Sánchez MI, Figuerola J y Hortas F (2005) The American brine shrimp as an exotic invasive species in the western Mediterranean. Biological Invasions 7: 37-47.
50. DAISIE (2010) Species Accounts of 100 of the Most Invasive Alien Species in Europe. En: DAISIE Handbook of alien species in Europe. Springer, Dordrecht: 269-374
51. Karl TR y Trenberth E (2003) Modern global climate change. Science, 302 (5651): 1719-1723.
52. Walther GR, Post E, Convey P, Menzel A, Parmesan C, Beebee TJC, Fromentin JM, Hoegh-Gudberg O y Bairlein F (2002) Ecological responses to recent climate change. Nature 416: 389-395.
53. Parmesan C y Yohe G (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature, 421: 37-42.
54. Hickling R, Roy DB, Hill JK, Fox R y Thomas CD (2006) The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. Global Change Biology 12: 450-455.
55. Menzel A, Sparks TH, Estrella N, Koch E, Aasa A, Ahas R, Alm-Kübler K, Bissoli P, Braslavska O, Briede A, Chmielewski FM, Crepinsek Z, Curnel Y, Dalh Å, Defila C, Donnelly A, Filella Y, Jatczak K, Måge F, Mestre A, Nordli O, Peñuelas J, Pirinen P, Remi_ová V, Scheifinger H, Striz M, Susnik A, VanVliet A, Wielgolaski FE, Zach S y Zust A (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. Global Change Biology 12: 1969-1976.
56. Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ, Collingham YC, Erasmus BFN, Ferreira de Siqueira M, Grainger A, Hannah L, Hughes L, Huntley B, Van Jaarsveld AS, Midgley GF, Miles L, Ortega-Huerta MA, Peterson AT, Phillips OL y Williams SE (2004) Extinction risk from climate change. Nature 427: 145-48.
57. Thuiller W, Lavorel S, Araújo MB, Sykes MT y Prentice IC (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102 (23): 8245-8250.
58. Araújo MB, Thuiller W y Pearson RG (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography, 33: 1677-1688.
59. Hellmann JJ, Byers JE, Bierwagen BG y Dukes JS (2008) Five Potential Consequences of Climate Change for Invasive Species. Conservation Biology 22 (3): 534-543.
60. Capdevila-Argüelles L y Zilletti B (2008) A perspective on climate change and invasive alien species. T-PVS/Inf (2008) 5 rev. Informe técnico para el Consejo de Europa.
61. Dukes JS y Mooney HA (1999) Does global change increase the success of biological invaders? Trends in Ecology and Evolution, 14 (4):135-139.
62. Mooney HA y Hobbs RJ (2000) Invasive species in a changing world. Island press, Washington D.C. Covelo California, USA. 457 pp.
63. Gritti ES, Smith B y Sykes MT (2006) Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. Journal of Biogeography 33: 145-157.
64. Thuiller W, Richardson D y Midgley GF (2007) Will climate change promote alien plant invasions? En: Biological Invasions. Nentwig W. (ed.): 197-211. Ecological studies, vol. 193. Springer, Berlin.
65. Walther GR, Roques A, Hulme PE, Sykes MT, Py_ek P, Kühn I, Zobel M, Bacher S, Botta-Dukát Z, Bugmann H, Czúcz B, Dauber J, Hickler T, Jaro_ík V, Kenis M, Klotz S, Minchin D, Moora M, Nentwig W, Ott J, Panov VE, Reineking B, Robinet C, Semenchenko V, Solarz W, Thuiller W, Vilà M, Vohland K y Settele J (2009) Alien species in a warmer world: risks and opportunities. Trends in Ecology & Evolution 24 (12): 686-693.
66. Hobbs RJ y Mooney HA (2005) Invasive Species in a Changing World: The interactions between global change and invasives. En: Invasive Alien Species: a new synthesis. Mooney HA, Mack R, McNeely J, Neville L, Schei P y Waage J (eds.) Pp. 310-331. Island Press, Washington D.C.
67. Greenslade P, Farrow RA y Smith JMB (1999) Long distance migration of insects to a subantarctic island. Journal of Biogeography 26: 1161-1167.
68. Hódar JA, Castro J y Zamora R (2002) Pine processionary caterpillar *Thaumetopoea pityocampa* as a new threat for relict Mediterranean Scots pine forests under climatic warming. Biological Conservation 10 (1): 123-129.
69. Williamson M (2006) Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. Biological Invasions 8: 1561-1568.

70. Zavaleta ES y Hulvey KB (2004) Realistic species loss disproportionately reduces grassland resistance to biological invaders. Science 306: 1175-1177.
71. Van Herk CM, Aptroot A y Van Dobben HF (2002).Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. Lichenologist, 34: 141-54. En: Parmesan C (2006) Ecological en evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics 37: 637-669.
72. Sturm M, Schimel J, Michaelson G, Welker JM, Oberbauer SF, Liston GE, Fahnestock J y Romanowsky VE (2005) Winter biological processes could help convert arctic tundra to shrubland. Bioscience, 55 (1): 17-26. En: Parmesan C (2006) Ecological en evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 37: 637-669.
73. Barrett SCH (2000) Microevolutionary influences of global changes on plant invasions. En: Invasive species in a changing world. Mooney HA y Hobbs RJ (eds.) (2000): 115-140. Island press, Washington D.C.-Covelo California, USA.
74. Parmesan C (2006) Ecological en evolutionary responses to recent climate change. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 37: 637-669.
75. Beerling DJ (1993) The Impact of Temperature on the Northern Distribution Limits of the Introduced Species Fallopia japonica and Impatiens glandulifera in North-West Europe. Journal of Biogeography 20 (1): 45-53.
76. Walther GR, Gritti ES, Berger S, Hickler T, Tang Z y Sykes MT (2007) Palms tracking climate change. Global Ecology and Biogeography 16: 801-809.
77. Van der Veken S, Hermy M, Vellend M, Knapen A y Verheyen K (2008) Garden plants get a head start on climate change. Frontiers in Ecology and the Environment 6: 212-216.
78. Dehnen-Schmutz K, Touza J, Perrings C y Williamson M (2007) The horticultural trade and ornamental plant invasions in Britain. Conservation Biology 21: 224-31.
79. Zavaleta ES y Royval JL (2002) Climate change and the susceptibility of U.S. ecosystems to biological invasions: two cases of expected range expansion. En: Schnieder SH y Root TL (eds.) (2002): 277-341. Wildlife responses to climate change. Island Press, Washington, D.C., USA.
80. Dukes JS (2000) Will the increasing atmospheric CO2 concentration affect the success of invasive species? En: Invasive species in a changing world. Mooney HA y Hobbs RJ (eds.) (2000): 95-113. Island press, Washington D.C.-Covelo California, USA.
81. Kriticos DJ, Sutherst RW, Brown JR, Adkins SW y Maywald GF (2003) Climate change and the potential distribution of an invasive alien plant: Acacia nilotica ssp. indica in Australia. Journal of Applied Ecology 40: 111-124.
82. Kao-Kniffin J y Balser TC (2007) Elevated CO2 differentially alters belowground plant and soil microbial community structure in reed canary grass-invaded experimental wetlands. Soil Biology and Biochemistry 39: 517-525.
83. Grigulis K, Lavorel S, Davies ID, Dossantos A, Lloret F y Vilà M (2005) Landscape-scale positive feedbacks between fire and expansion of the large tussock grass, *Ampelodesmos mauritanica* in Catalan shrublands. Global Change Biology 11: 1042-1053.
84. Alcamo J, Moreno JM, Nováky B, Bindi M, Corobov R, Devoy RJN, Giannakopoulos C, Martin E, Olesen JE y Shvidenko A (2007) Europe. En: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ y Hanson CE (eds.) (2007): 541-580. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
85. Brooks ML, D'Antonio CM, Richardson DM, Grace JB, Keeley JE, Di Tomaso JM, Hobbs RH, Pellant M y Pyke D (2004) Effects of Invasive Alien Plants on Fire Regimes. BioScience, 54 (7): 677-688.
86. Sukopp H y Wurzel A (2003) The Effects of Climate Change on the Vegetation of Central European Cities. Urban Habitats, 1 (1): 66-86.
87. Crosti R, Capdevila-Argüelles L y Zilletti B (2010) Ecosystem services and invasive bioenergy plants in the Mediterranean Basin; a preliminary outlook in Spain. En: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas (ed) (2010) Invasiones Biológicas: avances 2009: 285-287. Actas del 3er Congreso Nacional sobre Invasiones Biológicas "EEI 2009". GEIB, Serie Técnica N. 4. 320 pp.
88. Raghu S, Anderson RC, Daehler CC, Davis AS, Wiedenmann RN, Simberloff D y Mack RN (2006) Adding Biofuels to the Invasive Species Fire? Science 313: 1742.
89. Bale JS, Masters GJ, Hodkinson ID, Awmack C, Martijn Beezemer T, Brown V, Butterfield J, Buse A, Coulson JC, Farrar J, Good JG, Harrington R, Hartley S, Hefin Jones T, Lindroth RL, Press MC, Symrnioudis I, Watt A y Whittaker JB (2002) Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. Global Change Biology 8: 1-16.
90. Ward NL y Masters GJ (2007) Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. Global Change Biology 13: 1605-1615.
91. Simberloff D (1989) Which insect introductions succeed and which fail? En: Biological Invasions: A Global Perspective. Drake JA, Mooney HA, di Castri F, Groves RH, Kruger FJ, Rejmánek M y Williamson M (eds.) (1989): 61-75. John Wiley & Sons Ltd., New York.
92.vLockwood JL, Cassey P y Blackburn T (2005) The role of propagule pressure in explaining species invasions. Trends in Ecology and Evolution 20 (5): 223-228.
93. Harrington R, Fleming Richard A y Woiwod IP (2001) Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted? Agricultural and Forest Entomology 3: 233-240.
94. Simberloff D (2000) Global climate change and introduced species in United States forests. The Science of the Total Environment 262: 253-261.
95. Battisti A, Stastny M, Netherer S, Robinet C, Schopf A, Roques A y Larsson S (2005) Expansion of geographic range in the pine processionary moth caused by increased winter temperatures. Ecological Applications 15: 2084-2096.
96. Sparks TH, Dennis RLH, Croxton PJ y Cade M (2007) Increased migration of Lepidoptera linked to climate change. European Journal of Entomology 104: 139-143.
97. Coulson SJ, Hodkinson ID, Webb NR, Mikkola K, Harrison JA y Pedgley DE (2002) Aerial colonization of high Arctic islands by invertebrates: the diamondback moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) as a potential indicator species. Diversity and Distributions 8: 327-334.
98. Rahel FJ y Olden JD (2008) Assessing the Effects of Climate Change on Aquatic Invasive Species. Conservation Biology 22 (3): 521-533.
99.vLehtonen H (1996) Potential effects of global warming on northern European freshwater fish and fisheries. Fisheries Management and Ecology 3: 59-71.
100. Tryland M, Godfroid J y Arneberg P (eds.) (2009) Impact of climate change on infectious diseases of animals in the Norwegian Arctic. Norsk Polarinstitutt, Tromsø, Norway. 26 pp.
101. Corn PS (2005) Climate change and amphibians. Animal Biodiversity and Conservation (28) 1: 59-67.
102. Hassall C, Thompson DJ, French GC y Harvey IF (2007) Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. Global Change Biology 13:933-941.
103. Burgmer T, Hillebrand H y Pfenninger M (2007) Effects of climate driven temperature changes on the diversity of freshwater macroinvertebrates. Oecologia 151: 93-103.
104. Bernardo JM, Ilhéu M, Matono P y Costa AM (2003) Interannual variation of fish assemblage structure in a mediterranean river: Implications of stream flow on the dominance of native or exotic species. River research and application 19: 521-532.
105. Matthews WJ y Marsh-Matthews E (2003) Effects of drought on fish across axes of space, time and ecological complexity. Freshwater Biology 48: 1232-1253.
106. Correia AM y Ferreira O (1995) Burrowing behaviour of the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Portugal. Journal of Crustacean Biology, 15: 248-257.
107. Fausch KD, Taniguchi Y, Nakano S, Grossman GD y CR Townsend (2001) Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five Holarctic regions. Ecological Applications 11:1438-1455.
108. Stromberg JC, Lite SJ, Marler R, Paradzick C, Shafroth PB, Shorrock D, White JM y White MS (2007) Altered stream-flow regimes and invasive plant species: the Tamarix case. Global Ecology and Biogeography 16: 381-393.
109. Herborg LH, Jerde CL, Lodge DM, Ruiz GM y MacIsaac HJ (2007) Predicting invasion risk using measures of introduction effort and environmental niche models. Ecological Applications 17: 663-674.

110. ICES (International Council for theExploration of the Sea) (2007) Status of introductions of non-indigenous marine species to the North Atlantic and adjacent waters 1992-2002. ICES Cooperative Research Report No. 284. 149 pp.
111. Havel JE, Lee CE y Vander Zanden MJ (2005) Do reservoirs facilitate invasions into landscapes? BioScience 55: 518-525.
112. Stachowicz JJ, Terwin JR, Whitlatch RB y Osman RW (2002) Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99: 15497-15500.
113. Harvell CD, Mitchell CE, Ward JR, Altizer S, Dobson AP, Ostfeld RS y Samuel MD (2002) Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. Science 296: 2158-2162.
114. Occhipinti-Ambrogi A (2007) Global change and marine communities: Alien species and climate change. Marine Pollution Bulletin 55: 342-352.
115. Carlton JT (2001) Global change and biological invasions in the oceans. En: Invasive Species in a Changing World. Mooney HA y Hobbs RJ (eds.) (2000): 31-53. Island press, Washington D.C.-Covelo California, USA.
116. Harley CDG, Randall Hughes A, Hultgren KM, Miner BG, Sorte CJB, Thornber CS, Rodriguez LF, Tomanek L y Williams SL (2006) The impacts of climate change in coastal marine systems. Ecology Letters 9: 228-241.
117. Galil BS (2007) Loss or gain? Invasive aliens and biodiversity in the Mediterranean Sea. Marine Pollution Bulletin 55: 314-322.
118. Galil BS y A Zenetos (2002) A sea of change: exotics in the eastern Mediterranean sea. En: Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, Impacts and Management.Leppakoski E, Gollasch S, Olenin S (eds.) (2002): 325-336. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
119. Ruitton S, Javel F, Culioli J-M, Meinesz A, Pergent G y Verlaque M (2005) First assessment of the Caulerpa racemosa (Caulerpales, Chlorophyta) invasion along the French Mediterranean coast. Marine Pollution Bulletin 50: 1061-1068.
120. Bañón R, del Rio JL, Piñeiro C & Casas M (2002) Occurrence of tropical affinity fish in Galician waters, north-west Spain. Journal of the Marine Biological Association of the U.K., 82: 877-880.
121. Quéro JC, Du Buit MH y Vayne JJ (1998) Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'Atlantique européen. Oceanologica Acta 21(2): 345-351.
122. Pearson RG y Dawson TP (2003) Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? Global Ecology & Biogeography 12: 361-371.
123. Heikkinen RK, Luoto M, Araújo MB, Virkkala R, Thuiller W y Sykes MT (2006) Methods and uncertainties in bioclimatic envelope modelling under climate change. Progress in Physical Geography 30 (6): 1-27.

3.5. Presiones de los incendios forestales

1. Bond WJ y Keeley JE (2005) Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystems. Trends in Ecology & Evolution 20:387-394.
2. Moreno JM, Vázquez A y Vélez R (1998) Recent History of Forest Fires in Spain. En: JM Moreno (Ed.), Large Forest Fires. Backhuys Publishers, Leiden: 159-185.
3. Vélez R (2000) Perspectiva histórica de los incendios forestales en España. En Vélez (coord.) La Defensa contra Incendios Forestales: Fundamentos y experiencias. McGraw Hill, Madrid, España: 3.15-3.31.
4. Camia A, San-Miguel-Ayanz J, Oehler F, Santos de Oliveira S, Durrant T, Kucera J, Boca R, Whitmore C, Giovando C, Amatulli G, Libertà G, Schmuck G, Schulte E y Bucki M (2009) Forest Fires in Europe 2008. EUR 23971 EN - Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
5. Directiva 92/43/CEE. Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitat naturales y de la fauna y la flora silvestres. Unión Europea.
6. EEA (European Environmental Agency) (2010) Assessing biodiversity in Europe - the 2010 report. EEA Report No 5/2010: 58. http://www.eea.europa.eu/publications/assessing-biodiversity-in-europe-84
7. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB y Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853-858.
8. Moreno JM (2010) Climate Change, Wildland Fires and Biodiversity in Europe. Report for the Council of Europe: 59.
9. Pausas JG, y Verdu M (2005) Plant persistence traits in fire-prone ecosystems of the Mediterranean basin: a phylogenetic approach. Oikos 109:196-202.
10. Bond WJ y van Wilgen BW (1996) Fire and plants. Chapman & Hall, London, UK: 263.
11. Espelta JM, Verkaik I, Eugenio M y Lloret F (2008) Recurrent wildfires constrain long term reproduction ability in *Pinus halepensis* Mill. International Journal of Wildland Fire 17:579-585.
12. Clemente AS, Rego FC y Correia OA (2007) Seed bank dynamics of two obligate seeders, *Cistus monspeliensis* and *Rosmarinus officinalis*, in relation to time since fire. Plant Ecology 190:175-188.
13. Leach MK y Givnish TJ (1996) Ecological determinants of species loss in remnant prairies. Science 273:1555-1558.
14. Hailey A (2000) The effects of fire and mechanical habitat destruction on survival of the tortoise Testudo hermanni in northern Greece. Biological Conservation 92:321-333.
15. Jacquet K y Prodon R (2009) Measuring the postfire resilience of a bird-vegetation system: a 28-year study in a Mediterranean oak woodland. Oecologia 161:801-811.
16. Arnan X, Rodrigo A y Retana J (2006) Post-fire recovery of Mediterranean ground ant communities follows vegetation and dryness gradients. Journal of Biogeography 33:1246-1258.
17. Brotons L, Herrando S y Pons P (2008) Wildfires and the expansion of threatened farmland birds: the ortolan bunting Emberiza hortulana in Mediterranean landscapes. Journal of Applied Ecology 45:1059-1066.
18. González-Pérez JA, González-Vila FJ, Almendrosb G y Knicker H (2004) The effect of fire on soil organic matter-a review. Environment International 30: 855-870.
19. DeLuca TH y Sala A (2006) Frequent fire alters nitrogen transformations in ponderosa pine stands of the inland Northwest. Ecology 87 (10): 2511-2522.
20. Pausas JG, Llovet J, Rodrigo A y Vallejo R (2008) Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? - A review. International Journal of Wildland Fires 17(6):713-723.
21. MacDonald D, Crabtree JR, Wiesinger G, Dax T, Stamou N, Fleury P, Lazpita JG y Gibon A (2000) Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. Journal of Environmental Management 59:47-69.
22. Rounsevell MDA, Reginster I, Araujo MB, Carter TR, Dendoncker N, Ewert F, House JI, Kankaanp S, Leemans R, Metzger MJ, Schmit C, Smith P y Tuck G (2006) A coherent set of future land use change scenarios for Europe. Agriculture, Ecosystems & Environment 114:57-68.
23. Alcamo J, Moreno JM, Nováky B, Bindi M, Corobov R, Devoy RJN, Giannakopoulos C, Martin E, Olesen JE y Shvidenko A (2007) Europe. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: 541-580. En: Parry ML, OFC, Palutikof JP, van der Linden PJ y Hanson CE (eds). Europe. Climate Change 2007. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
24. CDDA (2009) Nationally designated areas (National -CDDA). EEA. Disponible en: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/nationally-designated-areas-national-cdda-4.
25. Ruíz de la Torre J (1998) Mapa Forestal de España. Escala 1:200.000 (MFE200). Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/banco_datos/info_disponible/mfe200.htm
26. EUROPARC-España (2007) Observatorio de los espacios naturales protegidos. Cartografía de espacios naturales protegidos de España. http://www.redeuroparc.org/descargas.jsp
27. Moreno JM, Zavala G, Martín M y Millán A (2010) Forest fire risk in Spain under future climate change. En: Settele J et al. (Eds.), Atlas of Biodiversity Risks - from Europe to the Globe, from Stories to Maps. Pensoft, Sofia & Moscow.
28. van Wagner CE (1987) Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index system. Canadian Forestry Service, Forestry Technical Report 35, Ottawa.
29. Nakicenovic N y Swart R (Eds). (2000) Emissions Scenarios. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, 570 pp.

30. AEMET (Agencia Estatal de Meteorología) (2008) Generación de Escenarios regionalizados de cambio climático para España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Madrid.
31. San-Miguel-Ayanz J, Camia A, Liberta G y Boca R (2009) Analysis of Forest Fire Damages in Natura 2000 Sites During the 2007 Fire Season. EUR 24086 ENJRC55172, European Commission, Luxembourg.
32. Price C y Rind D (1994) The impact of a 2x-CO2 climate on lightning-caused fires. J Climate 7:1484-1494.
33. Rambal S y Hof C (1998) Mediterranean ecosystems and fire: the threats of global change. En: Moreno JM (Ed.), Large Forest Fires. Backhuys Publishers, Leiden, NL: 187-214.
34. Moriondo M, Good P, Durao R, Bindi M, Giannakopoulos C y Corte-Real J (2006) Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. Climate Research 31:85-95.
35. Huntley B, Collingham YC, Green RE, Hilton GM, Rahbek C y Willis SG (2006) Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. Ibis 148:8-28.
36. Trigo RM, Pereira JMC, Pereira MG, Mota B, Calado TJ, Dacamara CC y Santo FE (2006) Atmospheric conditions associated with the exceptional fire season of 2003 in Portugal. International Journal of Climatology 26:1741-1757.
37. Lehner B, Doll P, Alcamo J, Henrichs T y Kaspar F (2006) Estimating the impact of global change on flood and drought risks in europe: A continental, integrated analysis. Climatic Change 75:273-299.
38. Battisti DS y RL Naylor (2009) Historical Warnings of Future Food Insecurity with Unprecedented Seasonal Heat. Science 323 (5911): 240-244.
39. Giannakopoulos C, Le Sager P, Bindi M, Moriondo M, Kostopoulou E y Goodess CM (2009) Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 degrees C global warming. Global and Planetary Change 68:209-224.
40. Badia-Perpinya A y Pallares-Barbera M (2006) Spatial distribution of ignitions in Mediterranean periurban and rural areas: the case of Catalonia. International Journal of Wildland Fire 15:187-196.

Capítulo 4. Estado y tendencias de los ecosistemas y las especies

4.1. La necesidad de evaluar el estado y las tendencias de la biodiversidad

1. sCDB (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 pp.
2. Comisión Europea (2009) Report from the Commission to the Council and the European Parliament. Composite Report on the Conservation Status of Habitat Types and Species as required under Article 17 of the Habitats Directive. COM (2009) 358 final.
3. AEMA (2010) El medio ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2010. Síntesis. 222 pp.
4. OECD (2010) Interim report of the green growth strategy: implementing our commitment for a sustainable future. Note by the Secretary General. Organisation for Economic Cooperation and Development, Paris.
5. Comisión Europea (2009) Article 17 Report - National Summary: Spain.

4.2. Los ecosistemas forestales

1. FAO (2009) State of the world's forests 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 152 pp.
2. IPCC (1997) Implicaciones de las propuestas de limitación de emisiones de CO2. Documento técnico 4. 51 pp.
3. MA (2005) Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington.
4. Rodá F, Olano JM, Cabello J, Fernández-Palacios JM, Gallardo A, Escudero A y Valladares F (2009) Grupo 9: Bosques. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 8 pp.
5. Schröter, D., W. Cramer, R. Leemans, I.C. Prentice, M.B. Araujo, N.W. Arnell, A. Bondeau, H. Bugmann, T.R. Carter, C.A. Gracia, A.C. de la Vega-Leinert, M. Erhard, F. Ewert, M. Glendining, J.I. House, S. Kankaanpää, R.J.T. Klein, S. Lavorel, M. Lindner, M.J. Metzger, J. Meyer, T.D. Mitchell, I. Reginster, M. Roundevell, S. Sabate, S. Sitch, B. Smith, J. Smith, P. Smith, M.T. Sykes, K. Thoniche, W. Thuiller, G. Tuck, and B. Zierl. 2005. Ecosystem vulnerability to global change in Europe. Science 310: 1333-1337.
6. Benito-Garzón M (2006) El efecto del cambio climático sobre las distribuciones de los bosques ibéricos: pasado, presente y futuro. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid.
7. Carrion JS (2002) A taphonomic study of modern pollen assemblages from dung and surface sediments in arid environments of Spain. Review of Palaeobotany and Palynology 120: 217-232.
8. Urbieta IR, Zavala MA y Marañón T (2008) Human and non-human determinants of forest composition in southern Spain: evidence of shifts towards cork oak dominance as a result of management over the past century. Journal of Biogeography 35:1688-1700.
9. Montoya D, Rodriguez MA, Zavala MA y Hawkins BA (2007) Contemporary richness of holarctic trees and the historical pattern of glacial retreat. Ecography 30: 173-182.
10. Svenning JC y Skov F (2007) Ice age legacies in the geographical distribution of tree species richness in Europe. Global Ecology and Biogeography 16: 234-245.
11. Purves DW, Zavala MA, Ogle K, Prieto F y Benayas JMR (2007) Environmental heterogeneity, bird-mediated directed dispersal, and oak woodland dynamics in Mediterranean Spain. Ecological Monographs 77: 77-97.
12. Etienne RS, ter Braak CJF y Vos CC (2004) Application of Stochastic Patch Occupancy Models to Real Metapopulations. En Ecology, Genetics and Evolution of Metapopulations. Ilkka H y Oscar EG (eds) Academic Press. 105-132.
13. Hanski I (1991) Single species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. Biological Journal of the Linnean Society 42: 17-38.
14. Levins R (1969) Some genetic and demographic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bulletin of the Entomological Society of America 15: 237-240.
15. Breiman L (2001) Random Forests. Machine Learning 45: 5-32.
16. Sánchez-Palomares O y Sánchez-Serrano F (2000) Mapa de Productividad Potencial Forestal de España. Cartografía Digital. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente, ICONA. Madrid.
17. IPCC, 2000. Resumen para responsables de políticas: Escenarios de Emisiones. Grupo Intergubernamental de Expertos contra el Cambio Climático. 20 pp.
18. IFN2 (1995) Segundo Inventario Forestal Nacional. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
19. IFN3 (2007) Tercer Inventario Forestal Nacional. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
20. García-Valdés R, Zavala MA, Araujo M y Purves D (2010). Chasing a moving target: projecting tree species response to climate change without assuming equilibrium (En preparación).
21. Ruiz de la Torre J (2001) Mapa forestal de España. Escala 1:200.000. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
22. Benito-Garzón M, Sanchez de Dios R y Sainz Ollero H (2008) Effects of climate change on the distribution of Iberian tree species. Applied Vegetation Science 11: 169-178.
23. Montoya D, Zavala MA, Rodriguez MA y Purves D.W. (2008) Animal versus wind dispersal and the robustness of tree species to deforestation. Science 320: 1502-1504.
24. Araujo MB y Rahbek C (2006) How does climate change affect biodiversity? Science 313: 1396-1397.
25. Ohlemuller R, Gritti ES, Sykes MT y Thomas CD (2006) Quantifying components of risk for European woody species under climate change. Global Change Biology 12: 1788-1799.
26. Stork NE (2010) Re-assessing current extinction rates. Biodiversity and Conservation 19: 357-371.
27. Rehfeldt GE, Tchebakova NM, Parfenova YI, Wykoff WR, Kuzmina NA, Milyutin LI (2002) Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris*. Global Change Biology 8: 912-929.
28. Garland T y Kelly SA (2006) Phenotypic plasticity and experimental evolution. Journal of Evolutionary Biology 209: 2344-2361.
29. Savolainen O, Pyhäjärvi T y Knürr T (2007) Gene flow and local adaptation in trees. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 38: 595-619.

30. Alía R, Moro-Serrano J y Notivol E (2001) Genetic variability of Scots pine *(Pinus sylvestris)* provenances in Spain: Growth traits and survival. Silva Fennica 35: 27-38.
31. Prus-Glowacki W, Stephan BR, Brujas E, Alía R y Marciniak A (2003) Genetic differentiation of autochthonous populations of *Pinus sylvestris* (Pinaceae) from the Iberian Peninsula. Plant Systematics and Evolution 239: 55-66.
32. Pyhäjärvi T, García-Gil R, Knürr T, Mikkonen M, Wachowiak W y Savolainen O (2007) Demographic history has influence nucleotide diversity in European Pinus sylvestris populations. Genetics 177: 1713-1724.
33. Soto A, Robledo-Arnuncio JJ, González-Martínez SC, Smouse PE y Alía R (2010) Climatic niche and neutral genetic diversity of the six Iberian pine species: a retrospective and prospective view. Molecular Ecology 19: 1369-1409.
34. Alía R, Gil L y Pardos JA (1995) Performance of 43 Pinus pinaster Ait. Provenances on 5 locations in central Spain. Silvae Genetica 44: 75-81.
35. Alía R, Moro J y Denis JB (1997) Performance of Pinus pinaster provenances in Spain: interpretation of the genotype by environment interaction. Canadian Journal of Forest Research 27: 1548-1559.
36. Alía Miranda R, Moro Serrano J y Denis JB (2001) Ensayos de procedencias de *Pinus pinaster* Ait. en el centro de España: resultados a la edad de 32 años. Investigacion Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 10: 333-354.
37. McPherson JM, Jetz W y Rogers DJ (2004) The effects of species range sizes on the accuracy of distribution models: ecological phenomenon or statistical artifact? Journal of Applied Ecology 41: 811-823.
38. Benito-Garzón M, Alía R, Robson TM y Zavala MA (2010). Intra-especific variability and plasticity influence potential tree species distributions under climate change. (Global Ecology & Biogegraphy (En revisión).
39. Begon M (1996) Ecology: individuals, populations and communities. 3rd edition. Blackwell Science.
40. Lambers H, Chapin FS y Pons TL (2008) Plant physiological ecology. Segunda edición. Springer. Nre York, USA.
41. Clark DA, Brown S, Kicklighter DW, Chambers JQ, Thomlinson JR y Ni J (2001) Measuring net primary production in forest: concepts and field methods. Ecological Applications 11: 356-370.
42. Powers RF (1999) On the sustainable productivity of planted forests. New forests 17: 263-306.
43. Melillo JM, McGuire AD, Kicklighter DW, Moore B, Vorosmarty CJ, Scholoss AL, (1993) Global climate change and terrestrial net primary production. Nature 363: 234-240.
44. Serrada R, Montero G, Reque JA (eds) (2008) Compendio de selvicultura aplicada en España. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Madrid. España.
45. Montero M (1997) Breve descripción del proceso repoblador en España (1940-1995). Legno Celulosa Carta: 35-42.
46. Sabaté S, Gracia CA y Sanchez A (2002) Likely effects of climate change on growth of Quercus ilex, Pinus halepensis, Pinus pinaster, Pinus sylvestris and Fagus sylvatica forests in the Mediterranean region. Forest Ecology and Management 162: 23-37.
47. Benito-Garzón M, Aragón CF, Ruiz-Benito P, Valdes RG y Zavala MA (2010). Drivers of aboveground net primary productivity in a Mediterranean region: a new model to forecast global warming effects. (En preparación).
48. PNACC (2008) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. 20 pp.
49. Paquette A, Messier C, 2010. The role of plantations in managing the world's forest in the Antropocene. Frontier Ecology & Environment 8: 27-34.
50. Fox TR (2000) Sustained productivity in intensively managed forest plantations. Forest Ecology and Management 138: 287-202.
51. Noble IR y Dirzo R. 1997. Forest as human-dominated ecosystems. Science 277: 522-525.
52. de Groot RS, Alkemade R, Braat L, Hein L y Willemen L (2009) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity, forthcoming.
53. Chen N, Li H y Wang L (2009) A GIS-based approach for mapping direct use value of ecosystem services at a contry scale: management implications. Ecological Economics 68: 2768-2776.
54. MARM (2006) Anuario de Estadística Forestal 2006.
55. Bravo F, del Peso C, Bravo-Oviedo A, Osorio LF, Gallardo J.F., Merino A y Montero G. (2007c) Impacto de la gestión forestal sobre el efecto sumidero de los ecosistemas forestales. En: El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Bravo F (coord.) Fundación Gas Natural. España. 113-141 pp.
56. Houghton RA (1994) The worldwide extent of land use change. Bioscience 44: 305-313.
57. Van Minnen JG, Goldewijk KK, Stehfesst E, Eickhout B, van Drecht G, y Leemans R (2009) The importance of three centuries of land-use change for the global and regional terrestrial carbon cycle. Climatic Change 97: 123-144
58. IPCC (2007) Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
59. Rodríguez-Murillo JC (1997) Temporal variations in the carbon budget of forest ecosystems in Spain. Ecological Applications 7: 461-469.
60. IGBP (1998) The terrestrial carbon cycle: implications for the Kioto protocol. IGBP Terrestrial Carbon Working Group. Science 280: 1393-1394.
61. Cruickshank MM, Tomlinson R y Trew S (2000) Application of CORINE land-cover mapping to estimate carbon stored in the vegetation of Ireland. Journal of Environmental Management 58:269-287.
62. Montero G, Ruiz-Peinado R y Muñoz M (2005) Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles. Monografías INIA - Serie Forestal 13: 270 pp.
63. Bravo F, (2007d) Cuantificación de la fijación de CO2 en la biomasa arbórea de los sistemas forestales españoles. En: El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Bravo F (coord.) Fundación Gas Natural. España. 143-196 pp.
64. Ojima DS, Galvin A, Turner II, BL (1994) The global impact of land-use change. Bioscience 44: 300-304.
65. Bravo F, Delgado JA, Gallardo JF, Bravo-Oviedo A, Ruiz-Peinado R, Merino A, Montero G, Cámara A, Navarro R, Ordóñez C y Canga E (2007) Métodos para cuantificar la fijación de CO2 en los sistemas Forestales. En: El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Bravo F (coord.) Fundación Gas Natural. España. 65 - 112 pp.
66. Keith H, Mackey BG y Lindenmayer DB (2009) Re-evaluation of forest biomass carbon stocks and lessons from the world's most carbon-dense forests. PNAS 106: 11635-11640.
67. Bravo F, Fernández Nieto MJ, Bogino S, Segur M, Bravo-Oviedo A y Ordóñez C (2007) Bosques y gestión forestal, ¿una solución al cambio climático? En: El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Bravo F (coord.) Fundación Gas Natural. España. 1- 41 pp.
68. Castro EB, Casado MA, Costa M, Escribano R, García M, Génova M, Manzaneque AG, Moreno JC, Morla C, Regato P y Sáinz H (2005) Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica: Barcelona, España, Editorial Planeta, 597 pp.
69. Bauer E (1980) Los montes de España en la historia. Misniterio de Agricultura. Madrid.
70. Ortuño F (1990) El Plan para la repoblación forestal de España del año 1939: análisis y comentarios. Ecología Fuera de serie 1: 373-392.
71. MARM (2007) Anuario de Estadística Forestal 2008.
72. Vallejo R, Cortina J, Vilagrosa A, Seva JP y Alloza JA (2003) Problemas y perspectivas de la utilización de leñosas autóctonas en la restauración forestal. En: Restauración de ecosistémas mediterráneos. Rey Benayas JM, Espigares T, Nicolau y JM (eds). Colección Aula Abierta de la Universidad de Alcalá, Vol. 20: 11-42.
73. Ruiz-Benito P, Álvarez-Uría P y Zavala MA (2009) 9540 Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 112 pp.
74. Regato P y del Rio M (2009) 9530 Pinares (sub-) mediterráneos de Pinus nigra endémicos. En: VV.AA. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Misniterio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 96 p.
75. Gomez-Aparicio L, Zavala MA, Bonet FJ y Zamora R (2009) Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. Ecological Applications 19: 2124-2141.

76. Alía R, Alba N, Agundez D y Iglesias S (2005) Manual para la comercialización y producción de semillas y plantas forestales. Materiales de base y de reproducción. Serie Forestal. DGB. Madrid. 384pp.
77. Alía R, García del Barrio JM, Iglesias S, Mancha JA, de Miguel J, Nicolás JL, Pérez-Martín F y Sánchez de Ron D (2009) Regiones de procedencia de especies forestales en España. Madrid. 363 pp.
78. Ceballos, L., 1966, Mapa Forestal de España escala 1:400000, Madrid, Ministerio de Agricultura.
79.http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/banco_datos/info_disponible/mfe50.htm
80. Barbero M, Loisel R, Quézel P, Richardson DM y Romane F (1998) Pines of the Mediterranean Basin: In: Ecology and Biogeography of Pinus, p. 153-170.
81. Ruiz-Benito P, Gómez-Aparicio L. y Zavala MA (2010). Natural vs. planted Mediterranean pine forests: How different are their environmental characteristics, natural regeneration and diversity? (En preparación).
82. MARM (2008) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. 20 pp.

4.3. Los ecosistemas agrarios

1. FAO (2010) Intensificación sostenible de la producción agrícola mediante un enfoque ecosistémico y un entorno favorable: mejora de la eficiencia a través de la gestión y servicios ecosistémicos. COAG/2010/3. 12 pp.
2. MARM (2007) Informe nacional sobre el estado de la cuestión de la biodiversidad en el medio agrario. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Informe inédito, http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversidad/desarrollo_rural_paisaje/naturaleza_rural/estado_bio_agrario.htm.
3. Oñate Rubalcaba JJ, Suárez Cardona F, Peco Vázquez B, Llusia Genique D, Castañeda M, Bardají Azcárate I, Atance Muñiz I, Apesteguía. A (2003) Programa piloto de acciones de conservación de la biodiversidad en sistemas ambientales con usos agrarios en el marco del desarrollo rural. Convenio de colaboración entre la Dirección General para la Biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente) y el Departamento Interuniversitario de Ecología (Universidad Autónoma de Madrid). Informe inédito.
4. AEMA (2010) El medio ambiente en Europa. Estado y perspectivas 2010 - Síntesis. Agencia Europea de Medio Ambiente, Copenhague. 222 pp.
5. MARM 2010. Identificación y caracterización de los sistemas agrarios y forestales de alto valor natural en España. Proyecto en ejecución, en colaboración con CSIC (IREC).

4.4. Los ecosistemas de montaña

1. Kapos V, Rhind J, Edwards M, Ravilious C y Price M (2000) 'Developing a Map of the World's Mountain Forests', in Price, M. F. and Butt, N. (eds.), Forests in a Sustainable Mountain Environment, CAB International, Wallingford.
2. Meybeck M, Green P, y Vörösmarty C (2001) A New Typology forMountains and other Relief Classes: An Application to Global Continental Water Resources and Population Distribution, Mount. Res. Dev. 21: 34-45.
3. Messerli B e Ives JD (eds.) (1997) Mountains of the world: a global priority. The Parthenon Publishing Group.
4. Díaz HF, Grosejan M y Graumlich L (2003) Climate variability and change in high elevation regions: past, present and future. Climatic Change 59: 1-4.
5. AEMA (2010) Europe's ecological backbone: recognising the ture value of our mountains. EEA Report Nº 6/2010. Copenhagen.
6. Whiteman D (2000) Mountain Meteorology, Oxford University Press, 355 pp.
7. Spehn EM y Körner C (2005) A global assessment of mountain biodiversity and its function. En Huber UM et al. (eds.) Global Change and Mountain Regions, 393-400.
8. Körner C (1999) Alpine plant life. Springer, Berlin.
9. Körner C y Larcher W (1988) Plant Life in Cold Climates, en Long SF y Woodward FI (eds.), Plants and Temperature, The Company of Biol Ltd, Cambridge: 25-57.
10. McArthur RH (1972) Geographical Ecology, Harper and Row, New York.
11. Peters RL y Darling JDS (1985) 'The Greenhouse Effect and Nature Reserves: Global WarmingWould Diminish Biological Diversity by Causing Extinctions among Reserve Species', Bioscience 35: 707-717.
12. Hansen-Bristow KJ, Ives JD, y Wilson JP (1988) Climatic Variability and Tree Response within the Forest-Alpine Tundra Ecotone, Annals of the Association of American Geographers 78: 505-519.
13. Bortenschlager S (1993) 'Das höchst gelegene Moor der Ostalpen Moor am Rofenberg 2760 m., Festschrift Zoller, Diss. Bot. 196: 329-334.
14. Dukes JS y Mooney HA (1999) Does Global Change Increase the Success of Biological Invaders?, Trends in Ecology and Evolution 14: 135-139.
15. Nogués-Bravo D, Araújo MB, Errea MP y Martínez-Rica JP (2007) Exposure of global mountain Systems to climate warming Turing the 21st Century. Globla Environmental Change 17: 420-428.
16. Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof JP (2008) Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, IPCC Secretariat.
17. IPCC (2007) Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
18. Körner C (2005) The green cover of mountains in a changing environment. In: Huber UM, Bugmann H, Reasoner M eds. Global change and mountain regions. An overview of current knowledge. Berlin, Springer.
19. Körner C, Diemer M, Schäppi B, Niklaus P y Arnone J (1997) The responses of alpine grassland to four seasons of CO2 enrichment: a synthesis. Acta Oecologica, 18: 165-175.
20. Spehn EM y Rudmann-Maurer K (2010) Impacts of climate change on mountain biodiversity in Europe. T-PVS/Inf (2010) 8.
21. AEMA (2002) Europe's biodiversity - biogeographical regions and seas. Biogeographical regions in Europe: The Alpine region - mountains of Europe. EEA, Copenhagen.
22. AEMA (2009) Regional climate change and adaptation. The Alps facing the challenge of changing water resources. EEA Report no. 8/2009. EEA, Copenhagen.
23. Fernández-Arroyo R y Lago A (2008) Programa de promoción, apoyo y sensibilización para la conservación de las montañas. Asociación RedMontañas.

4.5. Los ecosistemas acuáticos continentales

1. Ceballos Moreno M (2001) La problemática jurídico-administrativa de las zonas húmedas. Humedales Mediterráneos (SEHUMED) 1: 155-162.
2. IGME (1989) Acuífero nº 23: Mancha Occidental. Ministerio de Industria y Energía. Madrid.
3. Nieto M (1969) Los pigmentos como indicadores ecológicos en las aguas corrientes del Centro de España. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
4. Alvarez Cobelas M, Rubio A y Muñoz P (1992) Eutrophication in Spanish freshwater ecosystems. Limnetica 8: 263-265.
5. Sánchez Carrillo S y Alvarez Cobelas M (1999) La contaminación de las aguas por actividades agrícolas: sedimentos y compuestos químicos. Riegos y Drenajes XXI 99: 35-39.
6. Brinson MM y Malvarez AI (2002) Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. Environmental Conservation 29: 115-133.
7. Caballero y Villaldea S (1927) Apuntes para un estudio sobre naturaleza y autodepuración bioquímica natural de las aguas residuales de Guadalajara. Instituto Provincial de Higiene. Guadalajara.
8. Margalef R (1955) Los organismos indicadores en la limnología. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
9. Avendaño C y Cobo R (1997) Metodología para estimar la erosión de cuencas fluviales a partir de la batimetría de embalses. In El paisaje mediterráneo a través del espacio y del tiempo: Implicaciones en la desertificación (JJ Ibáñez et al., eds), 239-258. Geoforma ediciones. Logroño.
10. OCDE (1982) Eutrophisation des Eaux. Méthodes de Surveillance, d'Evaluation et de Lutte. Paris.
11. Picó Y (1994) Monitoring of the pesticide levels in natural waters of the Valencia community (Spain). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 53: 230-237.
12. Fernández M, Cuesta S, Jiménez O, García MA, Hernández LM,

Marina ML y González MJ (2000) Organochlorine and heavy metal residues in the water/sediment system of the Southeast Regional Park in Madrid, Spain. Chemosphere 41: 801-812.
13. Alvarez Cobelas M, Sanchez Carrillo S, Cirujano S y Angeler DG (2010a) A story of the wetland water quality deterioration: salinization, pollution and eutrophication. In Las Tablas de Daimiel: a long-term research of a threatened semiarid wetland (S Sánchez-Carrillo y DG Angeler, eds): 109-133. Springer Verlag. Berlin.
14. Romero de Pablos A y Sánchez Ron JM (2001) Energía nuclear en España: de la JEN al CIEMAT. CIEMAT, Ministerio de Ciencia y Tecnología. Madrid.
15. Montes C (1998) Estudio limnológico del embalse de Bárcena. I Simposio sobre la calidad de las aguas del Bierzo, Libro Blanco, 183-191. Ponferrada.
16. Lovejoy TE y Hannah L (eds.) (2005) Climate change and biodiversity. Yale University Press. London.
17. Alvarez Cobelas M, Angeler DG, Sánchez Carrillo S y Almendros G (2010) A worldwide view of organic carbon export from catchments, with considerations on the stoichiometry of export. Biogeochemistry (en prensa).
18. Cole JJ et al. (2007) Plumbing the Global Carbon Cycle: integrating inland waters into the terrestrial carbon budget. Ecosystems 10: 172-185.
19. Acuña V y Tockner K (2010) The effects of alterations in temperature and flow regime on organic carbon dynamics in Mediterranean river networks. Global Change Biology, doi: 10.1111/j.1365-2486.2010.02170.x.
20. Benítez M, Alvarez Cobelas M y Angeler DG (2009) Effects of climatic change on stream water quality in Spain. Climatic Change, doi: 10.1007/s10584-009-9978-9.
21. Marcé R, Rodríguez-Arias MA, García JC y Armengol J (2010) El Niño Southern Oscillation and climate trends impact reservoir quality. Global Change Biology, doi:10.1111/j.1365-2486.2010.02163.x.
22. Derry AM, Herbert PDN y Prepas EE (2003) Evolution of rotifers in saline and subsaline lakes: A molecular phylogenetic approach. Limnology and Oceanography 48: 675-685.
23. Campillo S, García-Roger EM, Carmona MJ, Gómez A y Serra M (2009) Selection on life-history traits and genetic population divergence in rotifers. Journal of Evolutionary Biology 22:2542-2553.
24. Alonso M (1996) Crustacea, Branchiopoda. Fauna Ibérica, 17. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid.
25. van Doorslaer W, Stoks R, Jeppesen E y de Meester L (2007) Adaptive microevolutionary responses to simulated global warming in *Simocephalus vetulus*: a mesocosm study. Global Change Biology 13: 878-886.
26. van Doorslaer W, Vanoverbeke J, Duvivier C, Rousseaux S, Jansen M, Jansen B, Feuchtmayr H, Atkinson D, Moss B, Stoks R y de Meester L (2009) Local adaptation to higher temperatures reduces immigration success of genotypes from a warmer region in the water flea Daphnia. Global Change Biology 15: 3046-3055.
27. van Doorslaer W, Stoks R, Duvivier C, Bernardska A y de Meester L (2009) Population dynamics determine genetic adaptation to temperature in Daphnia. Evolution, doi: 10.1111/j.1558-5646.2009.00679.x.
28. García-Valiente A, Beall E y García-Vázquez E (2010) Population genetics of south European Atlantic salmon under global change. Global Change Biology 16: 36-47.
29. Ricciardi F, Bonnineau C Faggiano L, Geiszinger A, Guasch H, Lopez-Doval J, Muñoz J, Proia L, Ricart M, Romaní A y Sabater S (2009). Is chemical contamination linked to the diversity of biological communities in rivers? Trends in Analytical Chemistry 28: 592-602.
30. Alba-Tercedor J et al. (2002) Caracterización del estado ecológico de los ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP'). Limnetica 21: 175-185.
31. Caramujo MJ y Boavida MJ (2000) The crustacean communities of river Tagus reservoirs. Zooplankton structure as reservoir trophic state indicator. Limnetica 18: 37-56.
32. de Hoyos C, Negro AI y Aldasoro JJ (2004) Cyanobacteria distribution and abundance in the Spanish water reservoirs during thermal stratification. Limnetica 23: 119-132.
33. Prat N y Rieradevall M (2006) 25-years of biomonitoring in two mediterranean streams (Llobregat and Besòs basins, NE Spain). Limnetica 25: 541-550.
34. Prat N (1980) Bentos de los embalses españoles. Oecologia Aquatica 4: 3-43.
35. Soriano O (1995) Los Quironómidos (Diptera, Chironomidae) de Madrid. Efecto de la regulación ejercida por el embalse del Vado (Guadalajara, España) sobre una comunidad de Quironómidos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
36. Doadrio I (ed) (2001) Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Ministerio de Medio Ambiente y CSIC. Madrid.
37. Sánchez Carrillo S y Angeler DA (eds) (2010) Las Tablas de Daimiel: a long-term research of a threatened semiarid wetland. Springer Verlag. Berlin.
38. Alvarez Cobelas M, Cirujano S y Sánchez Carrillo S (2001) Hydrological and botanical man-made changes in the Spanish wetland of Las Tablas de Daimiel. Biological Conservation 97: 89-97.
39. Prat N, Toja J, Solà C, Burgos MD, Plans M y Rieradevall M (1999) Effect of dumping and cleaning activities on the aquatic ecosystems of the Guadiamar River following a toxic flood. Science of the Total Environment 242: 231-248.
40. González Guerrero P (1950) Algas del río Tinto. Anales del Jardín Botánico de Madrid 9: 111-128.
41. Urrea-Clos G y Sabater S (2009) Comparative study of algal communities in acid and alkaline waters from Tinto, Odiel and Piedras river basins (SW Spain). Limnetica 28: 261-272.
42. Alvarez Cobelas M, Catalan J y García de Jalón D (2005) Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. In Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático (JM Moreno, ed): 113-146. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. Madrid.
43. Agencia Catalana del Agua (2009) Aigua i canvi climàtic. Diagnosi dels impactes previstos a Catalunya. Impactes sobre ecosistemes. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
44. Aboal M, Marín Murcia JP y Nieva A (2006) *Tetrasporidium javanicum* Möbius (Tetrasporales, Chlorophyta) ¿especie invasora? ALGAS (Boletín de la Sociedad Española de Ficología) 37: 4.
45. Marín Murcia JP y Aboal M (2007) Estudio de las comunidades vegetales de los canales de Montijo y Lobón y de las condiciones que favorecen su desarrollo. Confederación Hidrográfica del Guadiana. Ministerio de Medio Ambiente.
46. Aboal M, Puig MA, Sánchez-Godínez A y Soler G (1994) Algal standing-crop in some Mediterranean temporary rivers in southeastern Spain. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Limnologie 25: 1746-1750.
47. López-Rodríguez MC y Penalta-Rodríguez M (2007) Freshwater algae in Galician Central Macizo rivers (NW Spain) with new records for the Iberian Peninsula. Algological Studies 125: 57-77.
48. Calado AJ y Rino JA (1992) Observations and taxonomic considerations on a *Tetrasporidium* (Chlorophyta, Tetrasprales) found in Portugal. Cryptogamie, Algologie 13: 157-167.
49. Alvarez Cobelas M, Velasco JL, Valladolid M, Baltanás A y Rojo C (2005) Daily patterns of mixing and nutrient concentrations during early autumn circulation in a small sheltered lake. Freshwater Biology 50: 813-829.
50. Gaedke U, Ruhenstroth-Bauer M, Wiegand I, Tirok K, Aberle N, Breithaupt P, Lengfellner K, Wohlers J y Sommer U (2010) Biotic interactions may overrule direct climate effects on spring phytoplankton dynamics. Global Change Biology 16: 1122-1136.
51. Rühland K, Paterson AM y Smol JP (2008) Hemispheric-scale patterns of climate-related shifts in planktonic diatoms from North American and European lakes. Global Change Biology 14: 2740-2754.
52. Catalan J, Pla S, García J y Camarero Ll (2009) Climate and CO2 saturation in an alpine lake throughout the Holocene. Limnology and Oceanography 54: 2542-2552.
53. Carrillo P, Delgado-Molina JA, Medina-Sánchez JM, Bullejos FJ y Villar-Argaiz M (2008) Phosphorus inputs unmask negative effects of ultraviolet radiation on algae in a mountain lake. Global Change Biology 14: 423-439.
54. Berger SA, Diehl S, Stibor H, Trommer G y Ruhenstroth M (2010) Water temperature and stratification depth independently shift cardinal events during plankton spring succession. Global Change Biology, doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02134.x.
55. Mouthon J y Daufresne M (2006) Effects of the 2003 heatwave and climatic warming on mollusc communities of the Saône: a large lowland river and of its two main tributaries (France). Global Change Biology 12: 441-449.
56. Hastie LC, Cosgrove PJ, Ellis N y Gaywood MJ (2003) The threat of climate change to freshwater pearl mussel populations. Ambio 32: 40-46.

57. Ferreira V, Gonçalves AL, Godbold DL y Canhoto C (2010) Effect of increased atmospheric CO2 on the performance of an aquatic detritivore through changes in water temperature and litter quality. Global Change Biology, doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02153.x.
58. Hassall C, Thompson DJ, French GC y Harvey IF (2007) Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. Global Change Biology 13: 933-941.
59. Hickling R, Roy DB, Hill JK y Thomas CD (2005) A northward shift of range margins in British Odonata. Global Change Biology 11: 502-506.
60. Cid N, Ibáñez C y Prat N (2008) Life history and production of the burrowing mayfly Ephoron virgo (Olivier, 1791) (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) in the lower Ebro river: a comparison after 18 years. Aquatic Insects 30: 163-178.
61. Tixier G, Wilson KP y Williams DD (2009) Exploration of the influence of global warming on the chironomid community in a manipulated shallow groundwater system. Hydrobiologia 624: 13-27.
62. Alvarez Cobelas M (2006) Groundwater-mediated limnology in Spain. Limnetica 25: 107-122.
63. Buisson L, Thuiller W, Lek S, Lim P y Grenouillet G (2008) Climate change hastens the turnover of stream fish assemblages. Global Change Biology 14: 2232-2248.
64. Daufresne M y Boët P (2007) Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. Global Change Biology 13: 2467-2478.
65. Araújo MB, Thuiller W y Pearson RG (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. Journal of Biogeography 33: 1712-1728.
66. Alvarez Cobelas M (2010) Fish and avian communities: a testimony of wetland degradation. In Las Tablas de Daimiel: a long-term research of a threatened semiarid wetland (S Sánchez-Carrillo y DG Angeler, eds), 197-212. Springer Verlag. Berlin.
67. Martínez Carneiro XL (ed) (1997) Antela: a memoria asolagada. Edicións Xerais. Vigo.
68. Alvarez Cobelas M, Cirujano S, Montero E y Moreno M (2009) El origen del Guadiana, desvelado tras 2.000 años de discusiones. Consorcio del Plan Especial del Alto Guadiana. Alcázar de San Juan (Ciudad Real).
69. de Castro M, Martín Vide J y Alonso S (2005) El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. In Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático (JM Moreno, ed), 1-64. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha. Madrid.
70. Marín Magaz JC (2007) El hombre y el agua de las Lagunas de Ruidera. Usos históricos, siglos XVI a mediados del XX. Ediciones Soubriet. Tomelloso.
71. Durán Valsero JJ, García de Domingo A y Linares L (2010) A disappearing wetland of Karst origin: the Laguna de la Alberca (Ronda, Málaga). In Advances in Research in Karst Media (B Andreo, F Carrasco, JJ Durán Valsero y JW Lamoreaux, eds): 359-364. Springer Verlag. Berlin.
72. Margalef R (1993) Teoría de los sistemas ecológicos. Publicaciones de la Universidad de Barcelona. Barcelona.
73. Archilbold OW (1995) Ecology of World Vegetation. Chapman & Hall. London.
74. Finlayson CM, Davidson NC, Spiers AG y Stevenson NJ (1999) Global wetland inventory - current status and future priorities. Marine Freshwater Research, 50: 717-727.
75. Camacho A (2010) La gestión de los humedales en la política de aguas en España. Panel científico-técnico de seguimiento de la política de aguas. Fundación Nueva Cultura del Agua. 37 pp.
76. SEO/Birdlife (2010) La Directiva Marco del Agua y la conservación de los humedales y los espacios de la Red Natura 2000 que dependen del agua. 60 pp.

4.6. Los ecosistemas marinos

1. Wilson EO (1992) The diversity of life. Londres, The Penguin Press.
2. Costanza R, D'Arge R, Groot Rd, Farber S, Grasso MH, Limburg BK, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P y Belt Mvd (1997) The value of world's ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253-260.
3. Halpern BS, Walbridge S, Selkoe KA, CV Kappel CV, Micheli F, D'Agrosa C, Bruno JF, Casey KS, Ebert C, Fox HE, Fujita R, Heinemann D, Lenihan HS, Madin EMP, Perry MT, Selig ER, Spalding M, Steneck R y Watson R (2008) A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. Science 319: 948-952.
4. Butchart SHM, Walpole M, Collen B, van Strien A, Scharlemann JPW, Almond REA, Baillie JEM, Bomhard B, Brown C, Bruno J, Carpenter KE, Carr GM, Chanson J, Chenery AM, Csirke J, Davidson NC, Dentener F, Foster M, Galli A, Galloway JN, Genovesi P, Gregory RD, Hockings M, Kapos V, Lamarque JF, Leverington F, Loh J, McGeoch MA, McRae L, Minasyan A, Hernández Morcillo M, Oldfield TEE, Pauly D, Quader S, Revenga C, Sauer JR, Skolnik B, Spear D, Stanwell-Smith D, SN Stuart SN, Symes A, Tierney M, Tyrrell TD, Vié JC y Watson R (2009) Tracking Progress Toward the 2010 Biodiversity Target and Beyond. Science 325: 1053-1054.
5. Chapin III FS, Carpenter SR, Kofinas GP, Folke C, Abel N, Clark WC, Olsson P, Smith DMS, Walker B, Young OR, Berkes F, Biggs R, Grove JM, Naylor RL, Pinkerton E, Steffen W y Swanson FJ (2010) Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. Trends in Ecology and Evolution 25(4 http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2009.10.008): 241-249.
6. Ekman S (1953) Zoogeography of the Sea. Londres.
7. Biggs JC (1974) Marine Zoogeography. Nueva York.
8. Spalding MD, Fox HE, Allen GR, Davidson N, Ferdana ZA, Finlayson M, Halpern BS, Jorge MA, A Lombana A, Lourie SA, Martin KD, McManus E, Molnar J, Recchia CA y Robertson J (2007) Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. BioScience 57 (7): 573-585.
9. Sherman K, Alexander LM y Gold BD (1992) Large Marine Ecosystems: Patterns, Processes, and Yields.
10. Longhurst A (1998) Ecological geography of the sea. Academic Press, San Diego.
11. Vargas-Yañez M, García MC, Moya F, Tel E, Parrilla G, Plaza F y Lavín A (2007) Cambio climático en el Maditerráneo español. Madrid, Inst. Español de Oceanografía.
12. Canals M, Puig P, Durrieu de Madron X, Heussner S, Palanques A y Fabres (2006) Flushing submarine canyons. Nature 444: 354-357.
13. Sauvageau C (1897) Note préliminaire sur les algues marines du Golfe de Gascogne. Journal de Botanie 11: 166-307.
14. Miranda F (1931) Sobre las algas y Cianofíceas del Cantábrico, especialmente de Gijón. Trabajos Museo Nacional Ciencias Naturales, Serie Botánica 25: 1-106
15. Fischer-Piette E (1957) Sur le déplacement des frontiers biogéographiques observées au large des côtes iberiques dans le domaine intercotidale. Publicaciones Instituto Biología Aplicada XXVI Simposio Biogeografía Ibérica: 35-40.
16. Fischer-Piette E (1963) La distribution des principaux organismes intercotidaux Nord-Iberiques. Annales Institute Océanographique, Paris 40(3): 165-311.
17. Ardré F (1970) Contribution à l'étude des algues marines du Portugal: I. La Flore. Portugalia Acta Biologica 10(1-4): 1-423.
18. Anadón R y Niell FX (1980) Distribución longitudinal de macrófitos en la costa asturiana. Investigación Pesquera 45(1): 143-156.
19. Fernández C y Niell FX (1982) Zonación del fitobentos intermareal de la región de Cabo Peñas (Asturias). Investigación Pesquera 46: 121-141.
20. Anadón R (1983) Zonación en la costa asturiana: variación longitudinal de las comunidades de macrófitos en diferentes niveles de marea." Investigación Pesquera 45(1): 143-156.
21. Borja Á, Aguirrezabalaga F, Martínez J, Sola JC, García-Arberas L y Gorostiaga JM (2004) Benthic communities, biogeography and resources management. Oceanography and Marine Environment of the Basque Country. A Borja y M Collins. Amsterdam, Elsevier. 70: 455-492.
22. Philippart CJM, Anadón R, Danovaro R, Dippner JW, Drinkwater KF, Hawkins SJ, Oguz T y Reid PC (2007) Climate Change Impacts on the European Marine and Coastal Environment. Brussels, European Science Foundation: 83.
23. Louzao M, Anadón N, Arrontes J, Álvarez-Claudio C, Fuente DM, Ocharan F, Anadón A y Acuña JL (2010). Historical macrobenthic community assemblages in the Avilés Canyon, N Iberian 2 Shelf: Baseline biodiversity information for a marine protected area. Journal of Marine System 80 (1-2): 47-56.
24. Naeem S, Loreau M y Inchausti P (2004) Biodiversity and ecosystem functioning: the emergence of a synthetic framework. Biodiversity and ecosystem functioning. Loreau M, S Naeem S y Inchausti P. Oxford, Oxford University Press: 3-11.
25. Dennison WC (2009) Global trajectories of seagrasses, the biologi-

cal sentinels of coastal ecosystems. Global Loss of Coastal Habitats. rates, Causes and Consequences, Ed. CM Duarte. Bilbao, Spain, CSIC Fundación BBVA: 89-106.
26. Marbà N (2009) Loss of seagrass meadows from the Spanish coast: results of the Praderas project. Global loss of Coastal Habitats. Rates, Causes and Consequences. CM Duarte. Bilbao, CSIC BBVA: 59-88.
27. Sutton PC y Costanza R (2002) Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service valuation. Ecological Economics 41 509-527.
28. Anadon E (1954) Estudios sobre la sardina del noroeste español. Publicaciones Instituto de Biología Aplicada 18: 43-106.
29. Wyatt T y Porteiro C (2002) Iberian Sardine Fisheries: trends and crises. Large Marine Ecosystems of the North Atlantic. Changing States and sustainability. K Sherman y HR Skjoldal. Amsterdam, Elsevier: 321-338.
30. Bode A, Álvarez-Salgado XA, Ruiz-Villarreal M, Bañón R, González-Castro C, Molares J, Otero J, Rosón G y Varela M (2009). Impacto do cambio climático nas condicions oceanográficas e nos recursos mariños. Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia. V. Pérez Muñuzurri, M. Fernández and J. L. Gómez. Santiago de Compostela, Spain, Xunta de Galicia: 619-931.
31. Anadón R, Fernández C, García-Flórez L, Losada I y Valdés L (2009) Costa y Océanos. Evidencias y efectos potenciales del Cambio Climático en Asturias. O. d. T. e. I. Consejería de Medio Ambiente, Principado de Asturias. Oviedo: 126-170.
32. Bañón R (2009) Variacións na diversidadde e abundancia ictiolóxica mariña en galicia por efectos del Cambio climático. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. X. de Galicia. Santiago Composteñ, Xunta de Galicia: 355-372.
33. Sabatés A, Martín P, Lloret J y Raya V (2006) Sea warming and fish distribution: the case of the small pelagic fish, Sardinella aurita, in the western Mediterranean. Global Change Biology 12(11): 2209-2219.
34. Sánchez F y Olaso I (2004) Effects of fisheries on the Cantabrian Sea shelf ecosystem. Ecological Modelling 172(2-4): 151-174.
35. Pauly D (2007) The Sea Around Us Project: Documenting and communicating global fisheries impacts on marine ecosystems. Ambio 36(4): 290-295.
36. González-Taboada F y Anadón R (sometido). Patterns of change in surface temperature in the North Atlantic during the last two decades: beyond mean trends. GrupoECOMARGE (2005). Campaña TREBOL 2005. Estudio del impacto del tren de Bolos. I. E. d. Oceanografía, Inst. Español Oceanografía: 1-40.
37. Sánchez P, Demestre M y Martín P (2004) Characterisation of the discards generated by bottom trawling in the northwestern Mediterranean Fisheries Research 67(1): 71-80.
38. Guaita N, López I, Fidalgo P, Jiménez Herrero L, Moreira JM, Prieto F, Reyes J y Martín A (2006) Cambios de ocupación del suelo en España: Implicaciones para la sostenibilidad. Alcalá de Henares, Observatorio de la Sostenibilidad en España.
39. Niell FX, Fernández C, Figueroa FL, Figueiras FG, Fuentes JM, Pérez-Llorens JL, García-Sánchez MJ, Hernández I, Fernández JA, Espejo M, Buela J, García-Jiménez MC, Clavero V y Jiménez C (1996) Spanish Atlantic coast. Marine benthic vegetation: Recent changes and the effects of Eutrophication. Schramm W y Nienhuis PH. Berlin, Springer: 265-282.
40. Romero J, Niell FX, Pérez M y Camp J (1996) The Spanish Mediterranean coasts. Marine benthic vegetation: Recent changes and the effects of Eutrophication. W Schramm y PH Nienhuis. Berlin, Springer: 265-282.
41. Hemminga M y Duarte CM (2000) Seagrass Ecology. Cambridge, U.K., Cambridge Univ. Press.
42. Rasmussen E (1977) The wasting disease of eelgrass (Zostera marina) and its effects on environmental factors and fauna. Seagrass Ecosystems: A Scientific Perspective. CPM y Helfferich C, Dekker M, New York,. 4: 1-51.
43. Lloret I, Lleonart J, Solé I y Fromentin JM (2001) Fluctuations of landings and environmental conditions in the north-western Mediterranean Sea. Fisheries Oceanography 10: 33-50.
44. Lloret J, Palomera I, Salat J y Sole I (2004) Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy *(Engraulis encrasicolus)* and sardine *(Sardina pilchardus)* in shelf waters surrounding the Ebre (Ebro) River delta (north-western Mediterranean). Fisheries Oceanography 13(2): 102-110.
45. Ibáñez C, Rodrigues-Capitulo A y Prat N (1995) The combined impacts of river regulation and eutrophication on the dynamics of the salt wedge and the ecology of the lower Ebro River. Ecological Basis for River Management Fergurson A y Harper D, John Wiley & Sons: 105-114.
46. Sánchez-Arcilla A, Jiménez JA, Valdemoro HI y Gracia V (2008) Implications of Climatic Change on Spanish Mediterranean Low-Lying Coasts: The Ebro Delta Case. Journal of Coastal Research 24(2): 306-316.
47. Ferreira O, Dias JA y Taborda R (2008) Implications of Sea-Level Rise for Continental Portugal. Journal of Coastal Research 24(2): 317-324.
48. González-Pola C, Lavín A y Vargas-Yañez M (2003) Thermohaline variability on the intermediata waters of the Southern Bay of Biscay from 1992, ICES: 10.
49. Borja A, Bald J y Muxika I (2004) El recurso marisquero de percebe (Pollicipes pollicipes) en el biotopo marino protegido de Gaztelugatxe y en áreas explotadas de Bizkaia, Gobierno Vasco: 108.
50. Llope M, Anadon R, Viesca L, Quevedo M, Gonzalez-Quiros R y Stenseth NC (2006) Hydrography of the southern Bay of Biscay shelf-break region: Integrating the multiscale physical variability over the period 1993-2003. Journal of Geophysical Research-Oceans 111(C9).
51. Somavilla R, González-Pola C, Rodriguez C, Josey SA, Sánchez RF y Lavin A (2008) Large changes in the hydrographic structure of the Bay of Biscay after the extreme mixing of winter 2008. Journal Geophysical Research 114(doi:10.1029/2008JC004974): 1-14.
52. Goikoetxea N, Borja A, Egaña J, Fontán A, González M y Valencia V (2009) Trends and anomalies in sea surface temperature, observed over the last 60 years, within the southeastern Bay of Biscay. Continental Shelf Research 29: 1060-1069.
53. Llope M, Anadón R, Viesca L, Quevedo M, González-Quirós R y Stenseth NC (2006) Hydrographic dynamics in the Southern Bay of Biscay: integrating multi-scale physical variability over the last decade (1993-2003). Journal of Geophysical Research 111(C0921): 1-14.
54. Valdés L, López-Urrutia A, Cabal JA, Álvarez-Osorio M, Bode A, Miranda A, Cabanas M, Huskin I, Anadón R, Alvarez-Marqués F, Llope M y Rodríguez N (2007) A decade of sampling in the Bay of Biscay: What are the zooplankton time series telling us? Progress in Oceanography 74: 98-114.
55. Ruiz M, Álvarez-Salgado XA, Cabanas JM, Pérez FF, Castro CG, Herrera JL, Piedracoba S y Rosón G (2009) Variabilidade climática e tendencias decadais nos forzamientos meteorológicos e as propiedades das augas adxacentes a Galicia. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. X. de Galicia, Xunta de Galicia: 271-286.
56. Beaugrand G, Reid PC, Ibañez F, JA Lindley JA y Edwards M (2002) Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. Science 296: 1692-1694.
57. Varela M, Bode A, Gómez Figueiras F, Huete-Ortega M y Marañón E (2009) Variabilidade e tendencias interannuais no fitoplancton mariño das costas de Galicia. Evidencias e impacto do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago Compostela, Xunta de Galicia: 355-372.
58. Quero JC, Du Buit MH y Vayne JJ (1998) Les observations de poissons tropicaux et le réchauffement des eaux dans l'Atlantique européen. Oceanologica Acta 21(2): 345-351.
59. Guerra A, González AF y Rocha F (2002) Appaerance of the common paper nautilus, Argonauta argo related to the increase of the sea surface temperature in the north-eastern Atlantic. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 82(5): 855-858.
60. Beaugrand G, Brander KM, Lindley JA, Souissi S y Reid PC (2003) Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. Nature 426: 661-664.
61. Poulard JC, Blanchard F, Boucher J y Souissi S (2003) Variability of the demersal fish assemblages of the bay of Biscay during the 1990s. ICES Marine Science Symposia.
62. Poulard JC y Blanchard F (2005) The impact of climate change on the fish community structure of the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. ICES Journal of Marine Science 62(7): 1436-1443.
63. Brito A, Lozano IJ, Falcón JM, Rodríguez FM y Mena J (1996) Análisis biogeográfico de la ictiofauna de las Islas Canarias. Oceanografía y Recursos Marinos en el Atlántico Centro-Oriental. JAG y. MJRO Llinás. Las Palmas: 241-270.
64. Pérez FF, Padin XA, Pazos Y, Gilcoto M, Cabanas M, Pardo PC, Doval D y Fariña-Bustos L (2010) Plankton response to weakening of the Iberian coastal upwelling. Global Change Biology 16(doi: 10.1111/j.1365-2486.2009.02125.x): 1258-1267.
65. Llope M, Anadon R, Sostres JA y Viesca L (2007) Nutrients dynamics in the southern Bay of Biscay (1993-2003): Winter supply, stoi-

chiometry, long-term trends, and their effects on the phytoplankton community. Journal of Geophysical Research-Oceans 112(C7).
66. Castro CG, Alvarez-Salgado XA, Nogueira E, Gago J, Pérez FF, Bode A, Ríos AF, Rosón G y Varela M (2009) Evidencias bioxeoquímicas do cambio climático. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. Santiago, Xunta de Galicia: 303-326.
67. Freire J, Ferreiro R y Pita P (2009) Comunidades bentónicas e de peixes costeiros nos ecosistemas litorais. Evidencias do cambio climático. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago de Compostela, Spain: 455-500.
68. Molares J, Parada JM, Navarro E y Fernández A (2009) Análise das posibles evidencias do cambio climático nos principais recursos marisqueiros de Galicia. Evidencias e Impactos do Cambio Climático en Galicia. X. d. Galicia. Santiago de Compostela, Spain: 501-520.
69. Álvarez-Salgado X, Fernández-Reiriz MJ, Labarta U, Filgueira R, Peteiro L, Figueiras FG, Piedracoba S y Rosón G (2009) Influencia do cambio climático no cultivo de mexillón das rías galegas. Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, Xunta de Galicia: 373-389.
70. Mann KH (1973) Seaweeds: Their productivity and strategy for growth. Science 182: 975-983.
71. Birkett DA, Maggs CA, Dring MJ y Boaden PJS (1998) Infralittoral reef biotopes with kelp species. An overview of dynamic and sensivity characteristics for conservation management of marine SACs. Nature 2000 report, Scottish Association of Marine Science (SAMS) for the UK Marine SACs Project: 174.
72. Lüning K (1990) Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology. Wiley-Interscience, New York. 527 pp.
73. Alcock R (2003) The effects of climate change on rocky shore communities in the Bay of Biscay, 1895-2050. Biodiversity and Ecology Division. University of Southampton, Univ. Southampton: 286.
74. Fernández C y Anadón R (2008) La cornisa cantábrica: un escenario de cambios de distribución de comunidades intermareales. Algas 39: 30-31.
75. Anadón R, Fernández C, García Florez L, Losada I y Valdés L (2009) Costas y Océanos. Evidencias e Impactos potenciales del Cambio Climático en Asturias. R Anadón y N Roqueñi. Oviedo, Consejería Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras, Principado de Asturias: 126-170.
76. Sánchez I, Fernández C y Arrontes J (2005) Long-term changes in the structure of intertidal assemblages following the invasion by Sargassum muticum (Phaeophyta). Journal of Phycology 41: 942-949.
77. Royal ST (2005) Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. london, The Royal Society.
78. Le Quéré C, Raupach MR, Canadell J, Marland G y et al. (2009) Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. nature geoscience 2: 831-836.
79. Makarow M, Ceulemans R y Horn L (2009) Impacts of ocean acidification. Science Policy Briefing. E. S. Foundation, European Science Foundation: 11.
80. Cendrero A, Sánchez-Arcilla A y Zazo C (2005) Impactos sobre las zonas costeras. Evaluación preliminar de los Impactos en España por efecto del Cambio Climático. JM Moreno. Madrid, Oficina Española de Cambio Climático: 469-524.
81. Carlton JT (1989) Transoceanic and intraoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 23: 313-373.
82. Ruiz GM, Fofonoff PW, Carlton JT, Wonham MJ y Hines AH (2000) Invasion of coastal marine communities in North America: apparent patterns, processes and biasses. Ann. Rev. Ecol. Syst 31: 481-531.
83. Williams SL (2007) Introduced species in seagrass ecosystems: status and concerns. J.Exp.Mar.Biol.Ecol. 350: 89-110.
84. Ballesteros E, Torras X, Pinedo S, García M, Mangialajo L y de Torres M (2007) A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. Marine Pollution Bulletin 55: 172-180.
85. Ballesteros E, Cebrián E y Alcoverro T (2007) Mortality of shoots of Posidonia oceanica following meadow invasion by the red alga Lophocladis lallemandii. Bot. Mar. 50: 8-13.
86. Piazzi l y Cinelli F (2003) Evaluation of benthic macroalgal invasion in a harbour area of the western Mediterranean. European Journal Phycology 38: 223-231.
87. Sánchez I y Fernández C (2005) Impact of the invasive seaweed Sargassum muticum (Phaeophyta) on an intertidal macroalgal assemblage. Journal of Phycology 41(5): 923-930.
88. Olabarría CR, Incera M y Troncoso JS (2009) Limited impact of Sargassum muticum on native algal assemblages from rocky intertidal shores. Mar. Environ. Res. 67: 153-158.
89. Scheibling RE (2000) Species invasions and community change threaten the sea urchin fishery in Nova Scotia. L'atelier sur la coordination de la researche sur l'oursin vert au Canada Atlantique.
90. Chapman AS, Scheibling RE y Chapman ARO (2002) Species introductions and changes in marine vegetation of Atlantic Canada. , Alien Invaders in Canada's Waters, Wetlands, and Forests. Natural Resources Canada. Claudi R, Nantel P, Muckle-Jeffs E (Eds.). Ottawa, Canadian Forest Service, Science Branch: 133-148.
91. Levin PS, Coyer JA, Petrik R y Good TP (2002) Community wide effects of nonindigenous species on temperate rocky reefs. Ecology 83: 3182-3193.
92. Cremades J, Freire O y Peteiro C (2005) Biología, distribución e integración del alga alóctona *Undaria pinnatifida* (Laminariales, Phaeophyta) en las comunidades bentónicas de las costas de Galicia (NW de la península Ibérica). Annales Jardín Botánico de Madrid 63(2): 169-187.

4.7. Las especies

1. Blondel J y Aronson JC (2010) The Mediterranean region: Biological diversity through time and space. Oxford Univ. Press, 2ª edición, 328 pp.
2. Franklin J (2009) Mapping species distribution: Spacial interference and Prediction. Cambridge Univ. Press. London, U.K. 320 pp.
3. Verdú JR y Galante E, eds. (2005) Libro Rojo de los Invertebrados de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid
4. Verdú JR y Galante E eds. (2008) Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro). Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 340 pp.
5. Legendre P y Legendre L (1998) Numerical ecology, 2nd English edn. Elsevier, Amsterdam.
6. Aragón P, Lobo JM, Olalla-Tárraga MA y Rodríguez MA (2010) The contribution of contemporary climate to ectothermic and endothermic vertebrate distributions in a glacial refuge. Global Ecology and Biogeography, 19: 40-49.
7. Seoane J y Carrascal LM (2008) Interspecific differences in population trends of Spanish birds are related to habitat and climatic preferences. Global Ecology and Biogeography, 17: 111-121.
8. Lobo JM, Jiménez-Valverde A y Hortal J (2010) The uncertain nature of absences and their importance in species distribution Modelling. Ecography 33: 103-114.
9. Aragón P, Rodríguez MA, Olalla-Tárraga MA y Lobo JM (2010) Predicted impact of climate change on threatened terrestrial vertebrates in central Spain highlights differences betweenendotherms and ectotherms. Animal Conservation 13: 263-373.
10. Govindasamy B, Duffy PB y Coquard J (2003) High resolution simulations of global climate, part 2: effects of increased greenhouse cases. Clim. Dynam. 21: 391-404.
Seavy NE, Dybala KE y Snyder MA (2008) Climate models and ornithology. Auk 125: 1-10.

Capítulo 5. Mecanismos de respuesta: la conservación de la biodiversidad

5.3. Gestión del territorio dentro y fuera de áreas protegidas: los cambios de ocupación del suelo

1. Groves CR, Jensen DB, Valtius LL, Redford KH, Shaffer ML, Scott JM, Baumgartner JV, Higgins JV, Beck MW y Anderson MG (2002) Planning for biodiversity conservation: putting conservation science into practice. BioScience 52: 499-512.
2. Múgica M, de Lucio JV, Martínez-Alandi C, Sastre P, Atauri-Mezquida JA y Montes C (2002) Territorial integration of natural protected areas and ecological connectivity within Mediterranean landscapes. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
3. EUROPARC-España (2009) Programa de trabajo para las áreas protegidas 2009-2013. Ed FUNGOBE. Madrid, España. 48 pp.

4. Hidalgo R (2009) Introducción. En: VV.AA., Bases Ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 5 pp.
5. UICN (2005) Beneficios más allá de las fronteras. Actas del V Congreso Mundial de Parques de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 326 pp.
6. EEA (2007) Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe. European Environment Agency Technical Report Nº 11. Cophenhagen. 182 pp.
7. Ruiz-Benito P, Cuevas JA, Bravo de la Parra R, Prieto F, Garcia del Barrio JM, Zavala MA (In review) Land use change in a Mediterranean metropolitan region and its periphery: Assessment of conservation policies through CORINE Land Cover data and Markov models. Forest Systems (Formerly Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales).
8. Burnham BO (1973) Markov intertemporal land use simulation model. Southern Journal of Agricultural Economics 5: 253-258.
9. Jeffers JNR (1978) An Introduction to systems analysis: with ecological applications. Edward Arnold. London. University Park Press.
10. Caswell H (2001) Matrix population models: construction, analysis and interpretation. Sinauer Associates, Inc. Publisers. Estados Unidos. 722 pp.

5.4. Identificación de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad

1. EUROPARC-España (2008) Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2007. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 224 páginas
2. Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG y Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978.
3. Araújo MB, Lobo JM y Moreno JC (2007) The Effectiveness of Iberian Protected Areas in Conserving Terrestrial Biodiversity. Conservation Biology 21: 1423-1432.
4. EUROPARC-España (2010) Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2009. Ed. FUNGOBE. Madrid. 104 páginas.
5. Verdú JR y Galante E (eds) (2008) Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro). Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 340 pp.
6. Margules CR, Nicholls AO y Pressey RL (1988) Selecting Networks of reserves to maximise biological diversity. Biological Conservation 43:63-76.
7. Williams PH (1999) WORLDMAP 4 Windows: software and help document 4.2. PH Williams, distributed privately. Available from www.nhm.ac.uk/science/projects/worldmap (accessed April 2007).

5.5. Vulnerabilidad de las áreas protegidas y de zonas de interés para la biodiversidad ante el cambio climático

1. EUROPARC-España (2008) Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2007. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid. 224 pp.
2. Govindasamy B, Duffy PB y Coquard J (2003) High resolution simulations of global climate, part 2: effects of increased greenhouse cases. Clim. Dynam. 21: 391-404.
3. Seavy NE, Dybala KE y Snyder MA (2008) Climate models and ornithology. Auk 125, 1-10.
4. Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG y Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978.
5. Hirzel AH, Hausser J, Chessel D y Perrin N (2002) Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat suitability maps without absence data? Ecology, 83, 2027-2036.

5.6. Planificación y gestión del medio marino

- Alonso García E y Lozano Cutanda B (2006) Diccionario de Derecho Ambiental, Iustel, Madrid.
- Barragán JM (2004) Las Áreas litorales de España. Del análisis geográfico a la gestión integrada, Ariel, Barcelona.
- Barreira A, Ocampo P y Recio E (2007) Medio Ambiente Y Derecho Internacional: Una Guía Práctica. Madrid. Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente y Obra Social Caja Madrid.
- Batisse M (1982) El programa internacional sobre el hombre y la biosfera. En Ecología y protección de la naturaleza, Blume, Barcelona: 455 y ss.
- Canales Aliende JM (2001) Gobernabilidad y gestión pública, La nueva gestión pública (B. OLÍAS DE LIMA, Coord.), Prentice Hall, Madrid.
- Day JC y Roff JC (2000) Planning for Representative Marine Protected Areas. A Framework for Canada´s Oceans, WWF, Toronto: 147 pp.
- Díaz E y Marbà N (2009) 1120 Posidonion oceanicae. Praderas de Posidonia oceanica. En: VV.aa., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 129 pp.
- González Giménez J (2007) Mar Mediterráneo: Régimen jurídico internacional. De las zonas de pesca a las zonas de protección, Atelier, Barcelona: 330 pp.
- Kelleher G (1999) Guidelines for marine Protected Areas, IUCN, Gland: 107 pp.
- López-Bedoya J y Pérez-Alberti A (2009) 8330 Cuevas marinas sumergidas o semisumergidas. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 152 pp.
- Martín Mateo R (2007) La gallina de los huevos de cemento, Thomson-Civitas, Pamplona.
- Martín Mateo R (1997) Tratado de Derecho Ambiental, vol.III, con la colaboración de Díez Sánchez JJ, Trivium, Madrid.
- Mata MP, Fernández MC y Pérez-Outeiral FJ (2009) 1180 Estructuras submarinas producidas por el escape de gases. En: VV.aa., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 61 pp.
- Morales JA, Borrego J, Flor G y Gracía FJ (2009) 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (Bancales Sublitorales). En: VV.aa., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 57 pp.
- OCDE (1995) Gestión de zonas costeras, políticas integradas, Ediciones Mundiprensa, Madrid.
- OCEANA (2008) Propuesta de áreas marinas de importancia ecológica: Atlántico Sur y Mediterráneo español" realizado por la organización internacional, Fundación Biodiversidad.
- Ortiz García M (2002) Gobernanza y sostenibilidad en Revista de estudios de la Administración Local (REAL) nº 289, mayo-agosto:91 y ss.
- Ortiz García M (2003) La gestión eficiente de la zona costera. Los parques marinos, Tirant lo blanch, Valencia: 422 pp.
- Ortiz García M (2002) La conservación de la biodiversidad marina: Las áreas marinas protegidas. COMARES, Granada: 761 pp.
- Ramos Esplá AA, Valle Pérez C, Bayle Sempere JTy Sánchez Lizaso JL (2004) Áreas Marinas Protegidas como herramientas de Gestión Pesquera en el Mediterráneo (Área COPOMED), Serie y Estudios COPEMED 11.
- Sanz Larruga FJ (2002) Bases doctrinales y jurídicas para un modelo de gestión integrado y sostenible del litoral de Galicia, Xunta de Galicia, Conselleria Medio Ambiente.
- Sanz Larruga FJ (2000) La protección ambiental del litoral. Hacia una gestión sostenible e integrada de las zonas costeras. En: Anuario da facultade de Dereito da Universidade da Coruña.
- Suárez de Vivero JL (1992) Las aguas interiores en la ordenación del litoral, MOPT, Madrid.
- Templado J, Capa M, Guallar TJ. y Luque A (2009) 1170 Arrecifes. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 142 pp.
- Thorne-Miller B y Catena J (1991) The living ocean: understanding and protecting marine biodiversity, Island Press, Washington.
- Valencia Martín G (2000) ¿De quién es el mar? La distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas en materia de protección del medio marino. En: El Derecho Administrativo en el umbral del siglo XXI, Libro homenaje a Ramón Martín Mateo (coord. Sosa Wagner F), vol. III, Tiranch lo blanch, Valencia.

- VVAA (2008) Evolución de las zonas costeras. Ministerio de Madio Ambiente. Madrid.
- VVAA (2009) Actividades humanas en los mares de España y Mares de España. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Madrid.
- WWF (2002) El litoral mediterráneo: importancia, diagnóstico y conservación.

5.7. Gestión integrada de áreas litorales

1. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2009) Perfil Ambiental de España 2008. Informe basado en indicadores. Madrid, 381 pp.
2. Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife) (2009) en El País (elpais.com) 02/02/2009.
3. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2008) Perfil Ambiental de España 2007. Informe basado en indicadores. Madrid, 373 pp.
4. Medina Santamaría R (coord.) (2007) Manual de restauración de dunas costeras. Dirección General de Costas, Madrid, 19 pp.
5. Marcos P (2005) Conservando nuestros paraísos marinos. Propuesta de Red Representativa de Áreas Marinas Protegidas en España. WWF, Madrid, 29 pp.
6. Ministerio de Medio Ambiente (2001) Sistema español de indicadores ambientales: subárea de costas y medio marino. Secretaría General de Medio Ambiente, Madrid. 75 pp.
7. González Pérez S et al. (1999) La estrategia española para la conservación de los humedales. Limpiuco. nº 9.

5.10. El conocimiento, la educación y la sensibilización en la conservación de la biodiversidad

1. Metrick A, y Weitzman ML (1996) Patterns of behavior in endangered species preservation. Land Economics 1:1-16.
2. Metrick A, y Weitzman ML (1998) Conflicts and choices in biodiversity preservation. Journal of Economic Perspectives 3:21-34.
3. Restani M, y Marzluff JM (2001) Avian conservation under the Endangered Species Act: Expenditures versus recovery priorities. Conservation Biology 5:1292-1299.
4. Restani M, y Marzluff JM (2002) Funding extinction? Biological needs and political realities in the allocation of resources to endangered species recovery. BioScience 2:169-177.
5. Male TD y Bean MJ (2005) Measuring progress in US endangered species conservation. Ecology Letters 9:986-992.
6. Garnett S, Crowley G y Balmford A (2003) The costs and effectiveness of funding the conservation of Australian threatened birds. BioScience 7:658-665.
7. Martín-López B, Montes C, Ramírez L y Benayas J (2009) What drives policy decision-making related to species conservation? Biological Conservation 142:1370-1380.
8. Borck JC (2005) Decision-making in endangered species management. Journal of Public and International Affairs 16:70-93.
9. Babbitt B (1995) Science opening the next chapter of conservation history. Science 5206:1954-1955.
10. Eisner T, Lubchenco J, Wilson EO, Wilcove DS y Bean MJ (1995) Building a scientifically sound policy for protecting endangered species. Science 5228:1231-1232.
11. Czech B, Krausman PR y Borkhataria R (1998) Social construction, political power and the allocation of benefits to endangered species. Conservation Biology 5:1103-1112.
12. Higgins JV, Touval JL, Unnasch RS, Reichle S, Oren DC, Waldman WR y Hoekstra JM (2006) Who needs to spend money on conservation science anyway? Conservation Biology 6:1566-1567.
13. Herrera CM (1989) Las portadas de Quercus. Quercus 39: 35-38
14. Sastre B, Vázquez M, Sánchez D, Tena D, Ubeda E, Sánchez JL, de Miguel JM (2004) Análisis de contenidos de la revista Quercus. Un estudio basado en el título de sus artículos. Quercus 226, 56-60.
15. Martín-López B, Montes C y Benayas J (2007) The non-economic motives behind the willingness to pay for biodiversity conservation. Biological Conservation. 139: 67-82.
16. Gallup Eurobarometer (2010) Attitudes of Europeans towards the issue of biodiversity.
17. Futerra Sustainability Communications (2010) Branding Biodiversity. The new nature message.
18. Hesselink et al. (2007) Comunicación, Educación y Conciencia Pública. Una caja de herramientas para personas que coordinan las Estrategias y planes de acción nacionales sobre diversidad biológica. Montreal.
19. MARM (2010) Economía Ambiental y Valoración de Recursos Naturales. Análisis y Prospectiva-Serie Medio Ambiente Nº 3.
20. www.custodia-territorio.es

5.11. Hacia una nueva economía de la biodiversidad. La valoración económica y los instrumentos económicos de gestión

1. Jiménez Herrero LM (2010) Economía de la biodiversidad. En Biodiversidad en España. Lunwerg. Madrid, Barcelona. Págs. 37-51.
2. sCDB (2010) Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 3. Montreal. 94 pp.
3. COM (2006) 216 final: «Detener la pérdida de biodiversidad para 2010 y más adelante. - Respaldar los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano».
4. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. http://www.millenniumassessment.org/es/index.aspx
5. Constanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin GR, Sutton P y van der Belt M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387: 253-260.
6. Balmford A, Rodrigues ASL, Walpole M, ten Brink P, Kettunen M, Braat L y de Groot R (2008) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Scoping the Science. European Commission, Cambridge, UK. (http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/teeb_en.htm).
7. Hardin G (1968) the tragedy of the commons, Science, 162:1243-1248.
8. Labandeira X, León CJ y Vázquex MX (2007) Economía ambiental, Pearson. Madrid.
9. Stern N (2006) Stern Review on the Economics of Climate Change. Disponible en www.sternreview.org.uk.
10. Brink P (2008) Measuring Benefits from ecosystems services Integrating monetary and non-monetary estimates. Seminario The Economics of the global loss of biological diversity.
11. MARM (2010) Economía Ambiental y Valoración de Recursos Naturales. Análisis y Prospectiva - Serie Medio Ambiente nº 3. Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación, Subsecretaría. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
12. Jiménez Herrero LM (1997, 2001). Economía Ecológica y Desarrollo Sostenible, Ed. Sintesis, Madrid.
13. Comunidades Europeas (2008) El plan de acción de la Unión Europea a favor de la Biodiversidad.
14. MARM (2010) Valoración de los Activos Naturales de España.
15. COM (2009) 433 final. Más allá del PIB. Evaluación del progreso en un mundo cambiante.
16. AEMA (2010) Ecosystem accounting and the costo f biodiversity loss. The case of coastal Mediterranean wetlands. EEA Technical report Nº 3/2010. 91 pp.
17. Pagiola S (2010) Payment for environmental services in Costa Rica. Ecological Economics 65: 712-724.
18. Vatn A (2010) An institutional analysis of payments for environmental services. Ecological Economics 69: 1245-1252.
19. Van Hecken G y Bastiaensen J (2010) Payments for ecosystem services: justified or not? A political view. Environmental Science & Policy, doi: 10.106/j.envsci.2010.09.006.
20. MARM (2010) Red Natura 2000. Análisis y Prospectiva - Serie Medio Ambiente Nº4.
21. Plataforma Custodia del Territorio. Fundación Biodiversidad. Disponible en http://www.custodia-territorio.es/.

Capítulo 6. Biodiversidad y servicios de los ecosistemas

1. Butchart SHM, Walpole M, Collen B, van Strien A, Scharlemann JPW, Almond REA, Baillie JEM, Bomhard B, Brown C, Bruno J, Carpenter KE, Carr GM, Chanson J, Chenery AM, Csirke J, Davidson NC, Dentener F, Foster M, Galli A, Galloway JN, Genovesi P, Gregory RD, Hockings M, Kapos V, Lamarque JF, Leverington F, Loh J, McGeoch MA, McRae L, Minasyan A, Hernández Morcillo M, Oldfield TEE, Pauly S, Quader S, Revenga C, Sauer JR, Skolnik B, Spear D, Stanwell-Smith D, Stuart SN, Symes A, Tierney M, Tyrrell TD, Vié JC y Watson R (2010) Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. Science 328: 1164-1168.

2. Díaz S, Fargione J, Chapin III FS y Tilman D (2006) Biodiversity loss threatens human well-being. PLoS Biology 4: e277.
3. Mace GM, Cramer W, Díaz S, Faith D, Larigauderie A, Le Prestre P, Palmer M, Perrings C, Scholes RJ, Walpole M, Walther BA, Watson JEM y Mooney HA (2010) Biodiversity targets after 2010. Current Opinion in Environmental Sustainability 2: 3-8.
4. Rands MRW, Adams WM, Bennun L, Butchart SHM, Clements A, Coomes D, Entwistle A, Hodge I, Kapos V, Scharlemann JPW, Sutherland WJ y Vira B (2010) Biodiversity Conservation: Challenges Beyond 2010. Science 239: 1298-1303.
5. MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005) Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. World Resources Institute., Washington DC.
6. Carpenter SR, de Fries R, Dietz T, Mooney HA, Polasky S, Reid WV y Scholes RJ (2006) Millennium Ecosystem Assessment: Research needs. Science 314: 257-258.
7. Daily GC, Polasky S, Goldstein J, Kareiva PM, Mooney HA, Pejchar L, Ricketts TH, Salzman J, y Shallenberger R (2009) Ecosystem services in decision making: time to deliver. Frontiers in Ecology and the Environment 7: 21-28.
8. Ostrom E (2009) General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science 325:419:422.
9. Berkes F, Folke C (Eds.) (1998) Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
10. Ohl C, Johst K, Meyerhoff J, Beckenkamp M, Grüsgen V y Drechsler M (2010) Long-term socio-ecological research (LTSER) for biodiversity protection -a complex system approach for the study of dynamic human-nature interactions. Ecological Complexity 7:170-178.
11. Liu J, Dietz T, Carpenter SR, Alberti M, Folke C, Moran E, Pell AN, Deadman P, Kratz T, Lubchenco J, Ostrom E, Ouyang Z, Provencher W, Redman CL, Schneider SH y Taylor WW (2007) Complexity of Coupled Human and Natural Systems. Science 317: 1513-1516.
12. Carpenter SR, Mooney HA, Agard J, Capistrano D, DeFries RS, Díaz S, Dietz T, Duraiappah AK, Oteng-Yeboah A, Pereira HM, Perrings C, Reid WV, Sarukhan J, Scholes RJ y Whyte A (2009) Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. Proceedings of the National Academy of Sciences 106: 1305-1312.
13. Anton C, Young J, Harrison PA, Musche M, Bela G, Feld CK, Harrington R, Haslett JR, Pataki G, Rounsevell MDA, Skourtos M, Sousa JP, Sykes MT, Tinch R, Vandewalle M, Watt A y Settele J (2010) Research needs for incorporating the ecosystem service approach into EU biodiversity conservation policy. Biodiversity & Conservation 19: 2979-2994.
14. Martín-López B, Gómez-Baggethun E, y Montes C (2009) Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible CUIDES 3: 229-258.
15. Fisher B, Turner RK y Morling P (2009) Defining and classifying ecosystem services for decision making. Ecological Economics 68: 643-653.
16. Boyd J y Banzhaf S (2007) What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics 63: 616-626.
17. Wallace KJ (2007) Classifications of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation 139: 235-246.
18. Martín-López B, Gómez-Baggethun E, González JA, Lomas P y Montes C (2009) The assessment of ecosystem services provided by biodiversity: re-thinking concepts and research needs. En: Aronoff, J.B. (Ed.) Handbook of Nature Conservation: Global, Environmental and Economic Issues. Nova Science Publishers, New York: 261-282.
19. Harrington R, Anton C, Dawson TP, de Bello F, Feld CK, Haslett JR, Kluvánkova-Oravská T, Kontogianni A, Lavorel S, Luck GW, Rounsevell MDA, Samways MJ, Settele J, Skourtos M, Spangenberg JA, Vandewalle M, Zobel M y Harrison PA (2010) Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. Biodiversity & Conservation 19: 2773-2790.
20. Costanza R (2008) Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. Biological Conservation 141: 350-352.
21. Fisher B y Turner K (2008) Ecosystem services: Classification for valuation. Biological Conservation 141: 1167-1169.
22. De Groot RS, Wilson MA y Boumans RMJ (2002) A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41: 393-408.
23. Haines-Young R y Postchin M (2010) The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. En: Rafaelli, D. y Frid, C. (Eds.) Ecosystem Ecology: A new synthesis. BES Ecological Reviews Series, Cambridge University Press, Cambridge: 110-139.
24. De Groot R, Fisher B, Christie M, Aronson J, Braat L, Haines-Youg R, Gowdy J, Maltby E, Neuville A, Polasky S, Portela R y Ring I (2010) Integrating the Ecological and Economic Dimensions in Biodiversity and Ecosystem Service Valuation. En: Kumar P (Ed.) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations, Earthscan, Londres.
25. Montes C y Lomas PL (2010) La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España. Ambienta 21: 56-75.
26. MA (Millennium Ecosystem Assessment) (2003) Ecosystems and human well-being: A framework for assessment, Island Press, Washington, DC.
27. Martín-López B, González JA, Díaz S, Castro I y García-Llorente M (2007) Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. Ecosistemas XVI, nº3. (http://www.revistaecosistemas.net/)
28. De Groot R (2006) Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes. Landscape an Urban Planning 75: 175-186.
29. TEEB (2008) The Economics of Ecosystems and Biodiversity. Interim Report. European Communities (http://www.teebweb.org/)
30. Burkhard B, Petrosillo I y Costanza R (2010) Ecosystem services - Bridging ecology, economy and social sciences. Ecological Complexity 7: 257-259.
31. Luck GW, Harrington R, Harrison PA, Kremen C, Berry PM, Bugter R, Dawson TP, De Bello F, Diaz S, Feld CK, Haslett JR, Hering D, Kontogianni A, Lavorel S, Rounsevell M, Samways MJ, Sandin L, Settele J, Sykes MT, van Den Hove S, Vandewalle M y Zobel M (2009) Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. Bioscience 59: 223-235.
32. De Bello F, Lavorel S, Diaz S, Harrington R, Cornelissen JHC, Bardgett RD, Berg MP, Cipriotti P, Feld CK, Hering D, Marins da Silva P, Potts SG, Sandin L, Sousa JP, Storkey J, Wardle DA y Harrison PA (2010) Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. Biodiversity & Conservation 19: 2873-2893.
33. Petrosillo I, Zaccarelli N y Zurlini G (2010) Multi-scale vulnerability of natural capital in a panarchy of social-ecological landscapes. Ecological Complexity 7: 359-367.
34. O'Farrel PJ y Anderson PML (2010) Sustainable multifunctional landscapes: a review to implementation. Current Opinion in Environmental Sustainability 2: 59-65.
35. Pearce DW y Turner RK (1990) Economics of natural resources and the environment. Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire, UK.
36. De Groot R, Alkemade R, Braat L, Hein L, y Willemen L (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity 7: 260-272.
37. Balmford A, Rodrigues ASL, Walpole M, ten Brink P, Kettunen M, Braat L y de Groot R (2008) The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Scoping the Science. European Commission, Cambridge, UK. (http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/teeb_en.htm).
38. Kremen C (2005) Managing ecosystem services: What do we need to know about their ecology? Ecology Letters 8: 468-479.
39. Díaz S, Lavorel S, de Bello F, Quétier F, Grigulis K y Robson TM (2007) Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. Proceedings of the National Academy of Sciences 104: 20684-20689.
40. Suding KN, Lavorel S, Chapin FS, Cornelissen HC, Diaz S, Garnier E, Goldberg D, Hooper DU, Jackson ST y Navas ML (2008) Scaling environmental change through the community-level: a trait-based response-and-effect framework for plants. Global Change Biology 14: 1125-1140.
41. Hooper DU, Chapin FS, Ewel JJ, Hector A, Inchausti P, Lavorel S, Lawton JH, Lodge DM, Loreau M, Naeem S, Schmid B, Setala H, Symstad AJ, Vandermeer J y Wardle DA (2005) Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. Ecological Monographs 75: 3-35.
42. Kremen C, Williams NM, Aizen MA, Gemmill-Herren B, LeBuhn G, Minckley R, Packer L, Potts SG, Roulston T, Steffan-Dewenter I, Vazquez DP, Winfree R, Adams L, Crone EE, Greenleaf SS, Keitt TH, Klein AM, Regetz J y Ricketts TH (2007) Pollination and other ecos-

ystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. Ecology Letters 10: 299-314.
43. Spehn EM, Scherer-Lorenzen M, Schmid B, Hector A, Caldeira MC, Dimitrakopoulos PG, Finn JA, Jumpponen A, O'Donnovan G, Pereira JS, Schulze ED, Troumbis AY y Korner C (2002) The role of legumes as a component of biodiversity in a cross-European study of grassland biomass nitrogen. Oikos 98: 205-218.
44. Boyero L, Pearson RG y Bastian M (2007) How biological diversity influences ecosystem function: a test with a tropical stream detritivore guild. Ecological Research 22: 551-558.
45. Wardle DA, Bardgett RD, Klironomos JN, Setala H, van der Putten WH y Wall DH (2004) Ecological linkages between aboveground and belowground biota. Science 304: 1629-1633.
46. Wall DH (Ed.) (2004) Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments. Island Press, Washington, DC.
47. Engelhardt KAM y Ritchie M (2002) The effect of aquatic plant species richness on wetland ecosystem processes. Ecology 83: 2911-2924.
48. Luck GW, Daily GC y Ehrlich PR (2003) Population diversity and ecosystem services. Trends in Ecology and Evolution 18: 331-336.
49. Termorshuizen JW y Opdam P (2010) Landscape services as a bridge between landscape ecology and sustainable development. Landscape Ecology 24: 1037-1052.
50. Petchey OL y Gaston KJ (2006) Functional diversity: back to basics and looking forward. Ecology Letters 9: 741-758.
51. Fox JW y Harpole WS (2008) Revealing how species loss affects ecosystem function: the trait-based price equation partition. Ecology 89: 269-279.
52. Noss R (1990) Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4: 355-364.
53. Kinzig A, Perrings C y Scholes R (2007) Ecosystem Services and the Economics of Biodiversity Conservation. Documento de trabajo. http://www.public.asu.edu/~cperring/Kinzig%20Perrings%20Scholes%20%282007%29.pdf
54. Díaz S y Cabido M (2001) Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution 16: 646-655.
55. Lavorel S, McIntyre S, Landsberg J y Forbes TDA (1997) Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. Trends in Ecology & Evolution 12: 474-478.
56. Violle C, Navas ML, Vile D, Kazakou E, Fortunell C, Hummel I y Garner E (2007) Let the concept of trait be functional! Oikos 116: 882-892.
57. Gitay H y Noble IR (1997) What are plant functional types and how should we seek them? En: Smith TM, Shugart HH, Woodward FI (Eds.) Plant Functional Types: Their Relevance to Ecosystem Properties and Global Change. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press: 3-19.
58. Blondel J (2003) Guilds or functional groups: does it matter? Oikos 100: 223-231.
59. ICSU, UNESCO, UNU (2008) Ecosystem Change and Human Wellbeing. Research and Monitoring. Report, ICSU, UNESCO y UNU, París. (http://www.icsu.org/2_resourcecentre/RESOURCE_list_base.php4?rub=8#ecosystemchangeandhumanwell-being)
60. Gordon L, Finlayson CM y Falkenmark M (2010) Managing water in agriculture for food production and other ecosystem services. Agricultural Water Management 97: 512-519.
61. Martín-López B, García-Llorente M, Gómez-Baggethun E y Montes C. En prensa. La Evaluación de los servicios de los ecosistemas del sistema socio-ecológico de Doñana. Forum de Sostenibilidad. Revista de la Cátedra UNESCO sobre Desarrollo Sostenible de la UPV/EHU.
62. Ring I, Hansjürgens B, Elmqvist T, Wittmer H y Sukhdev P (2010) Challenges in framing the economics of ecosystems and biodiversity: the TEEB initiative. Current Opinion in Environmental Sustainability 2: 15-26.
63. Egoh B, Rouget M, Reyers B, Knight AT, Cowling RM, van Jaarsveld AS y Welz A (2007) Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. Ecological Economics 63:714-721.
64. Menzel S, y Ten, T (2010) Ecosystem services as a stakeholder-driven concept for conservation science. Conservation Biology 24: 907-909.
65. Martín-López B, Montes C y Benayas J (2007) Influence of user characteristics on valuation of ecosystem services in Doñana Natural Protected Area (south-west, Spain). Environmental Conservation 34: 215-224.
66. Iniesta Arandia I, García-Llorente M, Martín-López B, Willaarts B, Castro A, Aguilera P y Montes C (2010) Implementación de la Directiva Marco del Agua en Cuencas Hidrográficas de Andalucía y su influencia en el bienestar humano: servicios ecosistémicos del agua. Informe interno. Laboratorio de Socio-ecosistemas, Departamento de Ecología, UAM, Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Almería.
67. Harrison PA, Vandewalle M, Sykes MT, Berry PM, Bugter R, de Bello F, Feld CK, Grandin U, Harrington R, Haslett JR, Jongman RHG, Luck GW, Martins da Silva P, Moora M, Settele J, Sousa JP y Zobel M (2010) Identifying and prioritising services in European terrestrial and freshwater ecosystems. Biodiversity & Conservation 19: 2791-2821.
68. Bennett EM, Peterson GD y Gordon LJ (2009) Understanding relationships among multiple ecosystem services. Ecology Letters 12, 1394-1404.
69. Serrano L, Reina M, Martín G, Reyes I, Arecherreda A, León D y Toja J (2006) The aquatic systems of Doñana (SW Spain): Watersheds and frontiers. Limnetica 25: 11-32.
70. Tortosa G, Correa D, Sánchez-Raya AJ, Delgado A, Sánchez-Monedero MA y Bedmar EJ (2010) Effects of nitrate contamination and seasonal variation on the denitrification and greenhouse gas production in La Rocina stream (Doñana National Park, SW Spain). Ecological Engineering, doi: 0.1016/j.ecoleng.2010.06.029.
71. Gómez-Baggethun E, Mingorria S, Reyes-García V, Calvet L y Montes C (2010) Traditional ecological knowledge trends in the transition to a market economy: Empirical study in the Doñana Natural Areas. Conservation Biology 24: 721-729.
72. Folke C (2006) The Economic Perspective: Conservation against Development versus Conservation for Development. Conservation Biology 20: 686-688.
73. Tacconi L (2000) Biodiversity and Ecological Economics. Participation, values, and resource management. Earthscan, London.
74. Vermeulen S y Koziell I (2002) Integrating global and local values: A review of biodiversity assessment. International Institute for Environment and Development, Biodiversity and Livelihoods Group (IIED), London.
75. Duarte CM, Abanades JC, Agustí S, Alonso S, Benito G, Ciscar JC, Dachs J, Grimalt JO, López I, Montes C, Pardo M, Ríos AF, Simó R y Valladares F (2009) Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
76. Mascia MB, Brosius JP, Dobson TA, Forbes BC, Horowitz L, McKean MA y Turner NJ (2003) Conservation and social sciences. Conservation Biology 17: 649-650.
77. Balmford A y Cowling RM (2006) Fusion or failure? The future of conservation biology. Conservation Biology 20: 602-695.
78. Ehrlich PR (2002) Human natures, nature conservation, and environmental ethics. BioScience 52: 31-43.
79. Carpenter SR y Folke C (2006) Ecology for transformation. Trends in Ecology and Evolution 21: 309-315.
80. Fazey I, Fischer J y Lindenmayer DB (2005) What do conservation biologists publish? Biological Conservation 124: 63-73.
81. Rosa EA y Machlis GE (2002) It's a bad thing to make one thing into two: disciplinary distinctions as trained incapacities. Society and Natural Resources 15: 251-261.
82. Fox HE, Christian C, Nordby JC, Pergams ORW, Peterson GD y Pyke CR (2006) Perceived barriers to integrating social science and conservation. Conservation Biology 20: 1817-1820.
83. Campbell LM (2005) Overcoming obstacles to interdisciplinary research. Conservation Biology 19: 574-577.
84. Lélé S y Norgaard RB (2005) Practicing interdisciplinarity. BioScience 55: 967-975.
85. Kates RW, Clark WC, Corell R, Hall M, Jaeger CC, Lowe I, McCarthy JJ, Schellnhuber HJ, Bolin B, Dickson NM, Faucheux S, Gallopin GC, Grübler A, Huntley B, Jäger J, Jodha NS, Kasperson RE, Mabogunje A, Matson P, Mooney H, Moore III B, O'Riordan T y Svedin U (2001) Sustainability science. Science 292: 641-642.
86. Knight AT, Cowling RM y Campbell BM (2006) An operational model for implementing conservation action. Conservation Biology 20: 418-419.

© Observatorio de la Sostenibilidad en España
© Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
© Fundación Biodiversidad
© Fundación General de la Universidad de Alcalá

ISBN: 978-84-8476-433-5
NIPO: 770-11-194-8
Depósito Legal: M-7203-2011

Diseño: www.rincondelingenio.com

BIODIVERSIDAD EN ESPAÑA

Base de la sostenibilidad ante el cambio global

Este octavo informe temático del OSE analiza el estado y las tendencias de la biodiversidad en España, considerando su creciente importancia como base para la sostenibilidad ante el cambio global. Asimismo, el informe describe las principales causas de pérdida de biodiversidad en nuestro país y propone una serie de mecanismos de respuesta necesarios para su conservación y uso sostenible.

El reconocimiento de 2010 como Año Internacional de la Biodiversidad ha puesto de manifiesto la relevancia de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad para las sociedades presentes y futuras. En los próximos años, su protección se convertirá en una cuestión esencial para la supervivencia de la humanidad, de tal manera que invertir en nuestro capital natural supondrá un ahorro a largo plazo, para potenciar los vínculos positivos entre biodiversidad, servicios de los ecosistemas y bienestar humano.

España es el país con mayor riqueza biológica del continente europeo y, al igual que sucede en el resto del mundo, está sufriendo una acusada pérdida de biodiversidad. El informe insiste en la necesidad de profundizar en los mecanismos de respuesta para que la conservación de la biodiversidad estimule los procesos de sostenibilidad, atendiendo especialmente a una mejor planificación y gestión que tenga en cuenta el cambio climático y las transformaciones del territorio, así como una valoración adecuada del patrimonio natural para tomar conciencia de que nuestra prosperidad (y los indicadores que la miden, más allá del PIB) depende de la puesta en valor de los servicios de los ecosistemas como una parte esencial de un nuevo modelo de desarrollo sostenible.

El presente informe constituye una fuente de información contrastada y fiable que tiene por finalidad informar a la sociedad y ayudar a los responsables de la toma de decisiones a definir políticas y estrategias de desarrollo sostenible que tengan por base fundamental el uso sostenible de la riqueza patrimonial que supone la biodiversidad.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

Fundación Biodiversidad

Fundación Universidad de Alcalá