

Manual 13

Serie de manuales EUROPARC-España
Segunda edición, revisada y ampliada

Las áreas protegidas
en el contexto del cambio global
**Incorporación de la adaptación
al cambio climático
en la planificación y gestión**



Manual 13

Las áreas protegidas en el contexto del cambio global
**Incorporación de la adaptación al cambio climático
en la planificación y gestión**

Segunda edición, revisada y ampliada

EUROPARC España. 2018

Las áreas protegidas en el contexto del cambio global: incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión. Segunda edición, revisada y ampliada

Ed. Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los espacios naturales. Madrid. 168 págs.

Editado por

Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales

Autores

José Antonio Atauri Mezquida, María Muñoz Santos y Marta Múgica de la Guerra

Coordinación de la edición

Marta Múgica y Javier Puertas

Oficina Técnica de EUROPARC-España
ICEI. Finca Mas Ferré. Edif. A. Campus de Somosaguas
E-28223 Madrid
T. (34) 913 942 522 / 51
F. (34) 913 942 487
oficina@redeuroparc.org
www.redeuroparc.org

Diseño y producción editorial

gráfica futura

Impresión

Artes Gráficas Palermo

Fotografía de portada

Parque Nacional Sierra de Guadarrama
Autor. José A. Atauri

ISBN: 978-84-940457-6-9
Depósito legal: M-21274-2018

Este manual se ha elaborado en el contexto de los proyectos:

Adaptación al cambio climático en la planificación y la gestión de las áreas protegidas en España, encargado por la Oficina Española de Cambio Climático a la Fundación Fernando González Bernáldez y EUROPARC-España. Dirección técnica José Ramón Picatoste y Aida Velasco.

Promover la adaptación al cambio climático en la gestión de las áreas protegidas de España. Convocatoria de Ayudas 2016 para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.

Esta publicación ha sido impresa en papel reciclado



Colaboradores

Alberto Rovira Garcia, IRTA; Álvaro de Torres Suarez, OAPN; Álvaro Hernández Jiménez, Gobierno de Aragón; Amparo Mora Cabello de Alba, P.N. Picos de Europa; Ana Pintó, OECC; Ángel Rodríguez Martín, Junta de Extremadura; Ángel Rubio Romero, Comunidad de Madrid; Ángel Vela Laíña, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; Antonio Curcó Masip, Generalitat de Catalunya; Aurora de la Rosa López, Comunidad de Madrid; Carlos Montes, UAM; Carlos Moreno de Guerra, MAPAMA; Carmen Allué Camacho, Junta de Castilla y León; Cesar Fernández Crespo, Gobierno de Cantabria; Cristina Esteban, consultora; Cristina González Onandía, Fundación Biodiversidad; David Carrera Bonet, Diputación de Barcelona; Enrique Arrechea Veramendi, Gobierno de Aragón; Enrique Eraso, Gobierno de Navarra; Enrique Martínez Pardo, Gobierno de Cantabria; Eva Rodríguez, Fundación Biodiversidad; Fernando Saura, consultor; Francisco Heras Hernández, OECC; Francisco Javier Sánchez, MAPAMA; Francisco José Cantos Mengs, OAPN; Francisco Paños Puñal, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha; Gemma Vilar Martínez, Junta de Andalucía; Jesús Serrada, OAPN; Gloria de Mingo-Sancho, OAPN; Idoia Arauzo, Comunidad de Trabajo de los Pirineos; Ignacio Granados, Comunidad de Madrid; Ignacio Henares, Junta de Andalucía; Ignacio Palomo, Basque Centre For Climate Change; Iñaki Aizpuru Oiarbide, IHOBE-Gobierno Vasco; Jaime Madrigal González, Universidad de Alcalá; Javier Dones Pastor, Centro de Montes y Aserradero de Valsain; Javier Julve del Val, Gobierno de Aragón; Jordi Camprodón Subirachs, Centre Tecnològic i Forestal de Catalunya; Jordi Vayreda Durán, CREAL; José A. Juanes de la Peña, IH, Universidad de Cantabria; José Luis Atutxa Lapatza, Gobierno Vasco; José Luis Rubio, MAPAMA; José Manuel Meneses Canalejo, Junta de Castilla y León; José Santaella Alegre, Diputació de Barcelona; Josep Francesc Diego Vives, Generalitat de Catalunya; Julia Gladiné Martín, FORESPIR; Julio Rodríguez Vivanco, CENEAM; Leonardo Bejarano Manjón, Generalitat de Catalunya; M^a Dolores Maza Vera, TRAGSA; M^a José Pérez Palazón, Universidad de Córdoba; M^a José Polo Gómez, Universidad de Córdoba; M^a Luz Gómez Fernández, Gobierno Vasco; M^a Soledad Redondo Rodríguez, Centro de Montes y Aserradero de Valsain; Mario Velamazán Ros, Gobierno de Murcia; Marta Pardos, INIA; Marta Rozas Ormazabal, Gobierno Vasco; Martí Comellas Serra, Diputació de Barcelona; Miguel Ángel De Zavala, Universidad de Alcalá; Miguel Ángel Mesa Garrido, P.N. y Natural Sierra Nevada; Miguel Cabrera Bonet, Aranzada G.F.; Miguel Casamichana Zabaleta, Gobierno de Cantabria; Miguel Guibert Valencia, Gobierno de Navarra; Mireya Cayón Pardo, Gobierno de Cantabria; Mónica Aparicio Martín, MAPAMA; Natalia Beltrán, OAPN; Nestor Yelo Valero, Gobierno de Murcia; Oscar Schwendtner, Bioma Forestal S.L.; Patricio Bariego Hernández, Junta de Castilla y León; Pepe Barquín Ortiz, IH, Universidad de Cantabria; Rafael Calama Sainz, INIA; Rafael Hidalgo, MAPAMA; Rafael López Argüeso, MAPAMA; Rafael Silva López, Junta de Andalucía; Rogelio Fernández Reyes, Ayto. La Puebla de los Infantes; Sebastien Cahuvin, FORESPIR; Teresa Gil, consultora; Xavi Buqueras, Generalitat de Catalunya; Yolanda Val, Gobierno de Navarra

Manual 13

Serie de manuales EUROPARC-España
Segunda edición, revisada y ampliada

Las áreas protegidas
en el contexto del cambio global
**Incorporación de la adaptación
al cambio climático
en la planificación y gestión**





ZEPA Monfragüe y las Dehesas del entorno. Foto: Javier Puertas

Índice

7	Prólogo
17	1 Resumen ejecutivo
21	Executive Summary
24	2 Presentación
26	2.1 Metodología
28	3 Cambio global y cambio climático
29	3.1 Cambio global
30	3.2 Componentes del cambio climático
34	3.3 Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad
36	3.4 El cambio climático en las áreas protegidas
42	4 Adaptación al cambio climático
43	4.1 Estrategias frente al cambio climático
45	4.2 Adaptación al cambio climático en la agenda internacional
46	4.3 Adaptación al cambio climático en las políticas europeas
49	4.4 Adaptación al cambio climático en las políticas españolas
52	5 La adaptación en las áreas protegidas
53	5.1 ¿Qué importancia tiene la adaptación en las áreas protegidas?
54	5.2 ¿Qué tipo de adaptación tiene sentido en las áreas protegidas?
55	5.3 La adaptación al cambio climático en el contexto del cambio global. Criterios generales
70	6 La adaptación al cambio climático en la planificación de las áreas protegidas
71	6.1 La adaptación en el marco de la planificación
73	6.2 Criterios para la incorporación de la adaptación en el diseño de planes de gestión
92	7 Las medidas de adaptación
93	7.1 Características de las medidas de adaptación
93	7.2 Medidas de adaptación en áreas protegidas
95	7.3 Tipología de medidas de adaptación
104	8 Casos piloto
142	9 Consideraciones finales
146	10 Glosario
150	11 Referencias
158	12 Anexo



Monumento Natural Peñones del Santo. Foto: Javier Puertas

Prólogo

Áreas protegidas en el Antropoceno.

Cómo ir más allá del cambio climático inducido

Los geólogos han denominado Holoceno a un periodo reciente de la historia de la Tierra en el que durante aproximadamente los últimos 11.000 años, el clima global del planeta ha sido relativamente estable, fluctuando la temperatura más o menos en 1°C. Durante este periodo aparecieron la agricultura y la civilización humana. Sin embargo, desde la revolución industrial hace 240 años –lo que representa el 0,1 % de la existencia de la especie humana– la civilización contemporánea se ha construido sobre una economía basada, fundamentalmente, en el uso intensivo de la energía fósil concentrada del carbón, el petróleo y el gas. Como resultado del metabolismo de este modelo económico, se ha incrementado de forma considerable y alarmante la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, lo que ha ocasionado un aumento de la temperatura global del planeta de casi 1°C. Otras consecuencias son la acidificación de los océanos, la alteración de los ciclos del agua, del carbono y del nitrógeno, y la pérdida de biodiversidad.

Estas evidencias –apoyadas en datos empíricos– ponen de manifiesto que hemos entrado en un nuevo periodo geológico denominado Antropoceno, en el que el ser humano está modificando los procesos geoquímicos globales que determinan el funcionamiento de la ecosfera, incluido el sistema climático, con mayor magnitud que los fenómenos naturales. El cambio climático de origen antropogénico es una de las pruebas más fehacientes de la capacidad que tenemos los seres humanos de influir en los sistemas ecológicos a una escala planetaria.

En este contexto, el quinto informe del IPCC sobre el Cambio Climático señala la diferencia entre la variabilidad climática, o cambios climáticos atribuibles a causas naturales, frente al cambio climático antropogénico achacable a las actividades humanas. Esta consideración es importante, especialmente para los sistemas mediterráneos, caracterizados por su elevada diversidad biológica, multifuncionalidad y resiliencia socio-ecológica, ya que a veces las estrategias institucionales de cambio climático obvian que es la propia variabilidad del clima, con la impredecibilidad e incertidumbre de sus precipitaciones y su régimen de perturbaciones naturales –sequías, inundaciones y fuegos–, la que determina la integridad y resiliencia ecológica de los ecosistemas. El ser humano, a través de una serie de prácticas socio-ecológicas tradicionales, acopladas a esta variabilidad climática y régimen de perturbaciones naturales, ha moldeado los paisajes culturales

mediterráneos a modo de “baile adaptativo” entre el sistema sociocultural y los ecosistemas y su biodiversidad.

A menudo, y con el fin de controlar la intensificación y frecuencia de las perturbaciones inducidas por el clima, las estrategias de “lucha” contra el cambio climático no tienen en cuenta la variabilidad socio-ecológica generada por el régimen natural de las perturbaciones, y en consecuencia proponen políticas basadas en beneficios a corto plazo (ej. subsidios perversos que reducen o eliminan el conocimiento ecológico local), o en soluciones tecnológicas que reducen la resiliencia de los ecosistemas (como en el caso de obras hidráulicas proyectadas para controlar la variabilidad hidrológica). Cuando los sistemas socioecológicos reducen su resiliencia se hacen más vulnerables, y entonces las perturbaciones, incluso muy pequeñas, pueden generar un cambio de régimen hacia un estado no deseado, que afecta negativamente a la conservación de la biodiversidad y al flujo de los servicios de los ecosistemas y por ende al bienestar humano de las poblaciones locales. Mantener niveles adecuados de resiliencia ecológica es, por tanto, fundamental para responder a las perturbaciones extremas asociadas a los cambios climáticos generados por las actividades humanas. Así pues, en las estrategias de cambio climático, es muy importante tener en cuenta la variabilidad climática y el régimen natural de perturbaciones que determinan, en gran parte, la resiliencia de los ecosistemas. No hay que olvidar que la historia de la vida, de los ecosistemas y de los seres humanos es la historia del clima de nuestro planeta.

Durante el Antropoceno hemos modificado los patrones o ritmos de cambio considerados “naturales” del planeta, incluido los climáticos, dando lugar a un proceso socioecológico emergente y complejo denominado Cambio Global. Bajo el Cambio Global la coevolución entre naturaleza y sociedad ya no sucede sólo a una escala local o regional, sino planetaria. Nos anuncia y denuncia que vivimos en un planeta humano.

El Cambio Global está caracterizado por los denominados impulsores o motores de cambio. Por un lado están los impulsores directos que se refieren a los factores o conjunto de factores de origen antropogénico, que impactan sobre los procesos ecológicos esenciales de los ecosistemas, y por tanto en las funciones que definen la capacidad de éstos de generar servicios que determinan, en parte, el bienestar humano.

Se consideran seis impulsores directos de cambio fundamentales: los cambios de usos del suelo, el cambio climático inducido, la contaminación de aguas, suelos y atmosfera, las especies exóticas invasoras, los cambios en los ciclos biogeoquímicos y la sobreexplotación de los componentes geóticos y bióticos de los ecosistemas. En España, al igual que en el resto de países en los que se ha llevado a cabo el Proyecto Internacional de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de Naciones Unidas, el impulsor

directo más importante del Cambio Global no es el cambio climático inducido- como se piensa popularmente y se denuncia en muchos foros ambientales- sino los cambios de usos del suelo demandados por el crecimiento económico. Estos cambios de usos del territorio, que se traducen por un lado en el abandono rural y por otro en el proceso de urbanización e intensificación agropecuaria, son los factores que más destruyen y degradan los ecosistemas y, por tanto, los mayores responsables de la pérdida de biodiversidad. Es evidente que los cambios de usos del suelo y el cambio climático inducido están relacionados y se realimentan (por ejemplo, la tala y quema de bosques para usos agropecuarios incrementará la presencia en la atmósfera de gases de efecto invernadero). En cualquier caso, ambos impulsores directos no son percibidos por la sociedad con igual intensidad, pues los cambios de usos de suelo actúan de forma directa, visible y a corto plazo, mientras que el cambio climático inducido lo hace de forma indirecta, no del todo visible, y a medio o largo plazo.

Los impulsores directos de cambio están causados, fundamentalmente, por seis políticas o procesos sociopolíticos, denominados impulsores indirectos de cambio: las políticas económicas, las demográficas, las sociales, las de género, las relativas a ciencia y tecnología y las culturales. Estas políticas actúan de forma sinérgica y difusa, incidiendo sobre uno o varios impulsores directos de cambio, que generan impactos ambientales que a su vez afectan a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Es importante a la hora de diseñar y evaluar la efectividad de las políticas de conservación, separar las estrategias o programas que actúan sobre los efectos o impulsores directos de cambio, de aquellas que inciden en las causas o impulsores indirectos de cambio. Es evidente que si queremos detener la pérdida de biodiversidad, las políticas de conservación no deberían centrarse sólo en minimizar los efectos o impulsores directos de cambio, sino especialmente en gestionar las causas, es decir, incidir en la administración sensata de los impulsores indirectos de cambio.

En este contexto, se constata que el número y la superficie de las áreas protegidas ha aumentado de una forma casi exponencial en las últimas décadas, y sigue creciendo en la actualidad. Sin embargo esta institución formal legal, que constituye la piedra angular de las políticas de conservación, no está siendo efectiva para detener la sexta extinción masiva de especies del planeta en la que ya hemos entrado. Esta realidad puede explicarse por el hecho de que la aplicación de diferentes figuras de protección constituye la respuesta esencial para minimizar los efectos del impulsor directo más importante del cambio global: los cambios de usos del suelo que degradan y destruyen los ecosistemas. Sin embargo, las áreas protegidas no se diseñaron para gestionar las causas relacionadas con políticas como la económica o la demográfica, que no promueven una planificación integrada del territorio y que dan lugar a estos cambios destructivos de usos del suelo. Sólo desde la ambientalización de las

políticas con incidencia territorial se podrá frenar la destrucción de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad ocasionada por la intensificación de los usos del suelo que promueve el crecimiento económico. Así pues, aunque las áreas protegidas juegan un papel esencial frente a la destrucción de la estructura de los ecosistemas de determinados fragmentos del territorio, no suelen ser suficientes para proteger los procesos ecológicos fundamentales, por lo que no consiguen frenar, a medio y largo plazo, la pérdida de biodiversidad.

El Cambio Global se caracteriza por fomentar cambios rápidos, intensos, no lineales y globalizantes que construyen marcos incertidumbre para los que, por lo general, ni los individuos ni las instituciones –incluidas las áreas protegidas– están preparadas para afrontar los desafíos de gestión vinculados a sus dos impulsores directos de cambio más importantes (el cambio de usos del suelo y el cambio climático inducido). Es necesario, por tanto, abordar los problemas ambientales y de conservación asociados a estos impulsores directos de cambio desde el pensamiento sistémico y complejo. En este contexto, las instituciones estáticas y con estructuras rígidas son las más vulnerables frente a los nuevos patrones de cambio establecidos por el Cambio Global. Es el caso de las áreas protegidas, cuya rigidez se refleja en muchos planes de gestión fundamentados en análisis sectoriales, reduccionistas y de rechazo al cambio. Parece evidente que el concepto de área protegida tal y como se creó en siglo XIX y se ha desarrollado en el siglo XX debería repensarse en el siglo XXI para adaptarse a los nuevos desafíos planteados por el Cambio Global.

En primer lugar es importante tener en cuenta que los efectos del cambio climático inducido se apreciarán del mismo modo y con una intensidad similar en los ecosistemas y en la biodiversidad “dentro” y “fuera” de las áreas protegidas. Este hecho planteará nuevos desafíos a los gestores ya que, a medida que cambia el clima, los límites administrativos estáticos no servirán para detener, ni el incremento de los efectos negativos de los usos intensivos de suelo de su entorno, ni los cambios en la composición y riqueza de las comunidades biológicas del interior de las áreas protegidas. Muchas de las especies amenazadas cuyos hábitats están protegidos por alguna figura legal se desplazarán más allá de los límites administrativos de las áreas protegidas, aumentando su riesgo de extinción. Esta realidad pone de manifiesto, aún más, que en el contexto del Cambio Global los problemas de las áreas protegidas son cada vez más sociales y trascienden sus límites administrativos.

Por otro lado, y dentro de las llamadas “soluciones naturales” a los problemas ambientales, se considera que las redes de áreas protegidas constituyen una herramienta fundamental para minimizar los efectos del cambio climático inducido jugando un papel clave en los procesos de mitigación y adaptación. Respecto a los procesos de mitigación, los ecosistemas protegidos almacenan grandes cantidades de carbono presente en la



Parque Natural Posets-Maladeta. Foto: Carlota Martínez

vegetación y en el suelo además de capturar el dióxido de carbono de la atmósfera. Respecto a los procesos de adaptación, los ecosistemas de las áreas protegidas sostienen el clima local y reducen el riesgo de desastres ocasionados por eventos extremos tales como inundaciones, sequías, huracanes, tormentas, tsunamis, etcétera.

La respuesta que se está dando desde el mundo de la conservación frente a los nuevos desafíos planteados por los efectos del cambio climático inducido, para tratar de minimizar las consecuencias de los desplazamientos de las especies protegidas fuera de los límites fijos establecidos de los espacios naturales, y para potenciar los procesos de mitigación y adaptación dentro de las estrategias globales, nacionales y regionales de cambio climático, es seguir incrementando la red de áreas protegidas tanto en número como en superficie, a pesar de los costes políticos, económicos y sociales que esta propuesta implica. Desde el mundo de la administración ambiental surgen entonces las preguntas ¿cuánto territorio protegido es suficiente? ¿quién debe asumir los costes de esta protección? Estas cuestiones surgen en un contexto en el que casi se ha cumplido la Meta 11 del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 del Convenio de Diversidad Biológica, que establece la protección legal del 17% de los hábitats terrestres y de aguas continentales y el 10% de las aguas marinas.

La estrategia de focalizar las políticas de conservación de la biodiversidad básicamente en crear áreas protegidas más extensas y numerosas, y en la contribución de éstas a los procesos de mitigación y adaptación del cambio climático inducido, invisibiliza el territorio donde se encuentran. Este hecho hace que los programas de conservación se centren en los espacios protegidos y no en la gestión del territorio donde desarrollan sus objetivos. Esta miopía territorial hace que sea más fácil y rentable políticamente declarar un área protegida nueva para minimizar a corto plazo los efectos negativos del uso intensivo del suelo y del cambio climático inducido, que demandar una planificación integrada del territorio que analice y gestione las causas de un modelo territorial insostenible.

En consecuencia, aunque las áreas protegidas pueden contribuir a minimizar los efectos no deseables del cambio climático inducido, es fundamental gestionar además sus causas, o lo que lo mismo, los impulsores indirectos de cambio, que deberían reflejarse en transformaciones estructurales de las políticas energéticas, de infraestructuras, de transporte, financiera e industrial. Entre las políticas que necesitan cambios profundos se encuentran las relacionadas con los usos del suelo, que deben dirigirse a evitar la degradación o destrucción de los ecosistemas terrestres y acuáticos. Dada la superficie tan importante del territorio protegido que actualmente existe a escala mundial (13% de los continentes) o nacional (más del 27% en el caso de España), las áreas protegidas pueden jugar un papel fundamental en la coordinación y concertación para desarrollar un nuevo modelo territorial cohesionado y sostenible.

Desde esta perspectiva, las áreas protegidas no serían ya islas estáticas dentro del territorio, diseñadas para constituir el instrumento básico que minimice los efectos de los usos del suelo insostenibles y del cambio climático inducido, para convertirse en herramientas de coordinación y ambientalización del conjunto de políticas con incidencia territorial en la gestión de las causas de los modelos imperantes de usos intensivos del territorio que destruyen los ecosistemas y su biodiversidad. Bajo este marco, las áreas protegidas pueden desempeñar un papel esencial como columna vertebral de un sistema territorial con base socioecológica, que logre construir territorios resilientes que puedan afrontar los desafíos asociados al cambio global ya mencionados.

Otro beneficio reconocido de las áreas protegidas en el Antropoceno es considerar a los ecosistemas protegidos y la biodiversidad que éstos albergan como un capital natural, que si mantiene sus funciones genera un rico y variado flujo de servicios, que contribuyen directa o indirectamente a las diferentes componentes del bienestar humano. Constituye una mirada antropocéntrica a las áreas protegidas, más allá de los valores intrínsecos de la conservación de los hábitats de las especies amenazadas, para tratar de reconectar esta institución legal con la población local, bajo la premisa de que no hay conservación sin desarrollo, ni desarrollo sin conservación. Desde esta aproximación, las áreas protegidas dejarían de ser una herramienta en la que se invierten recursos públicos para la conservación de especies y sus hábitats, para convertirse cada vez más en un producto social que se dirige también a las raíces culturales y al bienestar de la sociedad. En el Antropoceno, la conservación empieza a ser un concepto cada vez más social y participativo, y las áreas protegidas se aproximan más a un concepto socioecológico que ecológico. Se conceptúan como un sistema integrado de humanos en la naturaleza –socioecosistemas– que se gestionan a través de una estrecha colaboración entre científicos de diferentes áreas de las ciencias biofísicas y sociales, gestores y la población local, mediante procesos participativos.

Desde esta nueva concepción socioecológica de las áreas protegidas para el bienestar humano, es fundamental atender tanto a las Metas de Aichi del Convenio de Diversidad Biológica como a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por Naciones Unidas. A través de la Agenda 2030 se pretende que todos los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino para mejorar su calidad de vida. Dado que las acciones planteadas para alcanzar las metas de cada ODS se desarrollan en el territorio, y que la red mundial de áreas protegidas ocupan una extensa superficie, puede resultar muy útil articular diferentes objetivos por su papel fundamental en la conservación de los ecosistemas terrestres (ODS15) y marinos (ODS14), e incidir en el resto de objetivos, incluido el de combatir el cambio climático y sus efectos (ODS13).

Pero tal vez el desafío más importante al que se enfrentan las áreas protegidas en el Antropoceno, para evitar que se conviertan en instituciones legales estáticas en un mundo cambiante, es desarrollar un nuevo sistema de gobernanza dinámico y adaptativo. Un sistema que en vez de focalizarse en crear espacios aislados de su territorio donde se intente detener o frenar los patrones de cambio característicos del Cambio Global, se centre en gestionar estratégicamente la dirección y las condiciones de un cambio socioecológico inevitable, para evitar la degradación de los procesos ecológicos esenciales que determinan la integridad y resiliencia de los ecosistemas protegidos. En definitiva, es necesario que los planes de gestión respeten los límites biofísicos de los ecosistemas protegidos y no protegidos. Las áreas protegidas en el Antropoceno deben aprender a evitar lo inmanejable y gestionar lo inevitable. Por esta razón, los nuevos planes de gestión deberían asumir el cambio inevitable de los sistemas socioecológicos, y explicar la estabilidad de las normativas legales en lugar de asumir la estabilidad legal y explicar el cambio ecológico.

En este contexto EUROPARC-España, con el apoyo de la Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales, ha lanzado un documento estratégico, titulado *Sociedad y Áreas Protegidas*. Este documento, dirigido a las administraciones públicas y a los colectivos sociales y profesionales, incluye los principios transversales y las líneas de acción básicas para apoyar una transición paulatina y adaptativa de la red española de áreas protegidas al nuevo contexto socioecológico definido por el Cambio Global en el Antropoceno en los términos generales que se han explicado.

A través de un marco conceptual integrado e integrador de las diferentes líneas de acción que incluye este Programa se pretende impulsar, desde el pensamiento sistémico y el conocimiento científico transdisciplinar, procesos socioecológicos de creación, innovación, educación y experimentación, con el objetivo de que las áreas protegidas pasen de ser un fin en sí mismas, a convertirse en una herramienta esencial en el desarrollo de una planificación integrada del territorio con base socioecológica, cuya finalidad sea la de promover el bienestar de la población local. Este objetivo justifica el subtítulo del Programa: "áreas protegidas para el bienestar humano".

El Programa presenta a las áreas protegidas españolas frente a los efectos del cambio climático inducido, no de una forma aislada sino en el contexto del proceso emergente del Cambio Global. Se promueve una visión sistémica de la gestión de los impulsores directos de cambio. Esto significa que se prioriza el papel de las redes regionales en la planificación socioecológica del territorio, y no sólo en la gestión de los efectos del cambio climático inducido. Distingue entre las medidas de gestión que minimizan los efectos de los impactos ambientales sobre los ecosistemas y la biodiversidad, y las causas o políticas que lo promueven. En este sentido, y a diferencia de

como se suele percibir, el cambio climático inducido no sería la causa de la pérdida de funcionalidad de muchos tipos de ecosistemas y de la erosión de la biodiversidad, sino el efecto de políticas insostenibles con incidencia territorial. El Programa trata así mismo de administrar de forma sinérgica todos los impulsores directos del Cambio Global, demandando una coordinación de los programas de gestión de sus seis componentes (usos intensivos del suelo, cambio climático inducido, contaminación, cambio en los ciclos biogeoquímicos y sobre explotación de algunos servicios de abastecimiento). Por último, trata de centrar los programas de gestión no sólo en los componentes de los sistemas ecológicos y sociales, sino especialmente en las relaciones complejas e indisolubles que existen entre ambos. En este contexto se desarrolla el contenido de este Manual 13 de EUROPARC-España sobre "Las áreas protegidas en el contexto del cambio global. Incorporación de la adaptación al cambio climático en la planificación y gestión" en su segunda versión revisada y ampliada.

Quedan dos años para la renegociación del Plan Estratégico para la Biodiversidad Biológica (2011-2020). Las nuevas Metas que se propongan para la próxima década deberían centrarse más en la acción y menos en la conversación. Más allá de proteger los hábitats de las especies amenazadas, son necesarias acciones dirigidas a aceptar el nuevo papel de las áreas protegidas, destacando su contribución al bienestar de las poblaciones locales y de la sociedad en general, su papel en la planificación integrada del territorio, y su aporte a los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático inducido. Pero no basta con aceptar las nuevas funciones sociales y económicas que se le están otorgando a las áreas protegidas y que están generando grandes expectativas en el mundo de la conservación. Es necesario apoyarlas con herramientas políticas y financieras, para que estas instituciones formales legales puedan cambiar con el Cambio Global y no ser víctimas del mismo en un entorno cargado de perturbaciones, incertidumbre y sorpresas. En definitiva, si no conseguimos que las áreas protegidas formen parte del territorio y de la sociedad ¿quién protegerá a las áreas protegidas?

Carlos Montes del Olmo
Presidente

Fundación Interuniversitaria
Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales



Parque Natural Sierra de Grazalema. Foto: José A. Atauri

1 Resumen ejecutivo

El cambio global es un proceso complejo, resultado de la interacción de un conjunto de factores que afectan al funcionamiento de los procesos biofísicos a escala global. Los cambios de uso del suelo, las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos, las invasiones biológicas, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos naturales, así como el cambio climático inducido son los principales factores impulsores del cambio global, y sus efectos son evidentes tanto a escala global como local.

Las implicaciones del cambio global sobre el funcionamiento de los ecosistemas son ya perceptibles, y las evidencias muy abundantes en la literatura científica. El Capítulo 2 muestra que se han registrado evidencias de los efectos del cambio climático a todos los niveles de organización: cambios en la variabilidad genética, en la fisiología, en la estructura demográfica, en la fenología y los ciclos vitales de muchas especies, en los patrones de distribución, o en procesos ecológicos como la productividad, los ciclos de materia y, en definitiva, cambios en la provisión de servicios a la sociedad.

La evidencia del cambio global, y del cambio climático en particular, ha desencadenado algunas respuestas relevantes a escala internacional, entre las que destaca la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que a su vez ha llevado a muchos países a la adopción de estrategias y planes dirigidos al cambio climático.

Los modelos climáticos globales prevén que en las próximas décadas la temperatura global en el planeta se incremente. La comunidad internacional ha establecido como límite aceptable de cambio para el año 2100 un incremento de la temperatura media a nivel global de 2°C por encima de los niveles preindustriales. Para hacer frente a los efectos del cambio climático, son posibles dos estrategias complementarias, la mitigación (acciones para la reducción de la cantidad de CO₂ en la atmósfera) y la adaptación, que consiste en reducir la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales al impacto del cambio climático, aumentando su resiliencia (o capacidad de recuperarse tras una perturbación).

Las áreas protegidas, en tanto que insertas en un territorio más amplio, están también sometidas a los efectos del cambio global. Los objetivos de conservación de las áreas protegidas se alinean con los objetivos de adaptación, como una de las estrategias principales para minimizar los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y la biodiversidad que albergan. Así, el mantenimiento de los ecosistemas en un buen estado –con una alta resiliencia y capacidad de suministrar servicios ambientales o servicios de los ecosistemas en el contexto de cambio climático– se considera una de las

principales bases de esta estrategia de adaptación en las áreas protegidas, denominada “Adaptación Basada en Ecosistemas”.

Sin embargo, la consideración expresa del cambio climático en los objetivos de las áreas protegidas requiere el replanteamiento de algunos criterios y una nueva aproximación a la gestión, que contemple unas recomendaciones generales, desarrolladas en el Capítulo 5:

- Adoptar una perspectiva global, integradora, que considere las áreas protegidas y el territorio en el que se asientan como una unidad funcional.
- Gestionar la incertidumbre, basando la toma de decisiones en la mejor información científica, evaluando de forma continua los resultados de las acciones emprendidas.
- Incorporar el cambio como un proceso siempre presente, e incrementar la capacidad de adaptación de los ecosistemas a las nuevas condiciones ambientales y a los cambios en el régimen de perturbaciones naturales.
- Desarrollar nuevas herramientas de gobernanza para un nuevo contexto, incorporando a un mayor número de agentes, mejorando el apoyo social y la sensibilización sobre los efectos del cambio climático.

Los planes de gestión, en sus diversas formas (PORN, PRUG, planes Natura 2000...), son los instrumentos en los que se hacen explícitos los objetivos a alcanzar en las áreas protegidas y la forma de alcanzarlos. Son por tanto la principal y más importante herramienta en la que incluir criterios que permitan desarrollar una gestión dirigida a la adaptación.

Sin embargo, mientras que otros impulsores del cambio están bien identificados y son objeto de los planes de gestión de forma habitual (los cambios de usos del suelo, las especies invasoras o la contaminación), la atención al cambio climático es muy escasa en estos planes, a menudo inexistente. El capítulo 6 desarrolla cómo considerar el cambio climático en todas las fases del proceso de planificación:

- En el diagnóstico, donde es obvia la importancia de una buena caracterización climática y de los efectos del cambio climático, así como el contar con escenarios climáticos regionalizados, que permitan una predicción lo más adaptada posible al territorio en cuestión.
- En la fase de identificación de objetos de conservación, donde deben precisarse los más vulnerables al cambio climático.
- En la formulación de objetivos, que pueden ser explícitos en cuanto a la adaptación.
- En las medidas propuestas para alcanzar los objetivos, que irán dirigidas a incrementar la resiliencia de los objetos de conservación.
- Además, todo el proceso deberá basarse en la mejor evidencia científica disponible,

prever un sistema de seguimiento y evaluación, y considerar la importancia de los procesos de participación y comunicación.

En el diseño de actuaciones de gestión es también posible considerar criterios de adaptación. Para ello, dichas actuaciones deberían tener algunas características distintivas:

- Tener en cuenta de forma expresa los nuevos escenarios climáticos previsibles.
- Contribuir a la capacidad de recuperación de los ecosistemas (resiliencia) ante los efectos de los eventos extremos derivados del cambio climático.
- Basarse en la evidencia científica o en el mejor conocimiento disponible de los efectos del cambio climático sobre los elementos o procesos ecológicos esenciales sobre los que se actúa.
- Los resultados, en términos de mejora de la capacidad de adaptación o de disminución de los efectos del cambio climático, deben ser demostrables y cuantificables.
- El proyecto debe contribuir a alcanzar los objetivos del área protegida, y por tanto estar en línea con los instrumentos de planificación territorial de ámbito superior.

En general, puede decirse que las medidas de adaptación, desde una perspectiva de la Adaptación Basada en Ecosistemas, deben ir dirigidas a mantener ecosistemas en buen estado de conservación, y con él la mayor resiliencia posible. Estas medidas serán diferentes en función de las características y especificidades locales pero, a partir de los casos existentes y de las referencias científicas, pueden darse algunas pautas por grandes tipos de ecosistemas.



Monumento Natural Peñones del Santo. Foto: Javier Puertas

Executive Summary

Global change is a complex process, the result of the interaction of a number of factors affecting the operation of biophysical processes on a global scale. Land use changes, alterations in biogeochemical cycles, biological invasions, pollution and the over-exploitation of natural resources, as well as climate change, are the main factors driving global change and their effects are evident at both the global and the local scale.

The implications of climate change for the operation of ecosystems are already perceptible and extremely abundant evidence is available in the scientific literature. Chapter 2 shows that evidence has been collected on the effects of global change at all organizational levels: changes in genetic variability, in physiology, in demographic structure, in phenology and the lifecycles of many species, in distribution patterns, or in ecological processes such as productivity, material cycles and, in short, changes in the provision of services to society.

The evidence of global change, and of climate change in particular, has triggered a number of significant responses in the international arena, including those highlighted by the United Nations Framework Convention on Climate Change, which in turn has led many countries to adopt strategies and plans to address climate change.

Global climate models foresee that the decades ahead will see an increase in the overall temperature of the planet. The international community has established an increase of 2°C in the mean temperature across the globe above pre-industrial levels as an acceptable limit for the change by the year 2100. In order to face the effects of climate change two strategies are possible: mitigation (reducing the amount of CO₂ in the atmosphere) and adaptation, which consists in reducing the vulnerability of ecological and social systems to the impact of climate change by increasing their resistance or resilience (i.e. the ability to recover after disruption).

Insofar as they are inserted in a wider territory, protected areas are also subject to the effects of global change. The conservation targets for protected areas are in line with the adaptation goals as one of the main strategies to minimize the impacts of climate change on the ecosystems and biodiversity they accommodate. In this way, the maintenance of the ecosystems in good condition, namely with a high resilience and capable of supplying environmental services in the context of climate change, is considered to be one of the main pillars of this adaptation strategy in protected areas, known as “Ecosystem-Based Adaptation”.

Nonetheless, the express consideration of climate change in the targets for protected areas requires the reconsideration of certain criteria and a new management approach contemplating general recommendations, as set out in Chapter 5:

- Adopt a global, integrating perspective that considers protected areas and the territory in which they are located as a functional unit.
- Manage uncertainty by basing decision-taking on the best scientific information, constantly evaluating the outcomes of any actions taken.
- Incorporate change as a process that is always present and increase the ability of ecosystems to adapt to the new environmental conditions and their disruptions.
- Develop new governance tools for a new context, incorporating a larger number of agents, improving social support and sensitization on the effects of global change.

The various types of management plans (“PORN”, “PRUG”, Natura 2000 plans...) are the tools in which the targets to be achieved in protected areas and how they are to be achieved are made explicit. They are therefore the main and most important tool in which to include criteria enabling a management style targeting adaptation.

However, while other drivers of climate change (changes in land use, invasive species or pollution) are well identified and habitually targeted in management plans, the attention shown to climate change is very scant, often non-existent. Chapter 6 develops how to consider climate change in all phases of the planning process:

- During diagnosis, where it is obviously important to count on good characterization of the climate as well as to have regionalized climate scenarios, so that forecasting adapts as closely as possible to the territory in question.
- In the phase for the identification of objects to be preserved, which must specify those most vulnerable to climate change.
- In the setting of targets, which may be explicit in terms of adaptation.
- In the measures proposed to achieve the targets, which will be aimed at increasing the resilience of the objects to be preserved.
- Moreover, the entire process must be based on the best scientific evidence available, foresee a monitoring and assessment system, and consider the importance of participation and communication processes.

When designing management actions, it is possible to consider adaptation criteria. For this purpose, these actions should have certain distinctive characteristics:

- Expressly bear in mind the new foreseeable climate scenarios.

- Contribute to the ecosystems' ability to recover (resilience) following the effects of extreme events derived from climate change.
- Be based on scientific evidence or on the best available understanding of the effects of climate change on the elements or processes on which action is taken.
- The outcomes, in terms of improvement in the ability to adapt to or mitigate the effects of climate change, must be demonstrable and quantifiable.
- The project must contribute to achieving the targets for the protected area and, therefore, be in line with the higher-level planning instruments.

In general, it can be said that adaptation measures, from the standpoint of Ecosystem-Based Adaptation, must aim to keep ecosystems in good conservation status, and so with the greatest resilience possible. These measures will be different depending on the local characteristics and specificities but, starting from existing case studies and scientific references, it is possible to offer general guidance by major types of ecosystem.



2 Presentación

Los efectos del cambio global son el resultado de las interacciones de varios procesos simultáneos: cambios en los usos del suelo (en especial el abandono agrario, los cambios en las políticas agrarias), las invasiones biológicas, la contaminación y la sobreexplotación de algunos recursos naturales, y el cambio climático. Los primeros han sido siempre objeto de atención preferente en la planificación y gestión de las áreas protegidas, y así los planes de gestión suelen ocuparse profusamente de regular los cambios en los usos del suelo, eliminar los problemas de contaminación, asegurar un uso sostenible de los recursos naturales y, donde existen, controlar o eliminar las especies exóticas invasoras.

Sin embargo, el cambio climático no ha sido apenas objeto de atención de los gestores de áreas protegidas, siendo muy escasos los planes de gestión que lo consideran de forma expresa. Ahora que los efectos del cambio climático comienzan a hacerse evidentes, se hace necesario el desarrollo de criterios que permitan considerar la adaptación al cambio climático en la gestión de las áreas protegidas, en un escenario en el que las políticas internacionales y nacionales van a comenzar a priorizar la implementación de este tipo de actuaciones, incluso con instrumentos financieros específicos (como el Plan PIMA-Adapta, que financia desde 2015 acciones de adaptación al cambio climático en la Red de Parques Nacionales y de adaptación de ecosistemas).

En este contexto los objetivos de este documento son:

- proporcionar una base conceptual común y unos principios generales para el desarrollo de la adaptación al cambio climático en las áreas protegidas, y
- proporcionar una herramienta práctica para la consideración de criterios de adaptación al cambio climático en el diseño o evaluación de planes de gestión y en el diseño de medidas de gestión.

El presente documento contiene, además de una revisión sobre la importancia del cambio climático en las áreas protegidas, unos principios de aplicación general para la consideración del cambio climático en la gestión de las áreas protegidas, unos criterios a seguir en el proceso de redacción planes de gestión para considerar la adaptación al cambio climático y recomendaciones para la identificación de medidas de adaptación. Además, se ha desarrollado una herramienta online con una lista de chequeo para aplicar a planes redactados o en fase de participación o información pública, que permite evaluar el grado en que consideran la adaptación al cambio climático (www.redeuroparc.org/proyectos/adaptacion).

Este manual se realiza en el contexto del Programa Sociedad y Áreas Protegidas, impulsado por EUROPARC-España (EUROPARC-España, 2016). Pretende promover la incorporación del conocimiento científico y técnico en materia de cambio climático a la planificación y gestión de nuestras áreas protegidas, ofreciendo una herramienta práctica a los responsables de la redacción de planes de gestión y del diseño de acciones de conservación.

Metodología

Para la realización de este documento, de forma paralela a una revisión bibliográfica del contexto institucional y de la literatura científico-técnica, se realizó una encuesta a gestores de áreas protegidas e investigadores, con el fin de valorar la importancia que se otorga al cambio climático y los aspectos más relevantes del mismo, e identificar casos de buenas prácticas. La encuesta se realizó a través de una plataforma online durante dos meses (diciembre 2015 – enero 2016), recopilándose las respuestas de 70 gestores y 85 investigadores.

Además se realizó un análisis de contenido de una muestra representativa de planes de gestión de diversas tipologías (planes de ordenación de recursos naturales, planes rectores de uso y gestión, e instrumentos de gestión Red Natura 2000), registrando en qué medida el cambio climático en general y la adaptación en particular, era contemplada en estos documentos. Se analizaron un total de 60 planes de gestión.

Los avances en la redacción del documento han sido compartidos con gestores de áreas protegidas e investigadores en cuatro ocasiones: dos seminarios en Valsaín (en abril y diciembre de 2016) y un taller en el Congreso Esparc (Laguardia, junio 2016), así como en el Congreso Europarc 2017 (Portugal, septiembre 2017). Estos foros ayudaron a la identificación de casos de buenas prácticas, la recopilación de medidas de adaptación por tipos de ecosistemas y la formulación de criterios para la inclusión de la adaptación en la redacción de planes de gestión.

Durante el proceso de participación realizado, se identificaron 22 proyectos de adaptación en áreas protegidas, incorporados como casos demostrativos a la Base de Datos de Acciones de Conservación de EUROPARC-España (wikiconservacion.org).

El procedimiento propuesto ha sido aplicado en siete casos piloto, correspondientes a varias tipologías de planes de gestión, incorporándose las lecciones aprendidas de esta aplicación al texto final.

Son los siguientes casos:

- Revisión del PRUG y PORN del Parque Natural Bahía de Cádiz
- Plan de gestión de la Zona de Especial Conservación Sierra de Ayllón
- Proyecto de ordenación forestal del Monte de los Enebrales (Zaragoza)
- Redacción del PRUG del Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo (Zaragoza)
- Revisión del PRUG Parque Nacional del Teide (Tenerife)
- Plan de gestión de la Zona de Especial Conservación Urbasa y Andía (Navarra)
- Proyecto de ordenación forestal del Monte Matagalls (Girona)



Reserva de la Biosfera de Menorca. Foto: Javier Puertas

3 Cambio global y cambio climático

3.1. Cambio global

Bajo el término “cambio global” se incluye el conjunto de cambios ambientales afectados por la actividad humana, con especial referencia a los cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema Tierra (Duarte, 2009). Aunque el cambio es consustancial al funcionamiento de los ecosistemas, dos circunstancias son singulares en el proceso actual de cambio global: su rapidez y el hecho de que la actividad de una sola especie (el ser humano) sea el principal motor de estos cambios. Se caracteriza además por afectar de forma global al planeta, aunque sus efectos se manifiestan de forma diferente en diferentes lugares.

El cambio global es el resultado de la interacción de un conjunto de factores que actúan de manera directa sobre los procesos biofísicos de los ecosistemas y por tanto afectan al flujo de servicios que éstos proporcionan, los llamados impulsores directos (Duarte, 2009; Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011):

- Cambios de usos del suelo, por una parte artificialización del suelo (urbanización) e intensificación agraria, y por otro abandono de las prácticas y usos tradicionales de gestión de los ecosistemas en el medio rural, con consecuencias como pérdida o degradación de hábitats y fragmentación de los mismos.
- El cambio climático inducido: cambios en los patrones de precipitación y temperatura a escala global, debidos a la acción humana, con consecuencias muy relevantes sobre el funcionamiento y distribución de especies y ecosistemas, y con ello sobre los servicios que prestan a la sociedad.
- La contaminación, en especial de las aguas continentales, y la explotación intensiva de servicios de abastecimiento de los ecosistemas. Destaca en especial la sobrepesca en el medio marino y la sobreexplotación de acuíferos, con graves consecuencias sobre los ecosistemas de humedales ligados a procesos de descarga de agua subterránea.
- Las invasiones por especies exóticas son la segunda causa más importante de pérdida de biodiversidad en el Mediterráneo. La translocación global de especies, ligada a la intensa actividad humana, tiene profundos efectos en el funcionamiento de los ecosistemas.
- Alteraciones en los ciclos biogeoquímicos por efecto de la actividad humana. Además de la alteración del ciclo del carbono (con el incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera y los océanos), la actividad humana ha acelerado la

fijación de nitrógeno, que a su vez produce un incremento de N_2O en la atmósfera, y ha incrementado notablemente las concentraciones de compuestos del azufre, con implicaciones en la calidad del aire, del agua y en el clima.

Es muy importante tener en cuenta que los impulsores directos son en realidad la consecuencia de los llamados “impulsores indirectos” del cambio: factores y procesos sociopolíticos que actúan de un modo más difuso, alterando el funcionamiento de los ecosistemas a través de su acción sobre los impulsores directos de cambio. Los principales impulsores indirectos de cambio son demográficos, económicos, sociopolíticos, de género, ciencia y tecnología, y culturales (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011).

El cambio global no puede ser entendido como un fenómeno simple de causa-efecto, sino que obedece a múltiples relaciones causales, muchas de ellas no lineales, que tienen efectos a diferentes escalas espaciales y temporales; por eso una de sus características es la dificultad de predecir su evolución. En la práctica, esta incertidumbre dificulta la toma de decisiones para los gestores de las políticas ambientales. Por ello es necesario, como parte de las estrategias destinadas a evitar o limitar las consecuencias del cambio global, “construir capacidad de adaptación” frente al cambio global en las instituciones, en los procesos de planificación y en la toma de decisiones. Los espacios protegidos del Estado español necesitan adaptar sus modelos de gestión al mundo cambiante del siglo XXI, en su dimensión social, económica y ecológica, para poder seguir ofreciendo a la sociedad el rico y variado flujo de servicios que contribuyen a su bienestar.

3.2. Componentes del cambio climático

De acuerdo a los resultados del V Informe de Evaluación del Grupo Internacional de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el calentamiento del sistema climático es inequívoco, lo cual se manifiesta en el aumento de la temperatura media de la atmósfera y de los océanos, la disminución de la cantidad

Grupo Internacional de Expertos sobre Cambio Climático

El Grupo Internacional de Expertos sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) es el referente científico-técnico para la toma de decisiones en los procesos de negociación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 195 países son miembros del IPCC.

El trabajo del IPCC es el resultado de la aportación voluntaria de miles de científicos de todo el mundo, cuyo principal producto son los Informes de Evaluación. El quinto y último fue publicado en 2014, y proporciona una síntesis y valoración del conocimiento científico y técnico existente sobre cambio climático.

https://www.ipcc.ch/report/ar5/index_es.shtml

Los modelos climáticos

Los modelos globales del clima son la principal herramienta científica para predecir los escenarios climáticos futuros. Son modelos matemáticos que estiman mediante ecuaciones los parámetros climáticos en función de una serie de variables (p. ej. latitud y longitud o insolación entre otras, y también la concentración de gases de efecto invernadero).

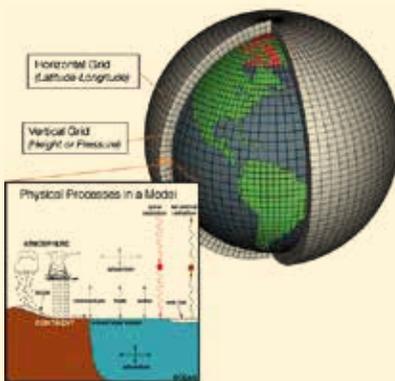
En estos modelos globales, el planeta se divide en una parrilla tridimensional de celdas del orden de centenares de kilómetros. Para cada una de las celdas se aplican las ecuaciones, teniendo en cuenta además las interacciones con las celdas contiguas.

Estos modelos se validan a partir de series de datos largas, de forma que puede cuantificarse la fiabilidad con que estiman el clima pasado y actual. Los modelos globales simulan de forma fiable los principales rasgos del clima global actual en el planeta y producen resultados satisfactorios a escalas hemisférica y continental.

Para definir los escenarios de futuro, estos modelos globales son forzados con hipotéticas concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero y otros factores, que representan posibles sendas en la evolución de las emisiones de dichos gases. El resultado de aplicar el modelo es un cierto rango de valores para las diferentes variables climáticas analizadas.

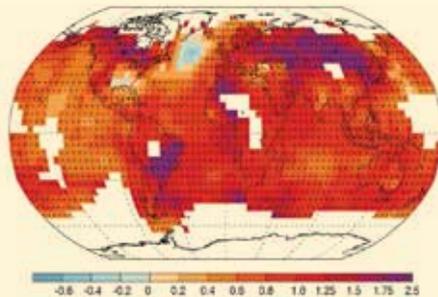
Los modelos globales del clima, por su baja resolución espacial, no son adecuados para llevar a cabo estudios detallados de evaluación de los impactos del cambio climático, ya que estos precisan de una mayor definición espacial, del orden de kilómetros, o incluso información en localizaciones específicas. Para resolver este problema se han desarrollado las llamadas técnicas de "regionalización" o "downscaling", cuyo objetivo es aumentar la resolución de los modelos globales.

Esquema del modelo atmosférico global



Fuente: NOAA

Cambio en temperatura anual media 1910-2012
Tendencia (°C en el periodo)



Fuente: MAGRAMA, 2014a

y extensión de las masas de nieve y hielo, así como el aumento del nivel del mar (MAGRAMA, 2014a).

El cambio climático se produce por desequilibrios en el balance energético de la Tierra, causados tanto por agentes naturales como antropogénicos. Este cambio en los flujos energéticos se conoce como *forzamiento radiativo*. El forzamiento radiativo antropogénico total es positivo; tiene un componente positivo (incremento de energía) de origen humano, principalmente debido al incremento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera ocurrido desde 1750, y otro negativo mucho menor y con un alto grado de incertidumbre, debido al efecto de enfriamiento de los aerosoles y su interacción con las nubes. Así, los gases de efecto invernadero han contribuido al calentamiento entre 0,5 y 1,3°C en el periodo 1951-2010, mientras que los aerosoles contribuyen con un enfriamiento entre 0,6 y 0,1°C.

Debido a la gran inercia del sistema climático y a la persistencia de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, todos los escenarios (incluso el que asume un descenso en la concentración de CO₂) predicen un incremento de las temperaturas medias a escala global para el año 2100, desde 1°C de media en el escenario más favorable, a 3,7°C en el más desfavorable.

En todos los escenarios, con intensidad diferente, se prevé el incremento en las temperaturas medias, la mayor frecuencia e intensidad de los episodios de temperaturas extremas, una tendencia al aumento de la frecuencia e intensidad de las precipitaciones fuertes, y mayor severidad en eventos extremos (inundaciones, sequías, tormentas, incendios). En los océanos se prevé un incremento de la temperatura, acidificación del agua, junto con un incremento del nivel del mar y alteraciones en la circulación oceánica.

En todo caso, estos efectos no ocurrirán de forma homogénea en todo el planeta, sino que serán diferentes en cada región biogeográfica y dentro de cada una, con matices a escala local en los que la incertidumbre en la predicción se incrementa mucho.

En la Región Mediterránea se prevé un incremento en la temperatura superior a la media global, más pronunciada en los meses estivales, en un intervalo entre 3,8°C y 6,0°C a finales del siglo XXI, así como una reducción de la precipitación, en torno al 12% en invierno y el 24% en verano. Paralelamente se producirá un incremento en la frecuencia de las precipitaciones torrenciales (MAGRAMA, 2014a). De hecho, ya se aprecia el incremento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos como olas de calor o sequías, la reducción del caudal de los ríos y mayor incidencia de incendios forestales. Desde el punto de vista del uso de los recursos, se ha producido un incremento en la competencia entre los diferentes usos del agua, con una mayor demanda por parte de la agricultura. En la Región Atlántica, los cambios ya observados comprenden entre otros el aumento de las precipitaciones muy intensas y las tormentas de invierno (y los

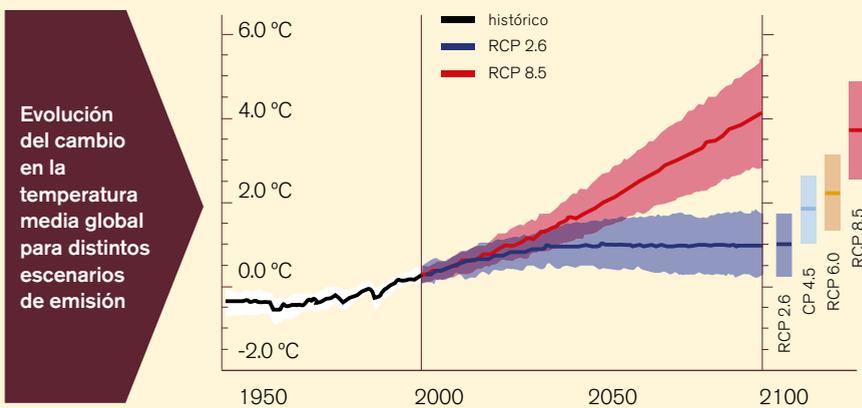
Escenarios climáticos

Con objeto de evaluar las proyecciones futuras del cambio climático, el IPCC ha diseñado cuatro escenarios con un gradiente creciente de forzamiento radiativo para el año 2100 (Sendas Representativas de Concentración o RCP por sus siglas en inglés), en los que se consideran diferentes alternativas en las emisiones de gases de efecto invernadero, desde el incremento a la disminución.

	Fortalecimiento radiactivo	Tendencias del FR	[CO ₂] en 2100
RCP2.6	2,6 W/m ²	decreciente en 2100	421 ppm
RCP4.5	4,5 W/m ²	estable en 2100	538 ppm
RCP6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm
RCP8.5	8,5 W/m ²	creciente	936 ppm

En función de estos escenarios de emisión, aplicando los modelos climáticos globales, pueden estimarse los escenarios climáticos previstos.

Variable	Escenario	2046 - 2065		2081 - 2100	
		Media	Rango probable	Media	Rango probable
Cambio temperatura superficial media (°C)	RCP2.6	1.0	0.4 - 1.6	1.0	0.3 - 1.7
	RCP4.5	1.4	0.9 - 2.0	1.8	1.1 - 2.6
	RCP6.0	1.3	0.8 - 1.8	2.2	1.4 - 3.1
	RCP8.5	2.0	1.4 - 2.6	3.7	2.6 - 4.8



Fuente: MAGRAMA, 2014a

daños asociados), y un incremento en la frecuencia e intensidad de las inundaciones. Las regiones de montaña registran incrementos de temperatura mayores a la media, pérdida de la superficie de glaciares y un ascenso en las áreas de distribución de muchas especies (European Environment Agency, 2017).

3.3. Impactos del cambio climático sobre la biodiversidad

Los efectos del cambio climático antropogénico sobre la biodiversidad son objeto de gran atención por la comunidad científica, y las evidencias a escala global comienzan a ser muy abundantes, documentándose evidencias del cambio climático a todos los niveles de organización. La literatura científica registra casos de cambios en la variabilidad genética y procesos de evolución adaptativa o hibridaciones, alteraciones en la fisiología (alteraciones de la fecundidad, tasas de actividad, sex ratio, resistencia a enfermedades o supervivencia) o incluso en la morfología (se han atribuido al cambio climático alteraciones en la coloración o el tamaño en algunas especies). Los cambios en la fenología de muchas especies son ya muy bien conocidos (adelanto en la migración de aves, en la floración y germinación de plantas o en las fechas de puesta de peces), así como las alteraciones de la dinámica demográfica (cambios de abundancia, en la estructura de edades o el reclutamiento de muchas poblaciones). Las variaciones en los patrones de distribución de especies y hábitats, siguiendo los cambios climáticos, tanto en altitud como en latitud, están entre los fenómenos más estudiados. Los cambios anteriores desencadenan en ocasiones la desincronización en las relaciones entre especies interdependientes (por ejemplo entre predadores y presas que no coinciden en el espacio o en el tiempo), o nuevas interacciones por la colonización de especies anteriormente ausentes (por ejemplo por “tropicalización” o “borealización”). Desde la perspectiva de ecosistemas, se han documentado cambios en la productividad primaria, en la biomasa marina, en las tasas de erosión o flujos de materia, así como afección a muchos servicios prestados por los ecosistemas (Moreno, 2005; MAGRAMA, 2014b; Scheffers et al., 2016; Bellard et al., 2012; ver Doney et al., 2012 para una revisión).

A escala global, se identifican como ecosistemas más vulnerables al cambio climático los de montaña, los humedales y los ecosistemas marinos formados por comunidades de crecimiento más lento (arrecifes de coral, praderas de *Posidonia*) así como los ecosistemas litorales, por la amenaza directa que supone el retroceso de la línea de costa.

En España las evidencias de los efectos del cambio climático sobre la biodiversidad vienen siendo estudiadas desde hace años y las referencias crecen constantemente. Pueden citarse como pioneros los trabajos que demuestran el efecto sobre la fenología de las aves migratorias y sus consecuencias, por ejemplo el desacople entre sus ciclos vitales y los de sus presas (Sanz et al., 2003).

Otro impacto relevante tiene que ver con el desplazamiento de las áreas de distribución de algunas especies, vinculado al desplazamiento de las condiciones climáticas favorables para su persistencia. Se han documentado por ejemplo cambios en la distribución altitudinal de mariposas en el Sistema Central (Wilson et al., 2005), o la colonización de las zonas de cumbres por el piorno (Sanz-Elorza et al., 2003) o de briofitos en Canarias (Lloret y Gómez-Mancebo, 2011).

La compilación de la literatura científica realizada por Herrero y Zavala (2015) sintetiza las evidencias disponibles de los efectos del cambio climático sobre los bosques. Se han verificado alteraciones en la fenología, fisiología y demografía de las comunidades y ecosistemas. Se han registrado cambios en la fecha de foliación, caída de la hoja, floración y fructificación de varias especies arbóreas del norte de la península ibérica, que se asocian al incremento de las temperaturas. La reducción de las precipitaciones se asocia a un mayor decaimiento forestal, que se caracteriza por una reducción en las tasas de crecimiento del arbolado y una mayor mortalidad en algunas especies forestales y mayor incidencia de defoliaciones (Carnicer et al., 2011).

La alta montaña mediterránea es uno de los ecosistemas más sensibles al cambio climático, por su elevada proporción de especies endémicas, con poblaciones pequeñas, requisitos de hábitat elevados y limitadas capacidades de dispersión. En estos ambientes se han documentado abundantes evidencias de los efectos del cambio climático, como cambios en la productividad y abundancia de algunas especies, alteración en los patrones migratorios o cambios en el área de distribución de hábitats y especies (Escudero et al., 2012; Zamora et al., 2015; OPCC-CTP, 2018).

En los ríos y humedales, los cambios en el régimen hidrológico y el incremento de temperatura media del agua serán los efectos clave, con consecuencias en el funcionamiento de estos ecosistemas, en especial en el movimiento aguas arriba de las comunidades propias de aguas frías (CEDEX, 2012).

En cuanto al medio marino, existe acuerdo alto entre los científicos en que el cambio climático está produciendo cambios en los patrones de estacionalidad en las actividades de los organismos y procesos, acidificación y aumento de la temperatura del océano, aumento en el nivel del mar y cambios en el régimen de vientos y sus efectos sobre procesos de mezcla y afloramientos (p. ej., menor intensidad de los afloramientos en el NE peninsular), junto con la desaparición de especies estructurantes (Losada et al., 2014; Kersting, 2016).

Estos cambios en el funcionamiento de los ecosistemas tienen a su vez efectos en el flujo de servicios que proporcionan a la sociedad (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España, 2011).

3.4. El papel de las áreas protegidas ante el cambio climático

Los ecosistemas presentes en las áreas protegidas, como el resto del territorio, están expuestos a los efectos del cambio climático, y sus efectos son ya patentes. Pero dado que las áreas protegidas concentran los valores naturales más relevantes del territorio, los efectos negativos del cambio climático sobre la biodiversidad pueden considerarse cualitativamente mayores.

Considerando el conjunto de las áreas protegidas españolas, el resultado de la encuesta realizada a los gestores muestra que un 60% percibe evidencia suficiente de los efectos del cambio climático. A partir de las respuestas recibidas, estas evidencias pueden agruparse en: cambios en el clima (tanto en parámetros meteorológicos como en la frecuencia de eventos extremos), cambios fenológicos (que son los más inequívocamente ligados al cambio climático), cambios en la distribución de la vegetación (con indicación de un buen número de casos concretos y documentados), cambios en los patrones de distribución de varias especies de fauna y flora, así como de su éxito reproductivo (menor regeneración, menor fructificación), así como alteraciones en procesos biofísicos clave como la formación de suelo, entre otros. La tabla 1 resume los diferentes tipos de evidencias que se citaron en la encuesta, con algunos ejemplos ilustrativos.

Tabla 1. Principales evidencias del cambio climático observadas en los espacios protegidos, con ejemplos ilustrativos aportados en la encuesta realizada a 70 gestores de áreas protegidas españolas

<p>Cambios en parámetros meteorológicos</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Disminución del número de días de nieve▪ Disminución del tiempo de permanencia de la nieve en el suelo▪ Menor número de días de frío extremo▪ Alteración del régimen de temperaturas y precipitaciones en verano▪ Disminución de las precipitaciones medias anuales▪ Aumento de temperatura en la capa superficial marina (0-50 m)
<p>Mayor incidencia de eventos climatológicos extremos</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Sequías más prolongadas▪ Incremento del riesgo de incendio forestal▪ Incremento del fenómeno de gota fría▪ Aumento en la frecuencia de inundaciones▪ Temporales marítimos más frecuentes o intensos
<p>Cambios fenológicos</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Retraso en la pérdida de hojas de especies caducifolias▪ Adelanto de la floración▪ Cambios en la fenología reproductiva de aves y mariposas▪ Cambio de hábitos de aves migratorias▪ Alteraciones en el proceso de polinización

Tabla 1. Principales evidencias del cambio climático observadas en los espacios protegidos, con ejemplos ilustrativos aportados en la encuesta realizada a 70 gestores de áreas protegidas españolas. (Continuación)

<p>Cambios en la distribución de la vegetación</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ascenso de la línea de bosque. Ej: Ascenso en altitud de los pinares de <i>Pinus sylvestris</i>; pinsapares, aumento de cota de la estación óptima para el pino salgareño (<i>Pinus nigra ssp salzmanii</i>) ▪ Extinción (local) de especies de alta montaña (ejemplo <i>Antennaria dioica</i>) ▪ Regresión del bosque caducifolio (tejo, <i>Sorbus</i>, etcétera.) ▪ Sustitución por especies más xéricas: Pérdida de masas de alcornoques en favor del acebuche; decaimiento del encinar y sustitución por <i>Phyllirea latifolia</i> y otras especies ▪ Expansión de especies invasoras y tropicalización de las especies en zonas marinas ▪ Proliferación de la hiedra (<i>Hedera helix</i>) ▪ Desplazamiento o rarificación de hábitats y especies más exigentes en humedad (turberas).
<p>Cambios en la distribución de la fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ascenso del límite inferior de distribución de 18 especies de mariposas de montaña ▪ Modificación en la composición de especies de ropalóceros ▪ Llegada de especies de distribución más meridional (muy marcado en odonatos) ▪ Expansión de especies invasoras y tropicalización de las especies en zonas marinas
<p>Cambios en el éxito reproductivo de especies</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Afección al ciclo vital de algunas especies (Ej. descenso del éxito reproductivo del papamoscas cerrojillo (<i>Ficedula hypoleuca</i>) por desajuste con los ciclos biológicos de sus presas) ▪ Menor fructificación en fagáceas ▪ Reducción o dificultades de regeneración de especies arbóreas
<p>Vulnerabilidad ante enfermedades y plagas</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mayor incidencia de plagas forestales (escolítidos) ▪ Mayor incidencia de la seca de encinas en dehesa ▪ Aumento de enfermedades en especies animales de humedales ▪ Colapso vegetativo en determinados rodales de repoblaciones artificiales y manchas de encinar (secado y muerte en pies de <i>Pinus pinaster</i>, y secado temporal en manchas de <i>Quercus ilex</i> sobre sustrato rocoso) ▪ Aparición de blanquiales en fondos marinos ▪ Mortalidades masivas (75%) de gorgonias (<i>Elisella paraplexauroides</i>, <i>Eunicella...</i>) entre 0 y -25 m de profundidad
<p>Alteración de procesos biofísicos</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cambios en el funcionamiento hidrológico en lagunas ▪ Incremento de la salinización de los campos ▪ Cambios en la línea de costa y erosión costera (ascenso nivel del mar) ▪ Cuña salina fluvial ▪ Pérdida y disminución del caudal de fuentes y manantiales ▪ Alteraciones en el ciclo de nutrientes y de formación de la capa edáfica

Además de constatarse estas evidencias del cambio climático, el 77% de los gestores consideraron que existen hábitats concretos y poblaciones de especies que pueden verse profundamente modificadas como consecuencia del cambio climático. La tabla 2 muestra los ejemplos de hábitats y especies más sensibles al cambio climático citados en la encuesta. Como puede apreciarse, aparecen prácticamente todos los grandes tipos de hábitat (bosques, pastos, estepas, humedales, costeros y marinos), y algunas de las especies características ligadas a ellos.

Tabla 2. Hábitats y especies identificadas como sensibles al cambio climático en la encuesta realizada a 70 gestores de áreas protegidas españolas

<p>Hábitats y especies en el límite de distribución altitudinal</p> <p>Bosques y prados subalpinos, hábitats supraforestales</p> <p>Hayedos calcícolas, robledales de <i>Quercus pyrenaica</i>, tejedales, matorrales</p> <p>Pastos psicroxerófilos, vegetación de ventisqueros y juncianales</p> <p>Fauna: culebra lisa europea, perdiz nival, perdiz pardilla, urogallo, armiño, <i>Parnassius apollo</i></p> <p>Flora: <i>Leontopodium alpinum</i>, <i>Diphasiastrum alpinum</i>, <i>Ranunculus amplexicaulis</i>, <i>Silene ciliata</i>, <i>Geranium cinereum</i>, <i>Ramonda myconi</i>, <i>Dryopteris mindshelkensis</i></p>
<p>Formaciones relictas ligadas a condiciones húmedas o frías</p> <p>Tundra alpina, bosques mesófilos</p> <p>Pinsapares</p> <p><i>Laurisilva canaria</i></p> <p>Especies ligadas a microhábitats húmedos en zonas secas o subhúmedas (ej.: <i>Pinguicula vallisneriifolia</i>, <i>Narcissus longispathus</i>)</p>
<p>Bosques en su límite de distribución</p> <p>Encinares de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus rotundifolia</i></p> <p>Pinares (sud-)mediterráneos de pinos negros endémicos</p>
<p>Hábitats acuáticos o semiacuáticos</p> <p>Prados inundables</p> <p>Turberas</p> <p>Bosques de ribera</p>
<p>Hábitats y especies de tipo estépico</p>
<p>Hábitats de origen antrópico</p> <p>Pastos y prados de siega, praderas de diente subatlánticas</p> <p>Dehesas</p>
<p>Hábitats y especies litorales</p> <p>Marismas halófilas, lagunas litorales, áreas intermareales</p> <p>Bosques litorales</p> <p>Hábitats dunares</p>
<p>Hábitats y especies marinos</p> <p>Praderas de Posidonia, <i>Maërl</i>, <i>Cladocora caespitosa</i>, arrecifes gorgonias, comunidades bentónicas</p>



Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. Foto: Carlota Martínez

Los cambios previstos en el clima y los efectos que ya están teniendo sobre los ecosistemas y la biodiversidad hacen preciso replantear el papel áreas protegidas, incorporando el cambio climático como una de sus prioridades (Araújo, 2011a).

Por su propia naturaleza, las áreas protegidas representan una oportunidad para desarrollar estrategias de respuesta al cambio climático. En primer lugar, por su gran extensión y representatividad: en el mundo comprenden 20,6 millones de kilómetros cuadrados terrestres y 12 millones de kilómetros cuadrados marinos, lo que representa 15,4 % de la superficie terrestre mundial y el 3,4 % de los mares y océanos.

En España, las áreas protegidas representa el 27% de la superficie terrestre y el 8% de la marina (EUROPARC-España, 2017).

Pero además, por sus estructuras de gobernanza (marco legal, mecanismos de participación social, instrumentos de participación), la existencia de una gestión planificada, la mayor disponibilidad de medios destinados al seguimiento y vigilancia, y la presencia de técnicos sobre el terreno son escenarios donde desarrollar estrategias de respuesta al cambio climático (Dudley et al., 2010).

Las áreas protegidas pueden contribuir de forma significativa a la respuesta al cambio climático desarrollando estrategias de respuesta al cambio climático en varias direcciones complementarias (IUCN-WCPA, 2004; Dudley et al. 2010):

- Prevenir la pérdida del carbono que ya está capturado en la vegetación y los suelos, (protegiendo –o restaurando en su caso– aquellos ecosistemas con alta capacidad de almacenar carbono, como los bosques, las turberas o las prederas de fanerógamas marinas entre otros), y evitar la degradación de los ecosistemas naturales con mayores tasas de secuestro de carbono atmosférico. Muchos de estos ecosistemas pueden pasar de ser depósitos de carbono a emisores netos, dependiendo de la gestión que en ellos se realice.
- Mantener la capacidad de los ecosistemas de amortiguar perturbaciones extremas (como inundaciones, tormentas, sequías o incremento del nivel del mar), y mantener (o restaurar) las funciones ecológicas que garantizan el suministro de los servicios esenciales de los ecosistemas a la sociedad, reduciendo la vulnerabilidad del bienestar humano.
- Desarrollar sistemas de seguimiento a largo plazo de los efectos del cambio climático y difundir sus resultados. Proporcionar evidencias de las consecuencias del cambio climático sobre el funcionamiento de los ecosistemas.

Por lo tanto, las redes de espacios protegidos, tanto por su extensión como por la variedad de ecosistemas que incluyen, pueden ser un importante instrumento en la gestión del cambio global, ofreciendo una de las “soluciones naturales” más eficaces contra la crisis climática (Hansen et al., 2003; Dudley et al., 2010 The World Bank, 2009; Harley y Hodgson, 2008; Game et al., 2010; Lhumeau y Cordero, 2012).

Las áreas protegidas, escenarios para la investigación y el seguimiento del cambio climático

El seguimiento y evaluación de los efectos del cambio global en la Red española de Parques Nacionales comprende un **Plan de Seguimiento y Evaluación y un Programa de Investigación** (Bonache et al., 2015). La investigación realizada en este programa en la última década ha permitido documentar efectos del cambio climático muy variados, entre ellos la regresión de los neveros en Picos de Europa y Sierra Nevada, cambios en los límites de distribución de la vegetación y fauna de la alta montaña, o efectos en la fisiología o el comportamiento en poblaciones de aves de montaña, reptiles y anfibios. Además, se han puesto de manifiesto cambios en los sistemas acuáticos, por ejemplo en la composición de especies de efemerópteros y plecópteros en los ríos de Aigüestortes, el incremento de biomasa en Daimiel o alteraciones en los ciclos de carbono y nitrógeno de los ríos de montaña de Aigüestortes, así como los impactos sobre los ecosistemas marinos en Cabrera (García Fernández, 2017).

El **Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada** (wiki.obsnev.es), vinculado al parque natural y nacional, acumula ya datos suficientes como para comenzar a generar resultados útiles para la gestión. Los efectos del cambio climático detectados en este espacio protegido concuerdan con los ya observados en otros lugares: una menor duración de la cobertura de nieve, cambios fenológicos en flora y fauna, o desplazamiento altitudinal de algunas especies (Zamora et al., 2015).



Parque Nacional de Monfragüe. Foto: Javier Puertas

4 Adaptación al cambio climático

4.1. Estrategias frente al cambio climático

Los modelos climáticos globales desarrollados por el IPCC prevén que en las próximas décadas la temperatura global en el planeta se incrementará, independientemente del escenario de emisión de gases de efecto invernadero que se considere. La comunidad internacional, en el acuerdo de París de 2015, marcó como límite aceptable de cambio para el año 2100 un incremento de la temperatura media a nivel global de 2°C por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

Más allá de este incremento, se considera que los riesgos asociados al cambio climático pueden llegar a un nivel peligroso y con consecuencias demasiado graves como para ser asumibles (CMNUCC, 2016). Sin embargo, aunque las diferentes políticas de reducción de emisiones tendrán un efecto sensible sobre la magnitud del cambio a largo plazo, debido a la inercia del sistema climático el cambio se producirá, incluso aunque las emisiones se eliminaran por completo.

Para enfrentarse a este cambio manteniendo el calentamiento por debajo del umbral establecido de 2°C, y reduciendo los riesgos en la medida de lo posible, se plantean dos estrategias complementarias (IPCC, 2007):

- **Mitigación:** políticas y acciones destinadas a la reducción de fuentes y emisiones de gases de efecto invernadero (sustitución por bienes y servicios con menores emisiones, nuevas tecnologías, mejora de la eficacia de las actuales, uso de energías renovables), y al aumento de las tasas de captura de carbono atmosférico y su fijación en “almacenes de carbono” como bosques o turberas.
- **Adaptación:** consiste en reducir la vulnerabilidad de los sistemas ecológicos y sociales al impacto del cambio climático, aumentando su resiliencia (o capacidad de recuperarse tras una perturbación).

El IPCC propone en su último Informe de Evaluación (2014) una variada tipología de enfoques de adaptación para hacer frente a los impactos del cambio climático, que abarcan medidas estructurales, institucionales y sociales, entre otras. La tabla 3 sintetiza esta propuesta y presenta algunos ejemplos genéricos.

Tabla 3. Tipología de medidas de adaptación y algunos ejemplos genéricos.
Adaptado de MAGRAMA, 2014b

Opciones de adaptación por categorías		Algunos ejemplos relacionados con la biodiversidad y los ecosistemas
Estructurales Físicas	Ingeniería	Estructuras de control, regulación, protección y estabilización; adaptación de infraestructuras y equipamientos situados en zonas vulnerables; relocalización
	Basadas en ecosistemas	Restauración y conservación de ecosistemas; conservación de la diversidad biológica; creación de hábitats; mejora de la conectividad; infraestructura verde; soluciones naturales basadas en los servicios de los ecosistemas
	Bienes y servicios del sistema económico	Adaptación de sistemas e infraestructuras vulnerables asociados a la provisión de servicios básicos locales (agua, electricidad, transporte, comunicaciones) y uso público y turismo
Sociales	Educación, capacitación	Integración en programas educativos; formación y capacitación técnica; creación de plataformas de intercambio de información, aprendizaje y buenas prácticas; creación de redes de cooperación; organización de seminarios, talleres, conferencias, jornadas
	Información, Investigación	Elaboración de mapas de peligrosidad, vulnerabilidad, riesgo; generación de bases de datos de alta resolución de indicadores; sistemas de alerta y respuesta temprana; servicios climáticos; evaluación y monitorización de los impactos en los ecosistemas; elaboración de proyecciones de impactos; desarrollo de nuevos escenarios, creación de redes de investigación
	Comportamiento	Sensibilización; voluntariado; planes de evacuación; diversificación de actividades en zonas de riesgo; cambios en prácticas de uso del suelo y de uso público
Institucionales	Economía	Incentivos financieros incluido impuestos y subvenciones; seguros; evaluación económica de los servicios prestados por ecosistemas
	Leyes y regulaciones	Planificación territorial; planificación sectorial; protección civil; códigos de construcción y edificación
	Planes y medidas	Planes de gestión de áreas protegidas; planes locales de adaptación; programas de gestión de riesgos; gestión de concesiones; gestión integrada de cuencas hidrográficas; gestión integrada de zonas costeras; gestión participativa, coordinación intra e interadministrativa

4.2. Adaptación al cambio climático en la agenda internacional

La evidencia del cambio climático ha hecho necesario incluir esta prioridad en la agenda política y en el desarrollo de las diferentes políticas sectoriales, entre ellas la referente a la biodiversidad y las áreas protegidas, en especial en el ámbito internacional (para una revisión véase Harley y Hodgson, 2008; CONANP, 2012; Dudley et al., 2010; Magrín 2015).

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) tiene como objetivo lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático.

Durante la 16ª Conferencia de las Partes (COP 16; Cancún 2010), los Estados firmantes adoptaron el Marco de Adaptación de Cancún dándole a la adaptación el mismo nivel de prioridad que a la mitigación. Este Marco tiene como objetivo mejorar la acción para la adaptación mediante la cooperación internacional y la consideración coherente de asuntos relacionados con adaptación en el ámbito de la Convención. El Marco de Adaptación de Cancún promueve el reforzamiento de la resiliencia de los sistemas socioeconómicos y ecológicos, mediante medidas tales como la diversificación económica y la gestión sostenible de los recursos naturales.

La 21ª Conferencia de las Partes (COP 21; París 2015), que tuvo como resultado la adopción del Acuerdo de París, supuso un hito en las negociaciones internacionales de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. El Acuerdo establece, entre otros objetivos, mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de los 2°C respecto a los niveles preindustriales -llevando a cabo esfuerzos adicionales para que este incremento no supere los 1,5°C-, así como la necesidad de contar con una respuesta de todos para hacer frente a este reto. El Acuerdo incluye además un aspecto clave: los impactos del cambio climático ya se están sintiendo y no pararán de aumentar si no se detienen urgentemente las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello considera la adaptación a los impactos del cambio climático como un objetivo común para todos los países. Este objetivo busca fortalecer la resiliencia para reducir la vulnerabilidad al cambio climático. Además, el Acuerdo reconoce también que mitigación y adaptación son dos caras de la misma moneda y que, a mayor reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, menores serán las necesidades de adaptación a los impactos del cambio climático.

Tras la COP21, las Cumbres del Clima de Marrakech (COP22) y Bonn (COP23), en 2016 y 2017 respectivamente, han permitido establecer un calendario para la elaboración del Programa de Trabajo del Acuerdo de París, que deberá estar finalizado en 2018 (COP24 Katowice). Este Programa incluye las reglas con las que articular cada área del Acuerdo.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático es el principal foro intergubernamental internacional para negociar la respuesta mundial al cambio climático, pero los objetivos de lucha contra el cambio climático se encuentran también entre las prioridades de otros foros globales y sus documentos estratégicos, como es el caso del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 de la Convención sobre la Diversidad Biológica y asimismo como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el marco de la Agenda 2030¹.

Respecto a las áreas protegidas, la Convención sobre la Diversidad Biológica es el instrumento de referencia internacional, y su Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas es una de las principales herramientas para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, priorizando las oportunidades de utilizar las áreas protegidas en el marco de sus estrategias de respuesta al cambio climático.

En el objetivo “Mejorar sustancialmente la planificación y administración de áreas protegidas basadas en el sitio” se incluye el “Integrar las medidas de adaptación al cambio climático a la planificación de áreas protegidas, a las estrategias de gestión” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2004).

4.3. Adaptación al cambio climático en las políticas europeas

El cambio climático en la Unión Europea y sus efectos en los diferentes sectores de actividad son evidentes, mensurables y reconocidos en documentación oficial (European Environment Agency, 2017). En la Unión Europea, el proceso de definición de la política de adaptación comenzó en 2007 con la adopción del Libro Verde sobre Adaptación, continuó en 2009 con el Libro Blanco sobre Adaptación, y culminó en 2013 con la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático, con un horizonte 2013-2020 (García et al., 2015).

Entre sus objetivos está la promoción de acciones de adaptación en los Estados miembros, la ampliación y difusión del conocimiento sobre la adaptación y la promoción de la adaptación en los sectores más vulnerables. En ella se prevén iniciativas para integrar la adaptación al cambio climático en las políticas de biodiversidad, incluyendo la planificación y gestión de la Red Natura 2000. Como complemento

1— Bajo los auspicios del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) se constituye como una herramienta para reforzar la interfaz científico-política sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, a fin de contribuir a la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica, al bienestar humano y al desarrollo sostenible. Pretende identificar, priorizar y evaluar la información científica disponible, para generar el conocimiento necesario para apoyar la toma de decisiones y la elaboración de políticas (<https://www.ipbes.net>).

Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030)

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Metas: Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.

Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional en relación con la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana.

Poner en práctica el compromiso contraído por los países desarrollados que son parte en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con el objetivo de movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales para el año 2020, procedentes de todas las fuentes, a fin de atender a las necesidades de los países en desarrollo, en el contexto de una labor significativa de mitigación y de una aplicación transparente, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible.

Promover mecanismos para aumentar la capacidad de planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, centrándose en particular en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas.

Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi

Objetivo estratégico D: Aumentar los beneficios de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas para todos.

Meta 15: Para 2020, se habrá incrementado la resiliencia de los ecosistemas y la contribución de la diversidad biológica a las reservas de carbono, mediante la conservación y la restauración, incluida la restauración de por lo menos el 15 por ciento de las tierras degradadas, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático y a la adaptación a este, así como a la lucha contra la desertificación.

a la estrategia de adaptación, la Comisión Europea también dispone de directrices para el desarrollo de estrategias de adaptación² (ETC/ACC. 2010; European Commission, 2013a).

Además, la adaptación se encuentra incluida en otras estrategias sectoriales. En materia de conservación debe destacarse la Estrategia Europea sobre Biodiversidad “Nuestro seguro de vida, nuestro capital natural: una estrategia de biodiversidad de la Unión Europea para 2020”, acorde con los compromisos asumidos en la décima reunión de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica y aprobada en 2011.

²—Herramienta online para aplicación de las directrices para el desarrollo de estrategias de adaptación: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/adaptation-support-tool/key-principles>

Esta Estrategia está dirigida a proteger la biodiversidad de Europa y mejorar su situación en la próxima década, y parte de la premisa de que la aproximación más eficiente frente a la pérdida de biodiversidad y la adaptación al cambio climático es la basada en el mantenimiento y restauración de la integridad de los ecosistemas, y con ella de los servicios (de abastecimiento, regulación, culturales) que proporcionan a la sociedad. La Estrategia Europea de Biodiversidad subraya la importancia de afrontar el cambio climático en la Unión Europea, en concreto mediante la gestión eficaz de la Red Natura 2000.

La estrategia comprende seis objetivos prioritarios que abordan los principales factores de pérdida de biodiversidad, y que buscan reducir las presiones más importantes que soportan la naturaleza y los servicios de los ecosistemas, integrando los objetivos de biodiversidad en políticas sectoriales clave. Entre sus metas está la contribución a los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático, y la lucha contra las especies invasoras.

Por otro lado, la Comunicación de la Comisión Europea sobre Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa (COM(2013) 249 final), plantea el papel de la biodiversidad y la Red Natura 2000 como elemento fundamental para catalizar el desarrollo de la Infraestructura Verde y su estrecha vinculación con la adaptación al cambio climático.

En el ámbito específico de las áreas protegidas, la Agencia Europea de Medio Ambiente publicó en 2010 un documento de directrices para la adaptación al cambio climático (ETC/ACC, 2010), y en 2013 un documento de directrices para incorporar la mitigación y adaptación al cambio climático en la gestión de Natura 2000 (European Commission, 2013b) basado en cinco principios generales:

- Reducir las presiones existentes.
- Asegurar la heterogeneidad de los ecosistemas.
- Incrementar la conectividad.
- Asegurar las condiciones del medio abiótico.
- Gestionar los impactos de eventos climáticos extremos.

Como consecuencia de la aprobación de la Estrategia por la Comisión Europea, algunos Estados miembros han desarrollado sus propias estrategias nacionales (España, Reino Unido, Dinamarca, Francia, Alemania; ver MAGRAMA (2016) para una revisión).

Por su parte, el último documento estratégico a nivel mundial para las reservas de la biosfera cuenta entre sus objetivos la contribución a la mitigación del cambio climático y la adaptación a éste (UNESCO, 2016).

4.4. Adaptación al cambio climático en las políticas españolas

En España, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) se adoptó en el año 2006 como marco de referencia y coordinación nacional para las iniciativas y actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Los elementos clave del PNACC se resumen en (García et al., 2015):

- Integración de la adaptación en la normativa nacional y en la planificación y gestión de los sectores vulnerables al cambio climático.
- Elaboración y difusión de proyecciones del clima futuro en España, con escenarios climáticos regionalizados.
- Refuerzo de la coordinación entre las administraciones de los niveles nacional, autonómico y local.
- Establecimiento de alianzas con socios públicos y privados.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se desarrolla a través de Programas de Trabajo, que han producido ya numerosos resultados en sus cuatro ejes de actuación - la evaluación sectorial de impactos, la integración en normativa, la movilización de actores y el establecimiento de un sistema de indicadores - y en sus dos pilares básicos - la coordinación administrativa y la potenciación de la I+D+i orientada a las necesidades del Plan.

El Tercer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2014-20, actualmente en vigor, señala de forma explícita la necesidad de integrar la adaptación en la planificación de las áreas protegidas, mediante su incorporación en los instrumentos de planificación, como una de sus líneas de actividad programadas. Literalmente, el Tercer Programa de Trabajo identifica entre sus líneas de actividad la siguiente:

“Desarrollo de directrices para integrar la adaptación en los instrumentos de ordenación de los recursos naturales y planificación y gestión de espacios protegidos. Aplicación piloto en Planes de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG)”.

Las comunidades autónomas, en el ejercicio de sus competencias, han desarrollado y mantienen unos marcos de planificación y una serie de iniciativas en materia de adaptación al cambio climático (OECC, 2014). El desarrollo de estrategias o planes para afrontar el cambio climático es muy variable en las comunidades autónomas, así como el grado de compromiso que suponen, que se refleja en el rango normativo empleado para aprobar planes y estrategias³.

3—Pueden consultarse los planes o estrategias aprobados en cada comunidad autónoma en la Plataforma AdapteCCA <http://adaptecca.es/administracion-autonomica-local/comunidades-autonomas>

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Líneas de actuación en materia de Biodiversidad

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

En cuanto a la legislación de conservación de la naturaleza, el Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 2011-2017 (Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre) aprobado en aplicación de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, integra las líneas prioritarias de trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, que se consideran en el marco de referencia en la materia.

La adaptación al cambio climático se refleja en la legislación española de espacios protegidos reciente. Así, la Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad contiene un objetivo relativo al cambio climático: "i) La prevención de los problemas

emergentes consecuencia del cambio climático, la mitigación y adaptación al mismo, así como la lucha contra sus efectos adversos." Además se prevé su desarrollo como parte de la futura "Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas" (Art 15.2), actualmente en proceso de elaboración.

En el caso específico de parques nacionales, el Plan Director de la Red (Real Decreto 389/2016) recoge entre las medidas de seguimiento la "constitución de una red de seguimiento de las perturbaciones asociadas al cambio global y desarrollar mecanismos de alerta temprana antes de su aparición, especialmente respecto a las provocadas por la actividad humano", que se concreta en el un programa de seguimiento del cambio global coordinado por el OAPN.

Así mismo, el segundo Plan de Acción para las Reservas de Biosfera Españolas (OAPN, 2013) incorpora la adaptación como uno de los objetivos de las reservas de biosfera.



Reserva Natural Lagunas de Villafáfila. Foto: Javier Puertas

5 La adaptación en las áreas protegidas

5.1. ¿Qué importancia tiene la adaptación en las áreas protegidas?

El cambio climático antropogénico es objeto de una creciente atención en la documentación técnica referida a áreas protegidas, por ejemplo con recomendaciones dirigidas a la incorporación de la adaptación al cambio climático en la gestión (WWF, 2003; Welch, 2005; Heller y Zavaleta, 2009; Dudley et al., 2010; CONANP, 2012; European Commission, 2013b), pero su reflejo en la práctica es aún muy limitado (Poiani et al., 2012).

Respecto a la planificación de las áreas protegidas, los resultados del análisis de una amplia muestra de instrumentos de planificación en España (PORN, PRUG y planes de gestión Natura 2000), muestra que son muy pocos los que consideran el cambio climático de forma explícita, apareciendo solo en algunos posteriores a 2013. Esto pone de manifiesto que el impacto del cambio climático y la necesidad de adaptación es una preocupación relativamente reciente en este ámbito; se encuentra más desarrollado en planes de gestión de Red Natura 2000 o en PRUG aprobados recientemente o en fase de redacción.

Normalmente, cuando aparece, la consideración al cambio climático se limita a referencias generales al clima, siendo más raro encontrar documentos con escenarios regionalizados de cambio climático o análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de los objetos de conservación. Probablemente se trata de información generada muy recientemente, desconocida o inaccesible para los equipos técnicos dedicados a las áreas protegidas.

De forma general, no suele haber en los documentos de planificación objetivos explícitos referidos al cambio climático o a la necesidad de adaptación. Esto es independiente de que existan referencias al mismo en el diagnóstico o en las medidas.

Respecto al tipo de medidas relativas al cambio climático incluidas en los planes, las más frecuentes se refieren a la mejora del conocimiento. Probablemente los gestores perciben que no existe todavía evidencia suficiente sobre los efectos del cambio climático como para intervenir de forma proactiva sobre especies o hábitats concretos.

Las medidas explícitas de adaptación son escasas, y preferentemente se dan en el ámbito de la gestión forestal (ver Anexo para una recopilación de acciones de adaptación en España). En todo caso, puede considerarse que muchas medidas de gestión tienen un componente de adaptación: la mayor parte de las actuaciones

dirigidas a mejorar el estado de conservación de hábitats o ecosistemas, a incrementar la heterogeneidad o la diversidad de especies, o a reducir la exposición a perturbaciones como el fuego o las inundaciones están, de hecho, contribuyendo a una mayor adaptación al cambio climático.

5.2. ¿Qué tipo de adaptación tiene sentido en las áreas protegidas?

Desarrollar la capacidad de adaptación al cambio climático en el ámbito de las áreas protegidas es una de las estrategias principales para minimizar los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas y la biodiversidad que albergan. El mantenimiento de los ecosistemas en un buen estado - que mantengan una alta resiliencia y capacidad de suministrar servicios ambientales en el contexto de cambio climático - se considera como una de las principales bases de esta estrategia de adaptación en las áreas protegidas.

De acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2011), en los últimos 50 años la mayoría de los ecosistemas en España han sufrido una importante reducción en su capacidad de generar servicios. Debido a los efectos del cambio global - de los que el cambio climático es uno de sus principales impulsores - los ríos y humedales han visto reducida su capacidad de suministrar agua de calidad o de minimizar el efecto de las inundaciones, los sistemas litorales son más vulnerables a las tormentas, los bosques han visto incrementada su vulnerabilidad a la sequía o los incendios.

La Adaptación Basada en Ecosistemas es una estrategia de adaptación definida como "la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. (...) Su propósito es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas" (IUCN, 2009).

Los principios de la adaptación basada en ecosistemas, serían (Lhumeau y Cordero, 2012):

- Centrarse en la reducción de las presiones no climáticas.
- Involucrar a las poblaciones locales.
- Desarrollar estrategias con múltiples socios, alineando los intereses de la conservación, el desarrollo y la disminución de la pobreza.
- Aprovechar las buenas prácticas existentes en la gestión de los recursos naturales
- Adoptar enfoques de gestión adaptativa.
- Integrar la adaptación basada en ecosistemas en estrategias de adaptación más amplias.
- Comunicar y educar.

5.3. Criterios generales para la adaptación al cambio climático en las áreas protegidas

La traducción de la evidencia disponible sobre las causas del cambio climático y su efecto en los ecosistemas en unos principios básicos sobre los que orientar la gestión de las áreas protegidas en el contexto del cambio global es posible, a pesar de las incertidumbres existentes y las carencias de conocimiento en algunas áreas. Estos principios pueden desarrollarse en directrices generales, que deberán considerarse tanto a escala regional, como de redes de áreas protegidas y lugares concretos, y tanto a corto como a largo plazo.

Estos principios y criterios deben permitir a los gestores de áreas protegidas incorporar el cambio global a las herramientas de planificación y a la gestión de ecosistemas, hábitats y especies. Plasmar estos criterios generales en medidas concretas exige una consideración caso por caso en función de las características ecológicas de cada lugar y de las alternativas técnicas disponibles.

Se proponen a continuación algunas recomendaciones para el desarrollo de la capacidad de adaptación al cambio global en las áreas protegidas, estructuradas en torno a cinco principios básicos:

- **Considerar la perspectiva global. De los espacios protegidos a las redes, y el territorio como sistema.** Las áreas protegidas son una herramienta para gestionar el cambio global, pero por sí solas no serán suficientes. Es necesaria una perspectiva integradora, a escala global y largo plazo, que considere las áreas protegidas y el territorio en el que se asientan como una unidad funcional.
- **Gestionar la incertidumbre: la importancia de la investigación y el seguimiento.** Las incertidumbres asociadas a los modelos predictivos hacen imprescindible que la toma de decisiones se base en la mejor información científica, que se disponga de sistemas de seguimiento que informen de los efectos del cambio global, junto con un modelo de gestión adaptativa que evalúe de forma continua los resultados de las acciones emprendidas.
- **Incorporar el cambio como un proceso siempre presente a la planificación y la gestión de los espacios protegidos.** Los ecosistemas están inmersos en un proceso de cambio constante. Es preciso contar con la sucesión ecológica como un proceso natural y no gestionar en su contra, e incrementar la capacidad de los ecosistemas de adaptarse a las nuevas condiciones ambientales y a las perturbaciones.
- **Desarrollar nuevas herramientas de gobernanza para un nuevo contexto.** Es preciso desarrollar nuevas formas de gobierno de las áreas protegidas,

incorporando a un mayor número de agentes, y definir modelos de gestión viables en el nuevo contexto socioeconómico y ambiental.

- **Mejorar el apoyo social** y la sensibilización sobre los efectos del cambio global.

A continuación se desarrollan estos cinco principios básicos en directrices para la adaptación al cambio climático en las áreas protegidas, que se sintetizan en la Tabla 5:

1. Considerar la perspectiva global. De los espacios protegidos a las redes, y el territorio como sistema

La planificación de las redes de áreas protegidas es una herramienta fundamental en la gestión de los efectos del cambio climático, si se incorporan criterios de adaptación a los habitualmente utilizados en el diseño de redes, y en la delimitación y zonificación de áreas protegidas (representatividad, rareza, etcétera) (EUROPARC-España, 2008; MAGRAMA, 2016). Los efectos globales del cambio climático refuerzan la necesidad de planificar desde una escala de redes y sistemas de áreas protegidas.

Para ello se recomienda:

- ▶ Considerar el territorio como un sistema: integrar las áreas protegidas en su contexto territorial. Incorporar criterios de conservación en la planificación de la matriz territorial fuera de los espacios protegidos.
- ▶ La gestión en un escenario de cambio climático requiere considerar conjuntamente diferentes escalas espaciales (local, regional, global) y temporales (corto, medio y largo plazo).
- ▶ Incorporar los aspectos sociales y económicos a la definición de los modelos de planificación. Reforzar el papel de las áreas protegidas como ejemplos demostrativos de modelos de gestión ante el cambio climático extrapolables al conjunto del territorio.
- ▶ Reforzar el papel de las redes de espacios protegidos y diseñar y evaluar los objetivos de conservación desde la perspectiva de redes y no tanto de espacios protegidos individuales.
- ▶ Utilizar técnicas de planificación que consideren la incertidumbre asociada al cambio climático, y sean capaces de incorporar una amplia variedad de escenarios futuros.
- ▶ Promover la conectividad a escala regional: mantener o mejorar la permeabilidad para el movimiento de las especies y procesos ecológicos. De esta forma se proporcionan más oportunidades para la el desplazamiento de las especies cuya

estrategia frente al cambio climático sea desplazarse siguiendo las condiciones óptimas de hábitat. Identificar, conservar o restaurar corredores o zonas de alta permeabilidad.

- ▶ Incluir explícitamente en la planificación aquellos ecosistemas degradados, cuya restauración sea viable.
- ▶ Identificación de refugios climáticos; dar prioridad a la identificación y protección de aquellas zonas con menos probabilidades de sufrir cambios significativos inducidos por el cambio climático.
- ▶ Prestar atención especial a las poblaciones aisladas o en el límite de distribución de una especie, que pueden constituir reservas genéticas, de especial importancia en un contexto de movilidad poblacional o de reducción de hábitat debido al cambio climático.
- ▶ Es importante incorporar los sistemas de seguimiento a redes más amplias (LTER u otras), con objeto de poder comparar los datos, e interpretarlos en un contexto regional.
- ▶ Implementar o revitalizar la participación en redes de investigación como GLOBIMED y otras, así como desarrollar herramientas de transferencia del conocimiento científico a la gestión.
- ▶ Los efectos del cambio climático pueden alterar las áreas de distribución de ecosistemas y especies. Prever mecanismos que permitan la adecuación de las redes de áreas protegidas a nuevas situaciones socio-ecológicas que puedan darse a medio y largo plazo.

2. Gestionar la incertidumbre:

la importancia de la investigación y el seguimiento

Dado el importante componente de incertidumbre asociado al cambio climático y las interacciones con otros procesos de cambio, la mejora del conocimiento y el fortalecimiento de la investigación es un pilar fundamental sobre el que construir capacidad de gestión adaptativa.

La producción científica sobre los efectos del cambio global y del cambio climático - en particular en el ámbito de la conservación de la biodiversidad - es muy abundante, pero su transferencia práctica a la gestión es muy escasa. La revisión de la investigación realizada en España sobre cambio global en la red de parques nacionales hasta 2014 - basada en el análisis de las publicaciones científicas obtenidas como resultado de los proyectos financiados por el OAPN - muestra que la mayoría de

ellos se orientaron al avance de conocimiento (con un importante sesgo hacia ciertas áreas de conocimiento), y no tanto a su aplicación a la gestión (Pineda et al., 2014).

Existe por tanto una dificultad objetiva de llevar a la práctica las recomendaciones de estos documentos, pero a la vez una necesidad perentoria de comenzar a actuar sobre el terreno, a la vista de los efectos de los motores del cambio global sobre los espacios protegidos (cambios en el clima, cambios de uso del suelo, especies exóticas invasoras, etcétera).

Por ello es imprescindible la puesta en marcha de mecanismos de transferencia del conocimiento científico y de las propuestas académicas sobre el cambio global, aún de carácter muy teórico, a la planificación y gestión de los espacios protegidos. Además de generar nuevo conocimiento, hay que establecer puentes permanentes, flujos de colaboración, entre el mundo académico y el de la toma de decisiones. Tras varias décadas de experiencia acumulada de investigación en los espacios protegidos, se dan las condiciones objetivas para el trabajo conjunto, colaborativo y coordinado entre la comunidad científica y las administraciones gestoras. Un ejemplo al respecto puede ser el programa de investigación en la Red de Parques Nacionales, con el que se pretende impulsar la investigación científica aplicada a la resolución de problemas de gestión.

Investigación en la Red de Parques Nacionales

El Organismo Autónomo Parques Nacionales viene desarrollando desde 2002 el **Programa de Investigación en la Red de Parques Nacionales**. El Programa de Investigación, elaborado con la colaboración de un Comité Científico, es el documento de referencia para el desarrollo de la investigación en el ámbito de la Red de Parques Nacionales.

El programa de investigación se desarrolla mediante la Convocatoria Anual de Ayudas a la Investigación, a la que concurren competitivamente un gran número de organismos públicos de investigación. En el periodo 2007-2015 se financiaron 142 proyectos de investigación, con una dotación media de 75.000 € por proyecto, de los que 39 (27,46%) tuvieron como objetivo los efectos del cambio global.

La transferencia del conocimiento generado se realiza mediante la celebración anual de unas Jornadas de Investigación, donde se reúne a todos los investigadores que han sido beneficiarios de la convocatoria de ayudas, para que puedan mostrar sus resultados a los gestores de los parques nacionales.

La difusión y divulgación de los resultados de los proyectos se realiza a través de las publicaciones del Organismo Autónomo Parques Nacionales, en especial la colección "Investigación en la Red", que cada año presenta un resumen de los proyectos financiados.

Además de generar nuevo conocimiento y transferirlo a la gestión, es preciso mantener sistemas de seguimiento del estado de los ecosistemas y sus respuestas al

cambio global. En España las redes de seguimiento del cambio global son muy escasas y con un grado de desarrollo incipiente. En el ámbito estatal pueden destacarse la Red Española de Investigación Ecológica a Largo Plazo (LTER-España), dirigida al seguimiento ecológico y socio-económico a largo plazo, y en el ámbito de las áreas protegidas, las iniciativas coordinadas desde el Organismo Autónomo Parques Nacionales, en especial la Red de Seguimiento del Cambio Global de la Red de Parques Nacionales (ver cuadro y Tabla 4).

Red de Seguimiento de Cambio Global en la Red de Parques Nacionales

Integrada en el Plan de Seguimiento de la Red de Parques Nacionales, está formada por una red de estaciones permanentes de adquisición de datos, en seis parques nacionales. Su objetivo principal es crear una infraestructura de adquisición, almacenamiento y proceso de datos "in situ", además de su intercambio con la comunidad científica, que permita el desarrollo de un sistema de evaluación y seguimiento de los impactos que se pueden generar en la Red de Parques Nacionales españoles como consecuencia del cambio global.

Se lleva cabo mediante un convenio de colaboración entre el Organismo Autónomo de Parques Nacionales, la Oficina Española de Cambio Climático, la Agencia Estatal de Meteorología y la Fundación Biodiversidad, con la colaboración de Ferrovial-Agromán.

www.mapama.gob.es/es/red-parques-nacionales/red-seguimiento/divulgacion.aspx

Paralelamente a estas redes de ámbito nacional, existe una multitud de iniciativas de seguimiento desarrolladas en los espacios protegidos de forma individual (tabla 4). En general están muy orientadas a las necesidades de la gestión, por lo que existe una cierta heterogeneidad en los parámetros de seguimiento, aunque predominan los parámetros climáticos y el seguimiento de poblaciones de especies amenazadas, y en ocasiones se cuenta con series temporales de datos muy largas, por lo que existe un gran potencial para el seguimiento del cambio global, para lo que es fundamental desarrollar mecanismos para que las diferentes plataformas de seguimiento existentes trabajen de forma coordinada.

Tabla 4. Iniciativas de seguimiento ecológico a largo plazo en espacios protegidos recopiladas por EUROPARC-España

Descripción	Ámbito
Seguimiento de aves comunes en la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Programa de Seguimiento del cambio climático en la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Seguimiento del cambio global en masas forestales en la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Seguimiento del estado fitosanitario en masas forestales en la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Seguimiento funcional de ecosistemas basado en técnicas de teledetección, en la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Plan de Seguimiento y Evaluación de la Red de Parques Nacionales	Red de Parques Nacionales
Observatorio del Cambio Global de Sierra Nevada	Andalucía
Programa de seguimiento de recursos y procesos naturales en el espacio natural de Doñana	Andalucía
Monitorización y censos de grullas en la Laguna de Gallocanta	Aragón
Plan de seguimiento ecológico del Parque Natural del Moncayo	Aragón
Plan de seguimiento ecológico en la Reserva Natural de la Salada de Chiprana	Aragón
Plan de seguimiento ecológico en la Reserva Natural de los Galachos del Ebro	Aragón
Seguimiento de la población de buitre negro en el Valle de Iruelas	Castilla y León
Distribución geográfica y fenología de los lepidópteros ropalóceros del Parque Natural del Alto Tajo	Castilla-La Mancha
Regeneración, dinámica y ecofisiología de especies leñosas del Parque Natural del Alto Tajo	Castilla-La Mancha
Seguimiento de flora en las lagunas del Barranco del Cubillo	Castilla-La Mancha
L'Observatori de la Tordera	Cataluña
Plan de Seguimiento Biológico Parque Natural Alt Pirineu	Cataluña
Plan de seguimiento de ropalóceros en Cataluña	Cataluña
Plan de Seguimiento en el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa	Cataluña
Programas de seguimiento en el Paraje Natural de Interés Nacional de El Poblet	Cataluña
Proyecto de recuperación de espacios abiertos en la Alta Garrotxa	Cataluña
Red de estaciones de anillamiento con esfuerzo constante en Cataluña (SYLVIA)	Cataluña
Seguimiento de aves comunes en Cataluña (SOCC)	Cataluña
Seguimiento de fauna y flora en el Parc Natural dels Ports	Cataluña
Seguimiento del cambio climático en el Parc Natural del Delta de l'Ebre	Cataluña
Seguimiento ecológico en el Parque Nacional de Aigüestortes i Estany de Sant Maurici	Cataluña
Seguimiento estandarizado de la flora amenazada de la Red de Parques Naturales de la Diputación de Barcelona	Cataluña
Monitorización del cambio global en la Reserva Marina de las Islas Columbretes	Comunidad Valenciana
Seguimiento en el Parque Natural de Peñalara (actualmente Parque Nacional Sierra de Guadarrama)	Comunidad de Madrid
Seguimiento de los humedales de la Región de Murcia	Región de Murcia
Plan de seguimiento de los parques naturales de Álava	País Vasco

Finalmente, es preciso diseñar y poner en práctica sistemas de evaluación de la eficacia de planes, programas y proyectos. Solo desde un conocimiento sistemático y riguroso del efecto de las actuaciones de gestión y del grado en que se alcanzan los objetivos de la planificación será posible ajustar la gestión a los nuevos escenarios.

Con el objetivo de asegurar la gestión en las áreas protegidas con la mejor información disponible, se recomienda:

- ▶ Diseñar un programa de investigación donde se identifiquen las líneas prioritarias para fortalecer la capacidad de adaptación de las áreas protegidas frente al cambio climático.
- ▶ Desarrollar plataformas de intercambio de conocimiento y de difusión de proyectos piloto y casos de estudio.
- ▶ Promover las redes de seguimiento y alerta temprana de los efectos del cambio global, aprovechando y coordinando las ya existentes.
- ▶ Reorientar los programas de seguimiento actuales, para incluir las necesidades de seguimiento del cambio climático.
- ▶ Utilizar metodologías de seguimiento estandarizadas ya existentes siempre que sea posible.
- ▶ Integrar en los sistemas de seguimiento la información histórica disponible, de forma que pueda disponerse de series temporales largas.
- ▶ Asegurar que el seguimiento sea viable a largo plazo. Para ello se recomienda potenciar la formación del personal propio para que pueda asumir las tareas de recogida y proceso de datos dentro de las rutinas de trabajo.
- ▶ Valorar la potencialidad de incorporar la participación ciudadana en los programas de seguimiento.
- ▶ Poner en marcha proyectos transdisciplinarios de investigación y seguimiento orientados al cambio global.
- ▶ Crear y potenciar nuevos perfiles profesionales y formar capital humano para ocupar un nuevo nicho interdisciplinar, a caballo entre la investigación, el seguimiento y la gestión.
- ▶ Adoptar el enfoque de gestión adaptativa, con sistemas de evaluación de resultados que permitan aprender de lo realizado y ajustar los objetivos de gestión de forma dinámica.

3. Incorporar el cambio como un proceso siempre presente en las áreas protegidas

Las políticas de conservación de especies, hábitats o ecosistemas, habitualmente están basadas en la restauración o mantenimiento de un escenario ecológico considerado óptimo (el denominado “estado de conservación favorable” en el caso de la Red Natura 2000). Sin embargo es imprescindible reconocer que los sistemas naturales están sometidos a un proceso de cambio continuo, que pueden presentar más de un estado de equilibrio, y que las variaciones que se producen pueden no ser lineales ni predecibles. En ocasiones, superado un cierto umbral de cambio, no es posible retornar al estado original (Terradas, 2001).

Los efectos del cambio climático tenderán a producir cambios en la distribución de especies y hábitats que pueden hacer poco eficaces las políticas actuales, basadas en el mantenimiento de un determinado estado de conservación en lugares determinados (Cliquet et al., 2009). Partiendo de la base de que el establecimiento de estados de conservación de referencia es una herramienta útil para mejorar la gestión, será necesario reconocer también que estos escenarios de referencia no son estáticos y podrían cambiar en el futuro.

En el contexto de cambio climático, se trataría por tanto de promover ecosistemas resilientes a los eventos extremos, esto es, que puedan volver al estado ecológico considerado deseable después de una perturbación. Pero además, dado que el cambio en el clima es irreversible, es preciso procurar que en el proceso de cambio de los ecosistemas, no se pierdan los servicios que éstos prestan; la gestión debería dirigirse a potenciar los escenarios ecológicos con mayor valor en términos de provisión de servicios (de regulación, de abastecimiento y culturales), más que en el mantenimiento de una determinada composición de especies (Lloret et al., 2015). El mantenimiento de ecosistemas saludables se considera una de las formas de adaptación más importantes (resiliencia socioecológica). En este contexto, la restauración de ecosistemas degradados será una de las opciones más relevantes.

Para asegurar el mantenimiento de la integridad de los ecosistemas y de los procesos que proporcionan resiliencia, puede ser necesario modificar algunos enfoques en la gestión. La gestión activa de ecosistemas en un escenario de cambio global implica desarrollar una gestión de enfoque flexible, ya que las formas de gestión actuales pueden no servir en el futuro. Para ello, es necesario en primer lugar identificar el cambio climático (y otros aspectos del cambio global) como una prioridad, y a continuación considerar sus efectos en todas las etapas del ciclo de la gestión, desde la definición de objetivos al diseño de actuaciones. Para ello será necesario adoptar instrumentos de planificación más ágiles y flexibles, que permitan la gestión

en un entorno de escenarios cambiantes, y la identificación explícita de los escenarios deseables de futuro (Palomo et al., 2012; Palomo et al., 2017).

Las principales recomendaciones son:

- ▶ Incorporar el cambio climático a los procesos de planificación de forma explícita.
- ▶ Considerar el mantenimiento de ecosistemas en buen estado de conservación como herramienta para atenuar los efectos del cambio climático. En este sentido, considerar la importancia de la restauración de ecosistemas degradados.
- ▶ Promover los mecanismos de resiliencia en los ecosistemas (heterogeneidad, diversidad, facilitación, etcétera) como forma de adaptación al cambio climático.
- ▶ Promover la heterogeneidad espacial a escala de paisaje y la heterogeneidad estructural en los ecosistemas. Los paisajes y ecosistemas más variados son menos sensibles a las perturbaciones como fuego o plagas, que pueden verse incrementados en un escenario de cambio global. Promover la heterogeneidad asociada a gradientes ambientales.
- ▶ Reducir al mínimo otros factores de estrés diferentes del cambio climático, asegurar el buen estado de conservación de especies y ecosistemas como forma de resistir mejor cambios en las condiciones ambientales.
- ▶ Establecer medidas para favorecer la conectividad ecológica tanto para elementos (fauna, flora, hábitats) como procesos (inundación, escorrentía, sedimentación, etcétera).
- ▶ Valorar el papel de ciertas perturbaciones como generadoras de heterogeneidad, y por tanto resiliencia, en los ecosistemas. Promover en los ecosistemas las estructuras más resilientes ante las perturbaciones (ej. fuego, sequías, inundaciones).
- ▶ Promover la diversidad a todos los niveles: ecosistemas con mayor diversidad de especies, y poblaciones genéticamente diversas pueden tener más opciones de adaptación a nuevas condiciones climáticas.
- ▶ Adaptar las técnicas en las prácticas de gestión para promover la capacidad de adaptación al cambio en los ecosistemas (por ejemplo turnos de corta más largos, aclareo de bosques para reducir el estrés hídrico...).
- ▶ Asegurar que las actuaciones de mitigación se realizan de forma compatible con la conservación de la biodiversidad. Aprovechar el potencial de esta forma de gestión para alcanzar también objetivos de conservación.
- ▶ Estar preparado para cambios en la composición específica de los ecosistemas debido a cambios en la distribución de las especies por nuevas condiciones ambientales.

- ▶ Adoptar medidas de seguimiento y control de especies autóctonas sobreabundantes como consecuencia del cambio climático (ej. conejo), atendiendo preferentemente a las causas del incremento poblacional.
- ▶ Desarrollar protocolos de detección temprana de especies exóticas invasoras y un procedimiento de intercambio de información ágil, que permita conocer el avance de las mismas y los resultados de las acciones emprendidas.
- ▶ Priorizar aquellas acciones de control o erradicación de especies exóticas invasoras que afectan a objetos de conservación prioritarios, bien por su importancia o su buen estado de conservación, y especialmente a aquellas especies capaces de invadir los ambientes menos antropizados.
- ▶ Valorar el papel de translocaciones y medidas de conservación *ex-situ* como último recurso para las especies amenazadas, y después de un detallado análisis de las incertidumbres, riesgos, condicionantes legales, viabilidad técnica, aceptación social y sostenibilidad a largo plazo.
- ▶ Hacer un seguimiento de los proyectos realizados. Incorporar sistemas de evaluación continuada en el diseño de los proyectos.
- ▶ Poner en marcha actuaciones piloto que permitan extraer conclusiones aplicables a otros territorios; documentar los ejemplos de buenas prácticas.

4. Desarrollar nuevos modelos de gobernanza para un nuevo contexto

Los espacios protegidos tal y como los conocemos hoy, en tanto que estructuras administrativas, están diseñados pensando en un mundo esencialmente estable. Sin embargo, las aceleradas consecuencias del cambio climático exigen replantear este modelo, flexibilizando el funcionamiento y favoreciendo la capacidad de adaptarse a nuevas realidades (MAGRAMA, 2016).

La crisis económica y financiera ha revelado que esta estabilidad institucional era menor a la que se suponía. Las medidas puestas en marcha para solucionarla han tenido efectos directos en las estructuras administrativas responsables de las políticas de conservación, derivadas fundamentalmente de la severa reducción de los recursos asignados a las áreas protegidas. Esta reducción se traduce en una importante disminución de los presupuestos públicos, la disminución del personal, y la reducción de las estructuras administrativas, con la fusión de los departamentos de medio ambiente en otros no ambientales, y una pérdida de peso de las redes de espacios protegidos en el conjunto de la administración.

Esta nueva realidad exige replantear el modelo de gestión de las áreas protegidas, en un entorno de recursos humanos, materiales y económicos mucho más escasos,

Planificación de escenarios de futuro en Doñana (Palomo et al., 2012).

La planificación de escenarios de futuro es una metodología de planificación que puede ser útil en la definición de modelos a largo plazo, en entornos ecológica y socialmente complejos y en proceso continuo de cambio, en los que la capacidad de gestión es limitada y el grado de incertidumbre muy elevada.

Mediante este método se han definido cuatro posibles escenarios a largo plazo para la comarca de Doñana, y las estrategias de gestión que permitirían alcanzarlos, de forma participada y consensuada con un amplio plantel de actores sociales. Estos escenarios de futuro permiten llegar a un diagnóstico consensuado, a la definición de los motores de cambio y a la modelización del estado futuro del territorio, bajo ciertas asunciones que se hacen también explícitas.

En el cuadro siguiente se sintetizan las principales características de cada uno de los cuatro escenarios definidos para Doñana y su entorno:

	Escenario 1 Doñana conocimiento globalizado	Escenario 2 Doñana marca registrada	Escenario 3 Doñana árida	Escenario 4 Doñana adaptativa: húmeda y creativa
Acercamiento a la sostenibilidad	I+D+i: tecnología de producción ecológica: eco-eficiencia. Ingeniería ecológica.	No se busca la sostenibilidad. Crecimiento económico: maximización de la oferta y el consumo; conservación fragmentaria de espacios y especies.	Respuesta tecnológica al cambio climático; búsqueda de eco-eficiencia; esfuerzos de investigación-acción participativa.	Eco-gestión participativa de socio-ecosistema; simbiosis tecnología/tradición; cooperación y participación; educación y formación; equidad y solidaridad con otros pueblos.
Enfoque económico	Adecuación de usos a la capacidad de carga. Gran desarrollo gracias a la inversión en nuevas tecnologías.	Globalización mercantilista y especulativa; bloque económico europeo.	Economía de mercado regulada y protectora del capital natural; fomento del consumo de calidad.	Tejido empresarial eco-mercado regulado y respetado al ecosistema y la comunidad; fiscalidad redistributiva.
Dinámica social	Participación a través de TIC/Tecnologías de información y comunicación. Ciudadanía responsable y formada. Altos niveles de inmigración.	Competitividad y exclusión por estatus económico; conflictividad y represión, éxodo migratorio sur-norte, movimiento contracultural.	Conflicto social y desempleo; orquestación social; tradición como aglutinante social.	Cooperativismo y asociacionismo; fortalecimiento de la identidad cultural.
Actores principales	Científicos y tecnólogos. Población local. Inmigrantes	Grandes corporaciones económicas versus comunidades auto gestionadas e insumisas.	Agentes y población local; ONG; científicos con enfoque socio-ecológico.	Población local muy apoyada por administración, ONG y científicos.

identificando nuevas formas de gobernanza. Partiendo del papel de la Administración como responsable último de las políticas de conservación, la incorporación de los diferentes agentes sociales implicados en el territorio y la puesta en marcha de nuevos modelos de financiación, serán factores esenciales para alcanzar los objetivos de las áreas protegidas en el contexto de cambio global (EUROPARC-España, 2016). Para ello se recomienda:

- ▶ Incluir la conservación los procesos ecológicos esenciales y los servicios de los ecosistemas de forma explícita en las políticas de conservación.
- ▶ Considerar la integración de los sistemas naturales y humanos, atendiendo al impacto del cambio climático en el funcionamiento de los socioecosistemas.
- ▶ Crear y fortalecer los procedimientos de coordinación interadministrativa entre los departamentos con capacidad de desarrollar estrategias o actuaciones de adaptación, de modo que se evite la duplicidad de esfuerzos.
- ▶ Establecer mecanismos de coordinación intersectorial que aseguren la incorporación de criterios ambientales y de adaptación al cambio climático en el conjunto de políticas con incidencia territorial.
- ▶ Valorar la oportunidad de crear órganos de coordinación específicos para la adaptación al cambio climático, tanto a escala de lugar como de red.
- ▶ Desarrollar modelos de gestión que favorezcan las sinergias con otras entidades del sector público (sanidad, educación).
- ▶ Favorecer alianzas que estimulen la participación privada en la conservación de la naturaleza.
- ▶ Explorar nuevos mecanismos de financiación de las áreas protegidas (cobro por servicios, fiscalidad ambiental, ...).

5. Mejorar el apoyo social y la sensibilización sobre los efectos del cambio climático

Un aspecto clave en el éxito de las políticas de conservación es el contar con el suficiente apoyo social. Las áreas protegidas se han demostrado como buenos instrumentos de sensibilización, comunicación y concienciación, contribuyendo a mejorar los procesos de concertación social y de participación (EUROPARC-España, 2016). Son escenarios privilegiados para la educación y la sensibilización en materia de cambio climático, concentrando oportunidades singulares para la realización de acciones de comunicación en la materia (Heras, 2016). Tienen una larga tradición en la ejecución de programas

Coordinación entre sectores: el proyecto LIFE-IP NADAPTA-CC (2017-2025)

La adaptación al cambio climático es un tema transversal que concierne a todos los sectores de la sociedad y requiere una acción a múltiples niveles de los gobiernos, desde el nacional hasta los actores locales.

Dentro del Programa LIFE de la Comisión Europea, los Proyectos Integrados (IP) se distinguen por implementar a gran escala territorial (como mínimo la región), planes o estrategias ambientales o climáticas, con una atención especial a su integración en el resto de políticas sectoriales. Dentro de esta filosofía de integración sectorial y escala regional, el LIFE-IP NADapta-CC es el primer proyecto integrado de adaptación al cambio climático que se pone en marcha en España.

El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia de Navarra frente al cambio climático mediante la puesta en marcha de medidas de adaptación en el territorio, a través del trabajo corporativo ente diferentes departamentos del Gobierno de Navarra y empresas públicas y promoviendo, a su vez, que las políticas sectoriales incorporen en su programación y proyectos la lucha frente al cambio climático.

El proyecto contempla 53 actuaciones, desarrollándose la mayoría en seis áreas temáticas de actuación: agua (gestión de la demanda y de eventos extremos), bosques (desarrollo de nuevos modelos de gestión forestal más resilientes), agricultura (implantación de técnicas innovadoras más eficientes), salud (atención a las nuevas enfermedades derivadas del cambio climático), infraestructuras y planificación territorial (acciones piloto en vivienda, equipamientos públicos y áreas de actividad económica), a las que se añade una acción transversal de Monitorización del Cambio Climático (sistemas de control y alerta).

Las acciones de LIFE-IP NADapta-CC se incluyen en la Hoja de Ruta de CC de Navarra (HCCN) KLINA, por lo que, a través de un trabajo coordinado, contribuirá a la puesta en marcha de todas las acciones recogidas en la misma.

lifenadapta@navarra.es

y en el diseño de equipamientos de información, interpretación y educación ambiental, dirigidos tanto a visitantes como a habitantes locales, disponiendo en muchos de los casos de guías y personal de atención al público formado y especializado, que pueden incorporar mensajes relacionados con el cambio climático en sus actividades.

Además, son lugares generalmente mejor estudiados y conocidos que otros entornos naturales (disponen en ocasiones de valiosos registros) lo que, unido a su bajo grado de artificialidad, permite identificar y reconocer, con cierta nitidez y sobre el terreno, algunos efectos ya visibles del cambio climático (ej. desplazamiento altitudinal de la vegetación). Estos efectos pueden ser observados directamente por los visitantes, contribuyendo a promover una visión más cercana, local y real del cambio climático, alejándola de los efectos más conocidos y lejanos relacionados con cambios a escala global.

Las áreas protegidas constituyen proyectos sociales de largo plazo, donde cada generación puede observar de forma directa el legado de las anteriores y debe tomar decisiones

de gestión para las futuras. Por ello, las áreas protegidas no solo deben comunicar los problemas y efectos relacionados con el cambio climático, sino que también tienen que comunicar las posibles salidas, soluciones y medidas de adaptación puestas en marcha. Comunicar los proyectos de investigación, educación y restauración ecológica contribuye a mostrar el valor de las áreas protegidas frente al cambio climático.

Las recomendaciones son:

- ▶ Comunicar el efecto del cambio climático sobre las áreas protegidas, utilizando un lenguaje más cercano a la gente.
- ▶ Enfatizar el papel de los ecosistemas como proveedores de servicios responsables del bienestar de las personas.
- ▶ Favorecer alianzas con los medios de comunicación.
- ▶ Impulsar políticas activas de comunicación.
- ▶ Hacer énfasis en los logros de las áreas protegidas.
- ▶ Difundir entre los principales agentes corresponsables y la sociedad en general las buenas prácticas realizadas en los espacios protegidos y zonas de influencia respecto al cambio climático.

Promover los servicios de los ecosistemas mediante la adaptación en los espacios protegidos. Proyecto LIFE AdaptaMed

AdaptaMed es un proyecto liderado por la Junta de Andalucía que se desarrolla en tres espacios protegidos: Doñana, Sierra Nevada y Cabo de Gata. A través de medidas de gestión adaptativa, que implican el manejo de hábitats para incrementar su resistencia y resiliencia ante los efectos del cambio climático y otras perturbaciones, se pretende mejorar la capacidad de provisión de bienes y servicios. Los objetivos del proyecto son:

- 1) Consolidar los programas de seguimiento iniciados en los tres nodos, generando sinergias, y proponiendo objetivos comunes bajo un marco conceptual común,
- 2) Poner en marcha proyectos de gestión adaptativa donde se aplique el conocimiento científico para la gestión, y se haga una evaluación de las medidas de gestión propuestas,
- 3) Inmersión social del proyecto y participación ciudadana.

Las acciones de comunicación son una parte relevante del proyecto. Además de una web específica de carácter divulgativo, se facilitan materiales de comunicación y se mantiene presencia en las redes sociales. Además hay varios talleres locales, acciones y material dirigidos al profesorado, exposiciones y acciones de voluntariado en los espacios del proyecto y de ciencia ciudadana, como herramientas para la implicación del público general en los objetivos del proyecto

www.lifeadaptamed.eu

Tabla 5. Principios para la adaptación de las áreas protegidas al cambio climático y síntesis de recomendaciones por cada capacidad de gestión

	Considerar la escala global	Gestionar la incertidumbre	Integrar el proceso de cambio constante	Nuevo modelo de gobernanza
Investigación	Promover redes de investigación	Desarrollar programas de investigación sobre los efectos del cambio global		
Seguimiento	Integrar experiencias de seguimiento en redes globales	Transferir los resultados del seguimiento a la gestión		
Diseño de redes	Territorio como sistema, atención a la matriz territorial	Identificar refugios climáticos	Adaptar la planificación al cambio (límites, nuevas áreas...)	Integración de políticas sectoriales
	Enfoque de redes	Prever escenarios alternativos	Evaluación de la eficacia de la gestión	Mejorar la coordinación administrativa
Gestión de ecosistemas	Garantizar la conectividad	Desarrollar la gestión adaptativa	Promover la resiliencia de los ecosistemas (heterogeneidad, diversidad)	Énfasis en los servicios de los ecosistemas para el bienestar de la sociedad
	Favorecer la heterogeneidad paisaje	Limitar todas las amenazas no debidas al cambio climático	Ecosistemas en buen estado como forma de resiliencia	
Gestión de especies	Facilitar la dispersión de especies	Sistemas de alerta temprana	Control de especies exóticas invasoras	
		Conservación ex-situ y translocaciones como último recurso	Aceptar cambios en la composición de especies	
Capacidades administrativas				<ul style="list-style-type: none"> Actualizar políticas de conservación Incorporar nuevos agentes Nuevas vías de financiación Nuevas estructuras administrativas
Comunicación				Alianzas con medios de comunicación



6 La adaptación al cambio climático en la planificación de las áreas protegidas

6.1. Planificación en un entorno cambiante. La planificación en cascada

La incorporación de la adaptación al cambio climático en el proceso de planificación de las áreas protegidas implica superar el enfoque de espacios protegidos aislados y adoptar una aproximación territorial más amplia, lo que supone un cambio también en los esquemas de planificación. La contribución de los espacios naturales protegidos a la adaptación del territorio requiere una planificación de carácter integrador que aborde tres cuestiones básicas:

- El cambio climático es un fenómeno global que opera a escalas espaciales amplias. Por tanto no tiene sentido abordarlo desde la perspectiva de cada espacio individual, sino que es necesario considerar el papel de cada uno en el contexto regional del que forman parte.
- El cambio climático es un fenómeno a largo plazo, sus efectos perdurarán durante siglos, por lo que la planificación debe tener un carácter estratégico y a largo plazo
- Si algo sabemos del cambio climático, es que los escenarios climáticos futuros serán diferentes al actual. Con un grado de incertidumbre elevado en la intensidad y dirección del cambio, podemos afirmar que éste está asegurado.

Una posible solución a esta necesidad de planificar en contextos geográficos amplios, con horizontes a largo plazo y escenarios variables puede ser la planificación en cascada. Se conoce como “planificación en cascada” el modelo de planificación en la que los instrumentos de planificación están integrados en un esquema jerárquico, desde los documentos más generales con objetivos estratégicos, a los más concretos y operativos (EUROPARC-España, 2008).

En este esquema de planificación los escalones inferiores desarrollan los objetivos establecidos en los planes más genéricos, a la vez que la experiencia adquirida en los niveles más concretos de la planificación proporciona información para reformular esos niveles superiores o más genéricos.

Este tipo de planificación permite desarrollar modelos integrados de gestión a diferentes niveles, desde escalas regionales a locales, facilitando el desarrollo de una gestión coordinada multidimensional y jerárquica. Además permite organizar y ajustar el alcance específico y la diferente estructura y contenidos de los distintos documentos de planificación.

Se trataría por tanto de disponer de instrumentos de planificación de carácter estratégico, con horizontes temporales largos y objetivos revisables cada cierto tiempo, y escala amplia (al menos regional), que diera cobertura a planes de gestión más ágiles, operativos y con mecanismos de evaluación de la eficacia que permitan revisar los resultados de la gestión e ir modificando los escenarios si es necesario.

En el caso de la adaptación, en la escala de planificación del sistema, el instrumento de planificación –plan director o equivalente– debería definir al menos los siguientes aspectos:

- La evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los diferentes hábitats y especies desde una perspectiva regional o de región biogeográfica, que permita identificar los más vulnerables (por ejemplo hábitats relictos o en el extremo de su área de distribución).
- La identificación del papel de cada espacio dentro del sistema, en relación con el resto de las piezas que conforman la red, y su aportación específica en términos de adaptación, por ejemplo como refugios bioclimáticos.
- La identificación de corredores, tanto lineales como de la matriz territorial permeable al movimiento de especies, propágulos, etcétera, que permitan la interconexión entre espacios y el movimiento de las especies en respuesta al desplazamiento de los nichos climáticos.
- La evaluación de la representatividad de la red de espacios, y su reconsideración en el caso de nuevos escenarios climáticos (redefinición de límites, declaración de nuevos espacios...).
- Definición de unos objetivos de adaptación a largo plazo, evaluables a corto plazo. Una opción es incorporar varios horizontes temporales sucesivos.
- La integración y la coordinación con las diferentes políticas sectoriales, en especial con otros instrumentos de planificación sectorial.
- Las medidas de adaptación transversales, a escala del conjunto de la red (entre ellas por ejemplo las de mejora del conocimiento, seguimiento y capacitación técnica) y los mecanismos para su financiación.
- Mecanismos específicos de gobernanza, si es el caso, por ejemplo para maximizar la coordinación entre administraciones o para asegurar la implicación ciudadana.
- La definición de un sistema de seguimiento basado en indicadores, que permita la evaluación de la eficacia de las medidas, que sea realista y aplicable y permita reformular objetivos a medida que se ejecutan los planes de gestión de las escalas inferiores.

6.2. La adaptación en el ciclo de la gestión

Los planes de gestión, en sus diversas formas (PORN, PRUG, instrumentos de gestión de Natura 2000, etcétera) son los instrumentos en los que se hacen explícitos los objetivos a alcanzar en un determinado intervalo temporal, y la forma de alcanzarlos, es decir, las medidas que se pretende implementar. Son por tanto la principal y más importante herramienta en la que incluir criterios y directrices que permitan desarrollar una gestión dirigida a la adaptación, por lo que han comenzado a desarrollarse procedimientos y recomendaciones para incluir la adaptación en el diseño de este tipo de planes (CONANP-FMCN-TNC, 2011; CONAP, 2012, WWF/Adena, 2012; European Commission, 2013b; SERNANP, 2015).

De acuerdo al esquema de planificación más ampliamente aceptado, estaríamos hablando de un ciclo que comienza con la asignación de unos objetivos generales para el espacio protegido (que normalmente se reflejan en el instrumento de declaración), la identificación de los problemas y oportunidades que se detectan en el territorio en relación a los valores que se pretende conservar (u objetos de conservación), que se ligan a unos objetivos explícitos y tan concretos como sea posible, para cuya consecución se destinan unos medios y se prevé un cierto número de medidas. El ciclo se cierra gracias a un sistema de evaluación continua que permita conocer las acciones efectivamente realizadas, los resultados obtenidos de ellas, y el grado en que se alcanzaron los objetivos, lo que permite reiniciar el ciclo con un nuevo diagnóstico (figura 1; EUROPARC-España, 2008).

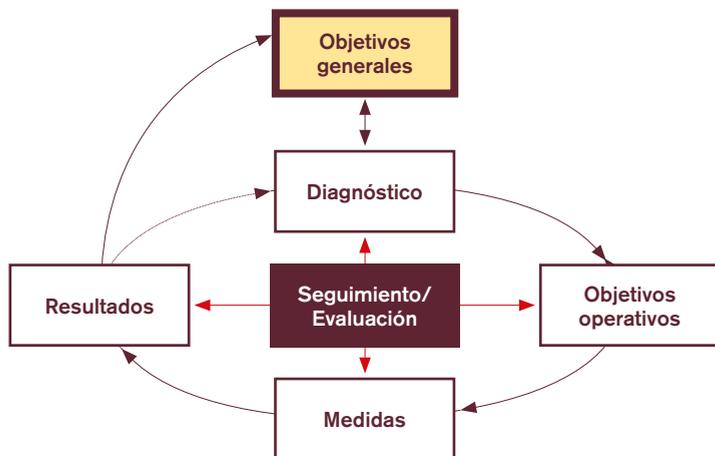


Figura 1. Fases en el proceso de planificación y gestión de un área protegida (EUROPARC-España, 2008).

En todas las fases del ciclo de la gestión anteriormente descrito es posible (y deseable) la incorporación de criterios referidos al cambio climático. En primer lugar, en el diagnóstico, donde es obvia la importancia de una buena caracterización climática como marco en el que se desenvuelven especies, hábitats y poblaciones humanas, con referencia a los cambios registrados y esperados en el mismo. Para una buena definición de los escenarios deseables o previsibles, será oportuno contar con escenarios climáticos regionalizados, que permitan una predicción de los modelos climáticos lo más adaptada posible al territorio en cuestión. En la fase de identificación de objetos de conservación será preciso identificar aquellos más vulnerables al cambio climático, especificando la importancia del cambio climático en su estado de conservación.

Fases del proceso de planificación		Aspectos a considerar
Diagnóstico general	◀	Clima actual y tendencias registradas
Identificación de elementos de conservación	◀	Elementos sensibles al cambio climático (especies, hábitats, ecosistemas, servicios de los ecosistemas)
Definición del estado de referencia (o deseado)	◀	Identificación de escenarios futuros Escenarios climáticos regionalizados
Análisis de factores clave, amenazas, vulnerabilidad	◀	Vulnerabilidad al cambio climático de los elementos sensibles
Definición de objetivos: —Generales —Operativos	◀	Incrementar la resiliencia frente al cambio climático Objetivos explícitos o implícitos, pero con vinculación clara
Medidas de gestión —Actuaciones —Directrices y normativa —Zonificación	◀	Medidas específicas de adaptación Énfasis en las funciones de los ecosistemas y capacidad de generar servicios
Seguimiento y evaluación —Programa de mejora del conocimiento —Indicadores de cambio climático —Revisión de efectividad de medidas, logro de objetivos	◀	Evidencias del cambio climático Seguimiento de variables climáticas, fenológicas, etcétera Indicadores de eficacia de la gestión

Figura 2. Fases del ciclo de la gestión en las que pueden incorporarse criterios de adaptación al cambio climático.

Los criterios de adaptación pueden estar presentes en los objetivos que se identifiquen, y también en las medidas. Finalmente, el sistema de seguimiento que se diseñe debería contar con indicadores que permitan dar cuenta tanto de la eficacia del plan como de los efectos del cambio climático sobre los objetos de conservación (Figura 2).

Además, todo el proceso deberá basarse en la mejor evidencia científica disponible, y contar con la información existente. Por otra parte, los procesos de participación y comunicación durante todo el proceso son esenciales para garantizar su eficacia.

La escala espacial del instrumento de planificación condicionará la naturaleza de los objetivos y medidas a adoptar (diferentes a escala de red que a la escala local). Por la naturaleza global del cambio climático, la necesidad de disponer de planes a la escala de red que articulen y den sentido a los planes de cada uno de los espacios es ineludible en el desarrollo de planes de adaptación.

6.3. Criterios para la incorporación de la adaptación en el diseño de planes de gestión

Se detallan a continuación los criterios que deberían tenerse en cuenta en las diferentes fases de redacción de un plan de gestión para considerar de forma adecuada la adaptación al cambio climático. No se incluyen criterios generales para la redacción de planes de gestión, que pueden consultarse en EUROPARC-España (2008), sino solo aquellos específicos de adaptación, y que no se tuvieron en cuenta en el manual citado.

6.3.1. Marco legal

En la redacción de un plan de gestión, un paso previo es verificar el marco legal en que se desarrolla, en este caso la coherencia con los planes o estrategias de adaptación que puedan existir a escala nacional o regional. En ocasiones puede existir conflicto entre los objetivos de mitigación y los de adaptación, que será necesario identificar.

Además será necesario asegurar la coherencia de los objetivos o medidas que se propongan en el plan referentes a adaptación, con los documentos de planificación existentes, ya sean los propios del espacio protegido o planes sectoriales.

En la elaboración del instrumento consultar al menos:

- ▶ Las estrategias o planes de adaptación, a escala nacional y regional. Identificar sus objetivos, y la coherencia con los que se propongan respecto a adaptación.
- ▶ Los documentos de planificación del área protegida (PORN, PRUG, plan Natura 2000, planes de gestión de especies, planes de ordenación forestal, etcétera), e identificar posibles sinergias o contradicciones.

La **Hoja de Ruta del Cambio Climático en Navarra**, aprobada en 2018*, concreta la estrategia de esta comunidad autónoma en la lucha contra el cambio climático y su aportación a los compromisos internacionales en un horizonte temporal 2017-2030-2050.

Para su realización, se desarrolló una campaña de participación ("KLINAdebates"), que se organizó en jornadas y seminarios de debate con expertos, sectores sociales y económicos y población local / ciudadanía . En total se celebraron 24 jornadas en las que participaron 600 asistentes y se recopilaron 528 propuestas.

El resultado de los debates y las aportaciones recibidas fue utilizado para enriquecer el documento inicial, en el que finalmente se definen 25 líneas de actuación y 62 medidas principales, 10 transversales, 9 de mitigación y 43 de adaptación y se prevén además órganos específicos de gobernanza.

* [Acuerdo del Gobierno de Navarra, de 24 de enero de 2018, por el que se aprueba la Hoja de Ruta de Cambio Climático en Navarra]

6.3.2. Fuentes documentales

Para la incorporación de criterios de cambio climático en el proceso de planificación, es preciso basarse en la mejor información disponible y consultar la información específica al respecto que se ha ido generando en los últimos años. A falta de información de carácter local, debería consultarse al menos la información de referencia de carácter nacional. Las consultas a agentes locales pueden ser también relevantes para incorporar información no publicada, entre ellos el personal que trabaje en el área protegida y la guardería, pero también los expertos locales o algunos actores sociales relevantes (ayuntamientos, representantes del sector agroganadero, propietarios, etcétera).

La identificación de las carencias de información será útil en la redacción posterior del diagnóstico y, en su caso, en la definición de medidas de investigación que permitan subsanar estas carencias.

- ▶ Consultar al menos las fuentes documentales básicas disponibles a escala nacional, referentes a especies vulnerables (fauna, flora), impactos en el litoral, ríos y humedales, medio marino, bosques, suelos, procesos ecológicos o geomorfológicos, etc.
- ▶ En la medida en que exista, consultar información bibliográfica sobre el cambio climático y sus efectos a escala de mayor detalle posible.
- ▶ Incluir información específica de la zona derivada de consultas a expertos sobre los efectos locales del cambio climático (científicos y gestores, guardería y agentes locales).
- ▶ Identificar expresamente las carencias de información existentes respecto a la evidencia del cambio climático o sus efectos (p. ej. carencia de estaciones meteorológicas, o de series de datos, o de evidencia científica de los efectos sobre las especies o hábitats).

Principales referencias sobre impactos y vulnerabilidad al cambio climático promovidos por la Oficina Española de Cambio Climático.

Escenarios climáticos

- ▶ Morata Gasca, A. 2014. *Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR4*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología. Madrid.
- ▶ AEMET. 2016. *Escenarios regionalizados de cambio climático*. Plataforma AdapteCCA.

Efectos del cambio climático en España

- ▶ Moreno, J.M. (Coord.) 2014. *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid

Suelos

- ▶ MAGRAMA 2016. *Impactos del cambio climático en los procesos de desertificación en España*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Secretaría General Técnica. Madrid.

Fauna y flora

- ▶ Araújo, A., F. Guilhaumon, D. Rodrigues, I. Pozo, R. Gómez. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 2. Fauna de vertebrados*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- ▶ Del Arco Aguilar, M.J. 2008. 4. *La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual*. En Alfonso-Carrillo, J. (Ed.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. pp. 105-140. Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.
- ▶ Felicísimo A., J. Muñoz, C.J. Villalba, R.G. Mateo. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 1. Flora y vegetación*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.

Bosques

- ▶ Herrero A, MA Zavala (editores). 2015. *Los bosques y la biodiversidad frente al cambio climático: impactos, vulnerabilidad y adaptación en España*. MAGRAMA, Madrid, España
- ▶ Moreno. J.M. (Coord.) 2016. *Los incendios forestales en España en un contexto de cambio climático: información y herramientas para la adaptación (INFOADAPT)*. Universidad de Castilla-La Mancha, Toledo.
- ▶ Serrada, R., M.J. Aroca, S. Roig, A. Bravo, V. Gómez. 2011. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector forestal*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino

Sector agrario

- ▶ López i Gelats, F., V. Vallejo Rojas, M.G. Rivera Ferre. 2016. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la apicultura mediterránea*. Universitat de Vic (UVic), Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- ▶ Medina Martín, F. 2015. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España*. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid
- ▶ Rubio, A., Roig, S. 2017. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sistemas extensivos de producción ganadera en España*. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Ríos, humedales

- ▶ CEDEX. 2012. *Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid.
- ▶ CEDEX. 2017. *Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid.

Costas

- ▶ Losada, I.J., C. Izaquirre y P. Díaz. 2014. *Cambio climático en la costa española*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- ▶ UC. 2015. *Efectos del cambio climático sobre las costas*. Visor C3E. Universidad de Cantabria

Medio marino

- ▶ Kersting, D. 2016. *Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

Turismo

- ▶ Moreno, A. 2010. *Turismo y Cambio Climático en España. Evaluación de la Vulnerabilidad del Turismo de Interior frente a los Impactos del Cambio Climático*. Maastricht University, The Netherlands.
- ▶ Gómez Royuela, M. 2016. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector turístico*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Secretaría General Técnica

6.3.3. Caracterización climática

El primer paso para la consideración del cambio climático en el proceso de planificación es la descripción precisa del clima actual del territorio objeto de estudio, a partir de información bibliográfica y datos meteorológicos de estaciones cercanas. Esta descripción debe hacerse a partir de las variables que caracterizan el clima (precipitación, temperatura media, mínima y máxima, duración y frecuencia de eventos extremos, etcétera).

La existencia de series largas de datos a menudo permite mostrar de forma gráfica y sencilla algunos indicadores de cambio climático, como tendencias ascendentes en la temperatura.

Es preciso tener en cuenta que existe una variabilidad climática natural, y que las fluctuaciones climáticas – la irregularidad en las precipitaciones, la alternancia de periodos secos y húmedos - son parte esencial del funcionamiento de muchos ecosistemas, en especial los mediterráneos. La disponibilidad de series largas de datos es fundamental para poder diferenciar la variabilidad natural, de las tendencias a largo plazo del cambio climático inducido

Además deberá valorarse la relevancia del lugar desde el punto de vista bioclimático haciendo referencia a los pisos bioclimáticos y su relación con la vegetación. Esta valoración debe tener en cuenta el contexto regional, por ejemplo si el lugar representa una isla bioclimática húmeda en un entorno más seco, o una singularidad micro climática relevante.

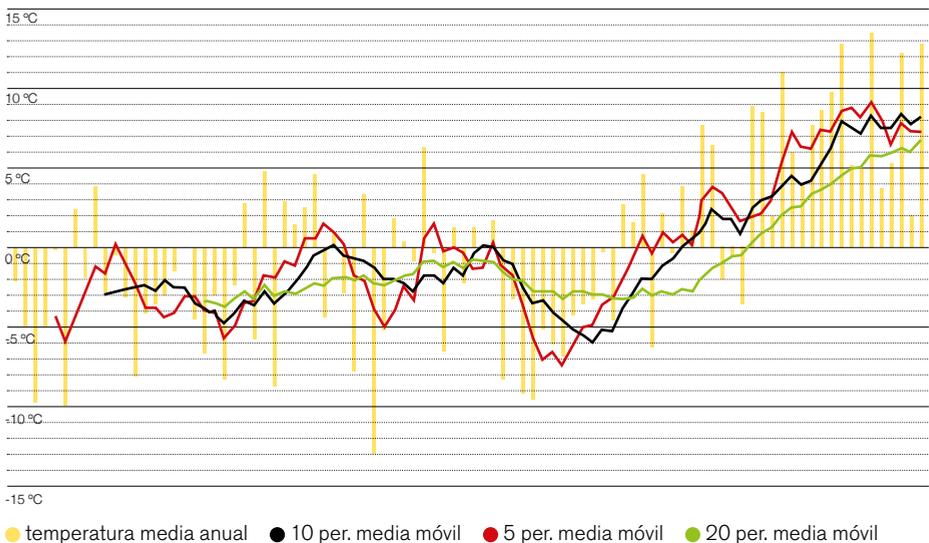


Figura 3. Proyecto de ordenación forestal del Monte Dehesa de los Enebrales, Daroca (Zaragoza) Diferencia de las temperaturas medias anuales con la media del periodo 1920-2011 en la estación meteorológica de Daroca (Zaragoza).

- ▶ Describir el clima actual de forma breve pero precisa, con referencia a las variables clave que lo caracterizan (temperaturas medias, máximas, mínimas, precipitación, duración y frecuencia de eventos extremos).
- ▶ Aportar evidencias que revelen tendencias de cambio en el clima, en particular series temporales largas procedentes de estaciones meteorológicas cercanas.
- ▶ Aportar evidencias actuales del impacto del cambio climático en el área protegida (por ejemplo cambios registrados en fenología, área de distribución de especies, regeneración, etcétera) a partir de conocimiento experto.
- ▶ Describir el clima actual desde una perspectiva bioclimática (relación de las variables climáticas con la distribución de los tipos de ecosistemas o de vegetación).

6.3.4. Escenarios climáticos

El nivel más básico en la definición de escenarios futuros, es considerar los escenarios globales de cambio climático. Sin embargo estos escenarios globales pueden ajustarse a condiciones regionales, considerando variables como la topografía, la distancia al mar y otras variables, en modelos que permiten representar los cambios previstos en las variables climáticas a escala de mayor detalle.

El proceso de generación de escenarios de cambio climático regionalizados está sujeto a distintas fuentes de incertidumbre, que principalmente pueden asociarse con la incertidumbre de base del modelo global que utiliza, los escenarios futuros de emisión de gases de efecto invernadero que se consideren (y que a su vez dependen del modelo de desarrollo que se adopte en las próximos años o décadas), la sensibilidad climática global (incertidumbre que responde a la falta de conocimiento preciso de la respuesta del clima frente a cambios en el forzamiento externo), y la incertidumbre que aportan las limitaciones de los propios métodos de regionalización de los modelos globales.

No obstante, la incertidumbre que persiste cuando se proyecta el clima en los próximos años y decenios hasta final de siglo no significa desconocimiento, sino un rango de posibles y probables futuros que apuntan a una tendencia común limitada por su rango de incertidumbre, en continua acotación por avance del conocimiento científico. Estos son los escenarios con los que hay que necesariamente contar a la hora de planificar y gestionar la adaptación en cada uno de los recursos, sistemas, sectores y territorios expuestos y sensibles al cambio climático.

Actualmente algunas comunidades autónomas han desarrollado escenarios regionalizados de cambio climático que resultan de gran interés para el desarrollo de la planificación. La Agencia Española de Meteorología y la Oficina Española de Cambio Climático han desarrollado una aplicación que permite modelizar los escenarios regionalizados a diferentes escalas a partir de los últimos datos disponibles.

Escenarios climáticos regionalizados de la plataforma ADAPTECCA

A la hora de hacer uso de las proyecciones regionalizadas de cambio climático hay que tener presente las fuentes de incertidumbre asociadas con el proceso de generación de dichas proyecciones, que incluyen las incertidumbres del futuro de las emisiones de gases de efecto invernadero y las limitaciones de los propios modelos globales y las técnicas de regionalización. Adoptando una aproximación basada en la precaución, es conveniente no considerar nunca un único escenario y un único modelo, sino un conjunto de ellos que reúna una representación equilibrada de dichas incertidumbres.

La Agencia Española de Meteorología ha desarrollado una aplicación orientada a facilitar la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI, siguiendo técnicas de regionalización estadística.

El visor web de Escenarios de Cambio Climático está orientado a facilitar una consulta de datos de proyecciones regionalizadas estadísticas realizadas por AEMET para un determinado área geográfica, de forma flexible y adaptada a las necesidades de los distintos usuarios.

<http://escenarios.adaptecca.es/>

Disponer de escenarios regionales de cambio climático permite modelizar la distribución de los diferentes tipos bioclimáticos (que se definen en función de la temperatura y la precipitación) en los escenarios climáticos previstos (del Arco Aguilar, 2008; Fernández et al., 2009). Esto permite una visualización muy clara del impacto que podría suponer el cambio climático sobre los diferentes tipos de vegetación o ecosistemas en una región dada (Figura 4).

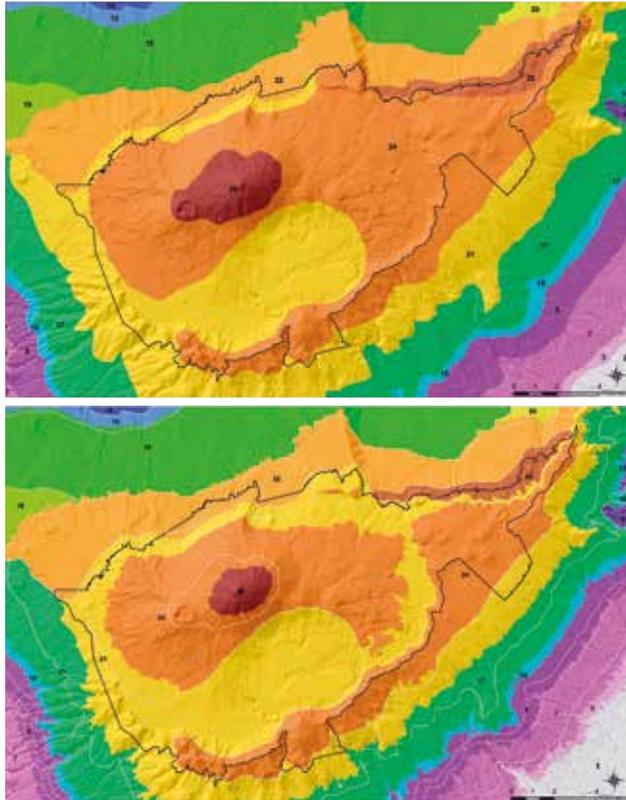
Así, como resultado final de la caracterización climática, es posible establecer la importancia del cambio climático como factor de cambio en el área protegida.

Definir de la forma más explícita posible los escenarios climáticos esperables en el área de estudio. Para ello:

- ▶ Considerar al menos los escenarios globales de cambio climático.
- ▶ Considerar los escenarios regionalizados de cambios climáticos disponibles.
- ▶ Si es posible, modelizar los efectos del cambio climático desde el punto de vista bioclimático (cambios en los tipos fitoclimáticos).
- ▶ Hacer una valoración global de la importancia del cambio climático como factor de cambio relevante en el área protegida.

6.3. 5. Análisis de vulnerabilidad de los objetos de conservación

Una fase central en el proceso de planificación es la identificación precisa de los objetos de conservación, esto es, de los valores por los que se declaró el área protegida y que son por tanto objeto de atención preferente en el plan de gestión.



- 7 Termomediterráneo semiárido inferior
- 8 Termomediterráneo semiárido superior (-)
- 12 Termomediterráneo subhúmedo
- 15 Mesomediterráneo inferior semiárido superior
- 17 Mesomediterráneo inferior seco (-)
- 18 Mesomediterráneo inferior subhúmedo (+)
- 20 Mesomediterráneo inferior húmedo
- 21 Mesomediterráneo superior seco
- 22 Mesomediterráneo superior subhúmedo
- 24 Supramediterráneo seco
- 25 Supramediterráneo subhúmedo
- 26 Oromediterráneo seco
- (+) Con nieblas del alisio
- (-) Sin nieblas del alisio

Figura 4. Modelo de distribución de los pisos bioclimáticos en el Parque Nacional del Teide, en la actualidad y en el año 2100 bajo el escenario B2 (IPCC, 2008). Proyección de los modelos de Del Arco Aguilar (2008) sobre un modelo digital del terreno de resolución 25m.

En los lugares Natura 2000 los objetos de conservación son especies y hábitats, pero en otras áreas protegidas los objetos de conservación pueden ser mucho más amplios, incluyendo ecosistemas, paisajes, elementos culturales, aprovechamientos o actividades económicas dependientes de los ecosistemas objeto de conservación, etcétera.

En este caso, será preciso identificar de forma explícita los objetos de conservación que son susceptibles de verse afectados por el cambio climático y en qué medida, es decir valorar la vulnerabilidad de cada uno de ellos, de forma que puedan identificarse los efectos concretos sobre los mismos, y priorizar posteriormente las medidas de gestión sobre los más vulnerables.

Existen en la literatura científica diferentes aproximaciones a la evaluación de la vulnerabilidad (Pacifi et al., 2015; Foden et al., 2016). Algunas predicen mediante modelos matemáticos la respuesta de especies concretas a los cambios ambientales, por ejemplo cambios en el área de distribución (Felicísimo et al., 2011; Araujo et al., 2011b), aunque su principal limitación es que precisan de datos de

**Valoración de efectos del cambio climático en Hábitats de Interés Comunitario.
Plan de gestión de la ZEC Sierra Norte de Guadalajara**

Estado de conservación pastizales de alta montaña mediterránea (HIC 6160 y 8220)

Superficie en el espacio Natura 2000	ZEC/ZEPA: pastizales de alta montaña mediterránea (6160) = 2.003,64 ha. A efectos de cálculo de superficie se ha contemplado la superficie del pastizal dado que el de la vegetación casmofítica (8220) no es exclusiva de este paisaje.
Descripción del tipo de hábitat en el espacio Natura 2000 y exigencias ecológicas	<p>Los pastizales psicroxerófilos criorosubterráneos son pardos vicaces de corta talla dominados por hemicroptófitos graminoides y algunos caméfitos pulviniformas. En general presentan baja cobertura y están dominados fisionómicamente por los cepellones de <i>Festuca curvifolia</i>. Se desarrollan en los niveles superiores del piso orosubmediterráneo y en el piso criorosubmediterráneo, en general por encima de los 2.000 m de altitud.</p> <p>Las comunidades casmofíticas colonizan las fisuras de roquedos verticales en los que puede acumularse algo de tierra, se caracterizan por la presencia de <i>Saxifraga wilkommiana</i> junto con <i>Alchemilla saxatilis</i>.</p>
Tendencia	Dado que los hábitats de este elemento clave se ubican en las zonas más elevadas del espacio, el cambio global y el ascenso previsto de los límites inferiores de los pisos climáticos hará que disminuya sensiblemente una superficie de distribución potencial ya de por sí escasa.

partida muy completos y que frecuentemente ignoran o subestiman la capacidad de persistencia de las especies (Arribas et al., 2012). Otros métodos valoran la vulnerabilidad de especies a partir del análisis de sus estrategias vitales (fisiología, fenología, comportamiento, etcétera) y su capacidad para responder a los cambios climáticos (“*trait based analysis*” Bagne et al., 2011; Willis et al., 2015).

En este tipo de modelos, la vulnerabilidad suele evaluarse como el resultado de tres componentes, cada uno de los cuales puede ser valorado por separado, bien con información cuantitativa, bien mediante juicio experto, en función de la información disponible y el nivel de detalle necesario:

- la exposición al cambio climático (a cambios en la temperatura, la precipitación, del nivel del mar, etcétera),
- los impactos esperados en el objeto de conservación en cuestión (qué efectos en las poblaciones, en el funcionamiento de los ecosistemas, etcétera), y
- la capacidad de responder al cambio, a su vez condicionada por la capacidad de dispersión, la variabilidad genética, el tamaño poblacional, etcétera.

Una forma sencilla para la evaluación de la vulnerabilidad puede ser construir una matriz en la que se identifiquen de forma expresa los diferentes componentes de la vulnerabilidad, y se haga una valoración global, que a falta de otra información, puede ser cualitativa (tabla 6). Este esquema, conceptualmente simple, puede ser aplicable tanto a especies como a tipos de hábitat o ecosistemas, o a procesos o servicios de los ecosistemas.

Tabla 6. Matriz de evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los diferentes objetos de conservación de un área protegida

Objeto de conservación	Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
Especie, hábitat, ecosistema...	Componentes del cambio climático que afectan al objeto de conservación.	Efecto previsible de la exposición al cambio climático sobre el objeto de conservación	Capacidad propia del sistema de responder al cambio climático (por variabilidad genética, cambios en el comportamiento...)	Valoración global Resultante de descontar del impacto la capacidad de adaptación
(Ejemplo: invertebrados acuáticos)	(Ejemplo: incremento de la temperatura del agua)	(Ejemplo: migración aguas arriba)	(Ejemplo: migración reducida por obstáculos en el cauce)	(Ejemplo: alta vulnerabilidad)

En el proceso de priorización de objetos de conservación que suele realizarse en los planes de gestión, será necesario incluir de forma explícita la vulnerabilidad al cambio climático como uno de los criterios de priorización. Así a partir de la evaluación de la vulnerabilidad será posible identificar expresamente tanto los objetos de conservación más vulnerables como los más resilientes frente al cambio climático.

La fase de evaluación de la vulnerabilidad permitirá identificar en qué medida el cambio climático es un factor de cambio relevante en el funcionamiento del área protegida, en relación a otros factores del cambio global (como el cambio de uso del suelo), de forma que sea posible priorizar en una fase posterior los objetivos de gestión.

Finalmente, será importante no perder de vista la escala a la que actúa el cambio climático, para valorar el papel del lugar para los objetos de conservación a escala regional o nacional, (por ejemplo si es un corredor, refugio climático, etcétera).

- ▶ Identificar los objetos de conservación (especies, hábitats, ecosistemas, geología, culturales, etcétera).
- ▶ Identificar los servicios proporcionados por los ecosistemas en el espacio protegido y los procesos ecológicos clave en su funcionamiento.
- ▶ Identificar las actividades humanas más relevantes en el espacio protegido.
- ▶ Evaluar la vulnerabilidad al cambio climático de los ítems anteriores, incluyendo los efectos previstos sobre los mismos (impacto).
- ▶ Valorar el efecto del cambio climático sobre los aspectos sociales o las comunidades locales.
- ▶ Valorar la importancia de otros componentes del cambio global (cambios de uso del suelo, especies invasoras). Identificar papel del cambio climático como factor de cambio para los objetos de conservación.
- ▶ Incluir la vulnerabilidad al cambio climático como un criterio en la priorización de objetos de conservación.
- ▶ Identificar los objetos de conservación más vulnerables, pero también los más resilientes.
- ▶ Definir la importancia relativa del lugar para los objetos de conservación a una escala superior (región biogeográfica, estatal, regional...) en el contexto de cambio climático.

Valoración la vulnerabilidad al cambio climático en el monte Matagalls (Parque Natural y Reserva de la Biosfera de Montseny)

Objeto de Conservación	Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad
Comunidades con <i>Anagallis tenella</i> u otras plantas atlánticas, de bordes de riachuelos y de humedales, de las regiones mediterráneas	Reducción de precipitación y aumento de evapotranspiración	Desaparición	Muy baja, prácticamente sin capacidad de desplazamiento	Muy alta
Prados acidófilos y mesófilos, con <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Antennaria dioica</i> (pata de gato), <i>Deschampsia flexuosa</i> de la zona culminar del Montseny	Incremento de temperaturas y reducción de precipitación	Singularidad biogeográfica. Desplazamiento de área de distribución hacia cotas más altas	Escasa posibilidad de desplazamiento de área de distribución, dependencia de una gestión ganadera adecuada	Alta

6.3.6. Definición de objetivos de adaptación

Todo plan de gestión debe contar con unos objetivos lo suficientemente concretos y adecuados al marco temporal y espacial como para ser evaluables (EUROPARC España, 2008).

Los objetivos pueden ser explícitos respecto a la adaptación, de forma que se haga patente la importancia que se otorga en el plan a este aspecto. Pero también pueden estar implícitos en otros objetivos que en última instancia contribuyan a la adaptación. Desde la perspectiva de la Adaptación Basada en Ecosistemas, cualquier objetivo destinado a mantener o mejorar el estado de conservación de especies, hábitats o ecosistemas puede considerarse que contribuye a la adaptación al cambio climático. Otros más concretos, como por ejemplo el fomento de la heterogeneidad, de la diversidad, la conectividad etc., son parte esencial de las estrategias de adaptación.

No obstante, dado que como se ha comentado casi cualquier objetivo puede considerarse relacionado con la adaptación, es deseable que la relación entre los objetivos (en especial si no son específicos respecto al clima) y los problemas derivados del cambio climático detectados en el diagnóstico se haga de la forma más clara posible.

- ▶ Considerar la adaptación al cambio climático como uno de los objetivos del plan de gestión:
 - Definir objetivos explícitos de adaptación.
 - Incluir la adaptación en otros objetivos más amplios.
- ▶ Hacer explícita la relación de los objetivos con la adaptación.

Objetivos de adaptación en el Proyecto de Ordenación del Monte Dehesa de los Enebrales, Daroca (Zaragoza)

“Objetivos generales de la presente ordenación:

1. Mantenimiento de la masa forestal para que mantenga su función de protección hidrológica y mejore su adaptación al cambio climático”

6.3.7. Medidas de adaptación

Una vez definidos los objetivos, deben diseñarse las medidas para alcanzarlos. Normalmente estas medidas serán de tres tipos (EUROPARC-España, 2008), y todas ellas pueden servir al propósito de la adaptación:

- Normativa: regulación de las actividades que pueden realizarse en el espacio protegido.

- Criterios de gestión: directrices y orientaciones para que el desarrollo de actividades por terceros, lo sea de forma acorde con los objetivos del espacio protegido.
- Medidas proactivas: acciones de intervención directa sobre el medio físico, biótico o social. A menudo se tratará de medidas de mejora del conocimiento (investigación y seguimiento de los efectos del cambio climático).

La variedad de medidas posibles es muy grande por lo que deberán ser definidas de acuerdo a las especificidades locales; el tipo de ecosistema de que se trate y del entorno ambiental y social. En todo caso, todas ellas deberían obedecer a los principios generales enunciados en el Capítulo 5.

Criterios de gestión con referencia al cambio climático en el PRUG del Parque Natural Bahía de Cádiz

4.3.3. Para las actividades forestales

5. El manejo de las formaciones forestales integrará progresivamente estrategias de gestión adaptativa para favorecer la capacidad de adaptación de la masa forestal a los escenarios de cambio climático previstos para Andalucía y el mantenimiento de las funciones relacionadas con la mitigación del cambio climático.

Un aspecto importante a tener en cuenta en el diseño de medidas de adaptación es la posibilidad de que éstas desencadenen efectos imprevistos o indeseados, incluso algunos que vayan en contra del principio mismo de adaptación, lo que algunos autores denominan “maladaptation”. Algunos ejemplos de mala adaptación son los siguientes (Barnett y O’Neill, 2010):

- Acciones que incrementan la emisiones de gases de efecto invernadero.
- Acciones que incrementan la vulnerabilidad de los sectores sociales más débiles.
- Enfoques con costes sociales o económicos desproporcionadamente altos.
- Alternativas que reducen los incentivos a la adaptación (por ejemplo basadas en subvenciones).
- Alternativas que comprometen a las instrucciones y/o capital a largo plazo y con poca o ninguna capacidad de cambio (por ejemplo grandes infraestructuras).

De forma generalizada se considera que, dadas las incertidumbres del cambio climático, las medidas de adaptación deberían ser del tipo “sin arrepentimiento” (o “no-regret” en la literatura anglosajona). Es decir, las medidas deberían suponer una mejora en el estado de conservación de los ecosistemas y en el bienestar de las poblaciones afectadas, incluso en el supuesto de que el cambio climático no llegara a producirse (IUCN, 2014).

- ▶ Desarrollar criterios de gestión o normativa para la adaptación.
- ▶ Definir medidas proactivas con objetivos de adaptación.
- ▶ Las medidas proactivas de adaptación están basadas en la conservación (o restauración) de ecosistemas en buen estado (soluciones naturales).
- ▶ Incluir medidas de investigación o seguimiento de los efectos del cambio climático en los objetos de conservación.
- ▶ Evaluar el impacto de las medidas de adaptación, y la compatibilidad de las medidas de adaptación con otros objetivos o medidas de conservación, o en su caso, de mitigación.
- ▶ Identificar los instrumentos financieros disponibles para financiar las medidas de adaptación previstas en el plan.

Medidas de gestión dirigidas a mantener o recuperar la capacidad de adaptación de los melojares en el Parque Natural del Moncayo (Zaragoza)

En el Moncayo aragonés, todos los rebollares han sido tratados en monte bajo para leñas secularmente y sufrieron casi al unísono el abandono de las cortas entre los años 60 y 80 del siglo pasado. Hacia mitad de los 90 comenzó a hacerse notable el puntiseado de los árboles. Con objeto de mejorar la regeneración a partir de semilla y la capacidad de resistir la sequía, los melojares del parque natural han sido sometidos a trabajos de resalveo.

Los pies resalveados desarrollan unos cambios en la estructura de su madera que suponen una mayor resistencia al puntiseado asociado al estrés hídrico. Teniendo en cuenta que los efectos del cambio climático apuntan a un seguro ascenso térmico acompañado de un probable descenso pluviométrico, los trabajos que favorezcan la resistencia al stress hídrico deben ser prioritarios en la gestión de los rebollares con el fin de asegurar su adaptación.

La mejora adaptativa que tienen las masas resalveadas se pudo comprobar en el Moncayo al final del verano de 2012, ya que este año fue excepcionalmente seco en esta Sierra. Las masas de rebollo presentaron síntomas de marchitamiento precoz, comenzando a amarillear las hojas a mediados de agosto. Sin embargo, aquellos rodales resalveados en los últimos años mantuvieron las hojas verdes hasta la época habitual para esta especie, demostrando su resistencia a la sequía.

Priorización de medidas

Una vez identificado un conjunto amplio de medidas, será necesario establecer prioridades dado que muchas de ellas tendrán un plazo temporal de ejecución superior a la vigencia de un PRUG (5 años para PRUG, 6 años para los instrumentos de gestión Red Natura 2000 y en los casos más ambiciosos, 10 años de vigencia).

Priorización de medidas en la Hoja de Ruta de Cambio Climático de Navarra

Para la implementación de las medidas de adaptación se puede establecer un calendario de actuación teniendo en cuenta tres horizontes temporales corto plazo (hasta el año 2020), medio plazo (hasta el año 2025) y largo plazo (hasta el año 2030). Para ello se identifican aquellas que vayan aportar mayor influencia considerando una serie de criterios básicos empleados en la HCCN que son:

- Reducción de la vulnerabilidad al CC
- Importancia
- Urgencia
- Sin arrepentimiento (“no-regret”)
- Co-beneficios
- Aceptación sectorial

6.3.8. Financiación

Las medidas de gestión deberían tener asociada una estima de su coste y de posibles fuentes de financiación (EUROPARC-España, 2008). La disponibilidad de instrumentos financieros para promover la adaptación en la Unión Europea es una opción que debería ser considerada al diseñar el plan de gestión.

Los Programas de Desarrollo Rural, cofinanciados por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), cuentan con distintas medidas que podrían financiar actuaciones relacionadas con la adaptación al cambio climático en los espacios protegidos, como por ejemplo la Medida 4 “Inversiones en activos físicos”, que puede financiar inversiones no productivas vinculadas a la realización de objetivos agroambientales y en materia de clima; la Medida 8 “Inversiones en el desarrollo de zonas forestales y mejora de la viabilidad de los bosques”; la Medida 9 “Reforestación y creación de superficies forestales”; la Medida 10 “Agroambiente y clima”; o la Medida 15 “Servicios silvoambientales y climáticos y conservación de los bosques”.

Otra fuente de financiación la podemos encontrar en el Programa de Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE), que en su programación 2014-2020 contiene en el subprograma de Acción por el Clima, el área prioritaria “Adaptación al cambio climático”.

Finalmente, un instrumento de financiación específico para la adaptación es el PIMA Adapta, del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. El PIMA (Plan de Impulso al Medio Ambiente) tiene por objeto la puesta en marcha de proyectos que reduzcan la vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, anticipándose a los posibles impactos previstos. Algunos de los ámbitos en los que se aplica son: los recursos hídricos y el dominio público hidráulico, las costas, los parques nacionales y los ecosistemas forestales.

PIMA Adapta en la Red de Parques Nacionales

El Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta), se puso en marcha, con carácter pionero y con vocación de continuidad en el tiempo el año 2015, a través de proyectos concretos de adaptación al cambio climático.

Entre 2015 Y 2017 el PIMA-Adapta ha destinado más de 2,8M€ a la restauración de hábitats para anfibios, al desarrollo de trabajos de gestión forestal adaptativa, establecimiento de corredores ecológicos, al estudio de situaciones de fragmentación de hábitats, a la detección temprana de especies exóticas invasoras, y al desarrollo de un Plan de Seguimiento de Anfibios en la Red de Parques Nacionales. Durante 2018 se prevé la definición y aplicación de protocolos de seguimiento de lepidópteros en los parques nacionales canarios y la ampliación de la Red de Seguimiento del Cambio Global (RSCG) en la Red de Parques Nacionales, con 5 nuevas estaciones meteorológicas terrestres.

6.3.9. Seguimiento y evaluación

La necesidad de un sistema de seguimiento que permita evaluar la eficacia de los planes de gestión es un aspecto ampliamente admitido (EUROPARC-España, 2008). Desde el punto de vista de la inclusión de los efectos del cambio climático y los resultados de las acciones de adaptación, deberían incluirse en los sistemas de seguimiento indicadores relativos al clima (o la incorporación del espacio protegido a redes globales de seguimiento del clima), y de los resultados obtenidos por las acciones de adaptación (MAGRAMA, 2016).

- ▶ Prever indicadores de seguimiento del cambio climático (temperatura, precipitación...).
- ▶ Prever indicadores de seguimiento de los impactos del cambio climático sobre los objetos de conservación (fenología, regeneración, reclutamiento, cambios en la distribución de especies, etcétera).
- ▶ Incluir indicadores que permitan valorar los resultados de las acciones de adaptación previstas en el plan.

Indicadores de seguimiento de la gestión con referencia al cambio climático en el PRUG del Parque Natural Bahía de Cádiz

7.2. Indicadores de cumplimiento de objetivos específicos para el parque natural.

Con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos específicos para el Parque Natural, se establecen los siguientes indicadores:

- ▶ Número de informes de afección, actuaciones e iniciativas puestas en marcha para evitar riesgos vinculados a los escenarios de cambio climático.
- ▶ Número de estudios realizados para evaluar los efectos del cambio climático en las especies, hábitats y servicios ecosistémicos del espacio y para el análisis de la resiliencia y capacidad de adaptación de sus ecosistemas.

6.3.10. Participación y gobernanza

Los criterios de adaptación deben incluirse también en los mecanismos de gobernanza y de participación pública (MAGRAMA, 2016, Hernández et al., 2018). Los nuevos escenarios climáticos y la magnitud de los cambios a abordar van a exigir un enfoque transversal a los diferentes departamentos de la administración, el desarrollo de órganos específicos de colaboración, y un esfuerzo añadido de comunicación a la sociedad.

Incorporar la adaptación en los procesos de participación en espacios naturales protegidos supone, a la vez, un reto, y una oportunidad. Por una parte, un reto en cuanto a la diversidad de actores y sectores sociales que interaccionan en estos espacios (agricultura, ganadería, pesca, población local, visitantes, asociaciones y ONG, personal técnico, agentes forestales, etcétera), cada uno de ellos con una percepción concreta o un conocimiento muy variable acerca del cambio climático. Por otra parte, una oportunidad en cuanto a que los espacios naturales protegidos son un lugar excepcional para la puesta en práctica de mecanismos de participación y toma de decisiones que supongan a la vez un aprendizaje individual y colectivo sobre el cambio climático y cómo adaptarnos a él.

- ▶ Incorporar los aspectos de cambio climático y adaptación en los procesos de participación o en los materiales de comunicación.
- ▶ Incluir en el proceso de participación o de información pública al organismo competente en materia de adaptación al cambio climático, en la administración central o autonómica.
- ▶ Prever la inclusión de las medidas de adaptación en los organismos de cooperación intersectorial existentes.
- ▶ Identificar los actores locales que podrían colaborar en las medidas de adaptación.
- ▶ Valorar la posibilidad y la viabilidad de establecer mecanismos de gobernanza específicos o novedosos en relación al cambio climático (comités, foros, seminarios...).

Taller sobre conservación y adaptación al cambio climático en el proceso participativo para la elaboración del PRUG del Paisaje Protegido de la Sierra de Santo Domingo

Dentro del proceso participativo para la redacción del PRUG, se diseñó una metodología específica para la identificación de medidas de adaptación. Se organizaron dos mesas de trabajo y se pidió a los participantes (alcaldes, ganaderos, agricultores, empresarios, ONG, técnicos, agentes forestales, etcétera) que propusieran medidas proactivas de conservación incluyendo, cuando fuera pertinente, la adaptación al cambio climático.

Para ello, en los paneles donde se recogían las ideas, se incluyó una columna específica para el cambio climático, con el objetivo de forzar a los participantes a hacer este ejercicio de reflexión. Previamente al comienzo de las mesas, se presentaron algunos impactos del cambio climático en el Paisaje Protegido con ejemplos cercanos y concretos de especies que se estaban viendo ya afectadas por el mismo.

Algunas de las dificultades que aparecen en este tipo de talleres son la "incertidumbre" que se atribuye al cambio climático, e incluso las "dudas" respecto a que el cambio climático sea algo "negativo" para el Paisaje Protegido.

Como aprendizaje de esta experiencia se puede destacar la necesidad de trabajar de forma directa con la población para que el conocimiento sobre el cambio climático sea más accesible y transversal a todas las personas o sectores implicados, así como aprovechar diferentes momentos de participación, comunicación y sensibilización para explorar nuevas formas y/o modelos de toma de decisiones y planificación con un enfoque de adaptación al cambio climático.

6.3.11. Comunicación

El plan de gestión puede prever la incorporación en los materiales de comunicación, de contenidos sobre la importancia de los efectos del cambio climático y de las medidas de adaptación en el área protegida en las acciones o materiales de comunicación del área protegida de acuerdo a algunos principios generales (Heras, 2016).

- ▶ Ofrecer una visión "cercana" del cambio climático: no se trata de un problema lejano, los efectos son evidentes a escala local.
- ▶ Facilitar la comprensión de conceptos y procesos clave: cambios, umbrales, adaptación, mitigación. Siempre que sea posible con ejemplos claros y sobre el terreno.
- ▶ Combatir los tópicos más frecuentes: "podemos revertir el problema", "tenemos tiempo", "aquí nos afectará poco", "los científicos no se ponen de acuerdo".
- ▶ Subrayar el papel de las áreas protegidas: comunicar los proyectos de investigación, educación y restauración ecológica contribuye a mostrar el valor de las áreas protegidas frente al cambio climático.
- ▶ Resaltar la responsabilidad personal en relación con el tema: se debe equilibrar la información sobre los riesgos y sobre las salidas, hablando de las respuestas existentes y favoreciendo la corresponsabilidad.



Parque Natural de la Albufera de Valencia. Foto: Javier Puertas

7 Las medidas de adaptación

7.1. Características de las medidas de adaptación

La fase de mayor concreción en la redacción de un plan de gestión, es el diseño de actuaciones de gestión con objetivos de adaptación.

Dado que la adaptación basada en ecosistemas parte de la premisa de que los ecosistemas en buen estado son la mejor forma de garantizar la capacidad de adaptación de los mismos, en último término cualquier medida de gestión destinada a la conservación o restauración de ecosistemas en buen estado puede ser considerada como una medida de adaptación. Como para el resto de medidas de gestión, pueden seguirse unas pautas en su diseño, implementación y seguimiento (EUROPARC-España, 2011).

Sin embargo, las acciones de adaptación, deberían tener algunas características que las distinguan, y que deberían formalizarse en los programas y proyectos de actuación. De acuerdo a la prospección realizada entre gestores de áreas protegidas (EUROPARC-España, 2016) y a partir de un listado de criterios facilitado por UICN-Med¹, las medidas de adaptación se distinguirían por:

- Tener en cuenta de forma expresa los nuevos escenarios climáticos previsibles.
- Contribuir a la capacidad de recuperación de los ecosistemas (resiliencia) ante los efectos de los eventos extremos derivados del cambio climático.
- Basarse en la evidencia científica o en el mejor conocimiento disponible de los efectos del cambio climático sobre los elementos o procesos sobre los que se actúa.
- Plantear objetivos explícitos de adaptación al cambio climático.
- Resultados ser demostrables y cuantificables en términos de mejora de la capacidad de adaptación o de disminución de los efectos del cambio climático.
- Contribuir a alcanzar los objetivos del área protegida, y por tanto estar en línea con los instrumentos de planificación de ámbito superior.

7.2. Medidas de adaptación en áreas protegidas

A pesar de la falta de consideración de la adaptación tanto en la planificación a escala

1—La IUCN-Mediterráneo lanzó en 2016 una encuesta para identificar acciones de adaptación, en el contexto del proyecto "Mejores soluciones basadas en la naturaleza en el Mediterráneo. Hacia el Congreso Mundial de la Naturaleza (Hawaii 2016)".

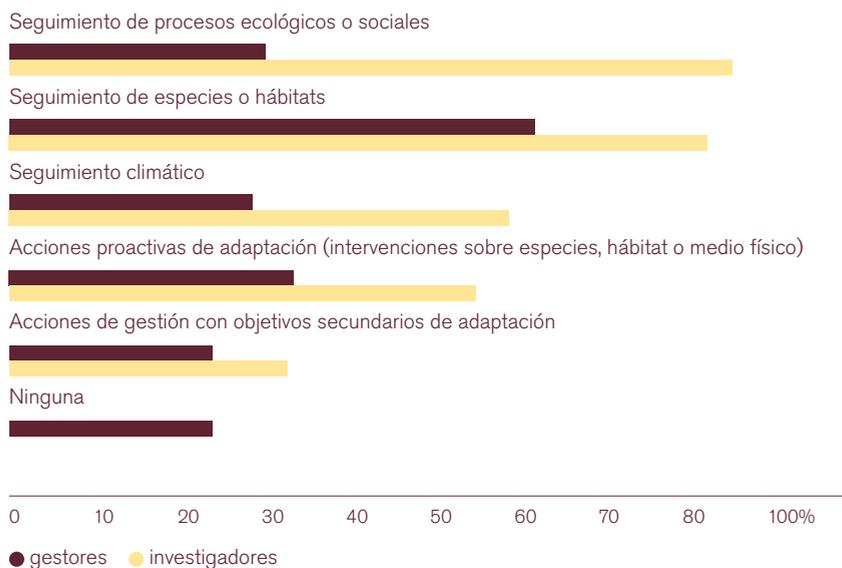


Figura 5. Medidas de adaptación al cambio climático consideradas prioritarias (“importante” o “muy importante”) en una muestra de 70 gestores y 85 investigadores.

de red como de lugar, el hecho es que se están desarrollando proyectos y actuaciones de adaptación en un número creciente de áreas protegidas en todo el mundo (para una revisión véase Berry et al., 2008; Harley et al., 2008; MAGRAMA, 2016). En el Anexo se recogen proyectos de adaptación identificados en áreas protegidas españolas.

Si se tiene en cuenta la importancia que gestores e investigadores otorgan a las diferentes medidas de adaptación, se observa que las medidas proactivas² de adaptación aparecen con una importancia inferior a las de seguimiento, que son con mucho las más frecuentes. Las medidas consideradas prioritarias por estos colectivos serían las de seguimiento de procesos ecológicos, sociales, especies y hábitats, así como el seguimiento climático. Una probable explicación se debería a la percepción de que no existe la suficiente evidencia del efecto concreto del cambio climático como para intervenir activamente, siendo aún prioritaria para los gestores la recopilación de evidencias. La implementación de medidas de adaptación, no obstante, es considerada prioritaria por el 30% de los gestores y el 50% de los investigadores encuestados (figura 5).

Una prospección de las posibles medidas de adaptación consideradas prioritarias por los encuestados mostró una inclinación a medidas preferentemente basadas en eliminar factores de estrés y restaurar los ecosistemas degradados. Las actuaciones

2—Intervenciones sobre especies, hábitats o medio físico

de intervención más activa, dirigidas a modificar la estructura o función de los ecosistemas con objeto de mejorar su resiliencia, se apuntan en general para los ecosistemas forestales, que cuentan con una larga tradición de planificación de la gestión (ordenaciones de montes) y de prácticas de manejo selvícola.

A pesar de la falta de atención a la adaptación en la planificación este tipo de acciones comienzan a desarrollarse en las áreas protegidas.

Gestión adaptativa de las masas de *Quercus pyrenaica* en Sierra Nevada a los procesos de cambio global y conservación y mejora de las masas de enebro y sabinar en Sierra Nevada: Adaptación a los procesos de cambio global.

Algunos de los elementos tenidos en cuenta en los planteamientos y redacción de los proyectos son:

- ▶ Utilización de especies facilitadoras para la siembra o plantación. Básicamente especies espinosas que protegen los plantones jóvenes de la herbivoría, además de proteger a éstos de la insolación y restar evaporación, aumentando el agua disponible en el suelo.
- ▶ Utilización de herramientas indirectas: puesta en servicio de acequias tradicionales y protección de surgencias naturales de agua. En ambas formaciones (robledales y enebrales-sabinares) existe una relación directa entre su presencia y condiciones favorables de cierta de humedad edáfica.
- ▶ Localización y selección de enclaves donde se dan unas condiciones óptimas actuales y previsiblemente futuras (requerimientos de humedad, insolación suelo) para la existencia de esas formaciones vegetales. Sólo en estos lugares se planifican actuaciones de siembra o plantación.
- ▶ Eliminación de especies ocupantes y oportunistas que no ejercen efecto facilitador sobre las especies seleccionadas y que ocupan, por deterioro o por efecto de la acción antrópica, estos lugares óptimos seleccionados.
- ▶ Protección en primeras etapas de desarrollo frente a la herbivoría silvestre y doméstica eliminando este factor natural con objeto de garantizar un asentamiento inicial completo de los rodales de nueva implantación.
- ▶ Utilización en las plantaciones y siembras de especies acompañantes que producen una mejora sustancial del hábitat y una garantía adicional de supervivencia de las comunidades.
- ▶ Utilización de la metodología denominada núcleos de dispersión, consistente en crear enclaves que en un futuro próximo van a funcionar como elementos dispersantes de semillas.

7.3. Tipología de medidas de adaptación

En general, puede decirse que las medidas de adaptación, desde una perspectiva de la adaptación basada en ecosistemas, deben ir dirigidas a mantener ecosistemas en buen estado de conservación, y con la mayor resiliencia posible (Shoo et al., 2013). De forma general, esto puede concretarse en una tipología de medidas común a todos los tipos de ambiente (Tabla 7).

Tabla 7. Propuesta de tipología de acciones proactivas de adaptación a partir de las consideradas prioritarias por los gestores e investigadores encuestados, con algunos ejemplos

<p>Mejora del conocimiento Investigación sobre efectos del cambio climático, vulnerabilidad y capacidad de adaptación Transferencia de conocimiento científico a la gestión</p>
<p>Reducir presiones no climáticas Restauración de ecosistemas Gestión del impacto del uso público Gestión de la ganadería para evitar impactos sobre la vegetación Control de especies exóticas invasoras Restringir modalidades de pesca agresivas Reducir contaminación Eliminación de azudes</p>
<p>Facilitar la migración Creación/restauración de corredores Eliminación de barreras</p>
<p>Incrementar la heterogeneidad Promover masas forestales mixtas Apertura de claros en bosques Creación de mosaicos de paisaje</p>
<p>Gestión de poblaciones Reforzamiento o selección de ecotipos más resistentes Cambios en las interacciones (facilitación, competencia) (<i>ej claras para disminuir competencia</i>) Incremento/refuerzo de la diversidad genética</p>
<p>Reducir demanda hídrica / mejorar ciclo hidrológico Mejoras hidrológicas en lagunas (limpieza de canales, compuertas, etcétera) Actuación sobre los caudales circulantes en las cuencas reguladas Reducir extracciones de agua Reducción de densidades en masas forestales Eliminación de plantaciones forestales de gran demanda hídrica</p>
<p>Gestión de riesgos Gestión de inundaciones. Restauración geomorfología fluvial. Retirada de diques y motas Gestión del fuego Prevención de daños por tormentas costeras. Restauración de dunas y humedales costeros</p>
<p>Atención a servicios de los ecosistemas Gestión de cuencas para asegurar la captación y retención de agua Mejoras en aprovechamientos (forestal, ganadero, agrícola)</p>
<p>Atención a elementos singulares Translocación asistida de especies vulnerables Recuperación de poblaciones de especies amenazadas Restauración de hábitats singulares (ej. turberas) Creación de hábitats singulares (ej. charcas para anfibios)</p>
<p>Seguimiento Seguimiento de variables climáticas Seguimiento de especies o hábitats Seguimiento fenológico Seguimiento de procesos ecológicos y sociales</p>

Esta tipología de medidas generales de adaptación puede concretarse algo más en función del tipo de ambiente o ecosistema, de los efectos previsibles del cambio climático y de las opciones de intervención disponibles. A continuación se hace un sucinto repaso por los principales tipos de ambientes.

7.3.1. Alta montaña

Los ecosistemas de alta montaña son especialmente vulnerables al cambio climático (OPCC-OTC, 2018). Por una parte, son muy diversos, al contener en un espacio reducido un amplio gradiente altitudinal y una elevada heterogeneidad topográfica. Además, en las montañas a menudo se encuentran poblaciones genéticamente aisladas, por lo que en ellas son más abundantes los endemismos.

Uno de los efectos del cambio climático previsto en la alta montaña tiene que ver con el movimiento altitudinal de los nichos climáticos, con la consiguiente reducción o pérdida de las zonas bioclimáticas superiores y el ascenso en altitud de las inferiores. Esto tendrá como consecuencia la migración de las especies de flora y fauna en altitud, o bien a otras montañas más favorables. Este proceso va a estar muy condicionado por una parte por la capacidad de dispersión de las especies (frecuentemente reducida en las de alta montaña) y la conectividad del territorio, y por otra por la plasticidad y capacidad de adaptación local de las especies a los cambios (Garzón et al., 2011; Escudero et al., 2012).

El cambio climático también se prevé que produzca alteraciones en la fenología y los ciclos vitales de algunas especies (Stefanescu et al., 2003; Donoso et al., 2016).

La desaparición de los glaciares y la reducción del periodo de permanencia de la nieve tendrá efecto sobre los hábitats más especializados en este tipo de condiciones (neveros), así como cambios en la hidrología, con una disminución del lapso entre la precipitación y la escorrentía, y una disminución del flujo en los ríos y arroyos (Price y Neville, 2002).

Por su funcionamiento más próximo al natural de estos ecosistemas, salvo en el caso de aquellos mantenidos por el pastoreo, las opciones de intervención son reducidas y deberán enfocarse a la protección de los elementos singulares (como las turberas).

Alta montaña

Elementos vulnerables

Prados de alta montaña
Turberas
Glaciares
Neveros, zonas de acumulación de nieve
Especies alpinas

Medidas de adaptación

Asegurar la conectividad a escala local
Permitir la conectividad a escala regional
Gestión de la herbívora (doméstica o silvestre)
Atención estricta a elementos singulares (pastizales psicroxerófilos, borreguiles, turberas,..)
Migración asistida en poblaciones en peligro crítico

Referencias clave

Zamora, R., Pérez-Luque, A.J., Bonet, F.J., Barea-Azcón, J.M. y Aspizua, R. (editores). 2015. *La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. 208 pp.

7.3.2. Bosques y matorrales

Los bosques son probablemente el tipo de ecosistema en el que más se ha estudiado el efecto del cambio climático. Los impactos probables afectan o afectarán todos los niveles de organización; a los procesos ecofisiológicos, la fenología, la demografía la distribución de las especies vegetales y de las comunidades que forman, a la estructura de los bosques y a su funcionamiento, con cambios en la producción primaria, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico (Herrero y Zavala, 2015).

Los elementos más vulnerables serán los bosques más estrechamente ligados a condiciones climáticas más húmedas y frescas, los de distribución restringida o en el límite de su área de distribución, las masas de tamaño insuficiente o muy fragmentadas, y los bosques de ribera. Además muchos bosques - en especial los mediterráneos - sometidos a sequías prolongadas pueden mostrar signos de decaimiento y ver incrementado el riesgo de incendio (Lloret, 2012).

También aquellos bosques degradados o en mal estado de conservación a consecuencia de un uso intenso o por abandono, pueden ver reducida su resiliencia y por tanto su capacidad de adaptación.

El gran bagaje de conocimiento acumulado en gestión selvícola, aunque en principio destinado a la producción de madera, puede dirigirse también a la consecución de objetivos de conservación (WWF España, 2012b; EUROPARC-España, 2013) y de adaptación. En este sentido, las prácticas selvícolas dirigidas a mejorar el vigor de la masa (p.ej. resalveos), entresacas o aclareos para incrementar la heterogeneidad estructural, cortas para disminuir la competencia y reducir la dependencia del agua, o creación de masas más abiertas para moderar la vulnerabilidad a grandes incendios,

pueden convertirse en eficaces medidas de adaptación en las áreas protegidas. (Vericat et al., 2102; Esteban, 2013; Doblas, 2013; Herrero y Zavala, 2015)³.

Bosques y matorrales	
<p>Hábitats mesófilos</p> <p>Hábitats de distribución restringida</p> <p>Especies en su límite de distribución</p> <p>Masas fragmentadas</p> <p>Hábitats riparios</p> <p><i>Abies pinsapo, Juniperus thurifera, Pinus sylvestris, Fagus sylvatica, Quercus robur, Taxus baccata</i></p>	<p>Medidas de adaptación</p> <p>Incrementar el vigor de las masas forestales</p> <p>Optimizar el estado sanitario</p> <p>Incrementar la complejidad estructural; potencial masas mixtas; diversificar el sotobosque</p> <p>Facilitar la adaptación genética; incrementar la diversidad genética</p> <p>Atención a hábitats singulares</p> <p>Incrementar la conectividad entre fragmentos forestales</p> <p>Incrementar la resistencia a la sequía</p> <p>Disminuir el riesgo de grandes incendios forestales. Reducción de biomasa; pastoreo de conservación.</p> <p>Disminuir la vulnerabilidad a temporales</p> <p>Localizar y conservar rodales maduros; mantener árboles viejos y biomasa muerta</p>
<p>Referencias clave</p> <p>Canals A (coord.) 2015. <i>Guía de buenas prácticas de gestión forestal para la adaptación al cambio climático en Menorca</i>. Consell Insular de Menorca.</p> <p>Doblas E. (coord). 2013. <i>Conservar aprovechando. Cómo integrar el cambio global en la gestión de los montes españoles</i>. CREA, Barcelona.</p> <p>Vayreda et al., 2013. CANVIBOSC: <i>Vulnerabilidad de las especies forestales al cambio climático</i>. CREA y Oficina Catalana del Canvi Climàtic; Barcelona.</p> <p>Vericat, P; Piqué, M.; Serrada, R. 2012. <i>Gestión adaptativa al cambio global en masas de Quercus mediterráneos</i>. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Solsona (Lleida).</p>	

7.3.3. Ecosistemas acuáticos continentales; ríos y humedales

Los ambientes acuáticos españoles son extremadamente sensibles al clima, ya que la inmensa mayoría tiene un tiempo de residencia del agua reducido o muy variable,

³—Puede accederse a una base de datos sobre medidas de adaptación a nivel nacional recopiladas en el Grupo de Trabajo 2 sobre adaptación, en el marco de la Acción COST FP0703 ECHOES (Expected Climate Change and Options for European Silviculture) (<http://echoes.gip-ecofor.org/>)

y por tanto depende de la precipitación anual o, incluso, de la estacional. En general, los caudales de base disminuirán, lo cual supondrá el aumento del número de ríos temporales y de tramos de ríos con caudales únicamente estacionales. Los niveles y caudales de la mayoría de ríos, lagos, embalses y humedales se vinculan a la precipitación a corto plazo de modo muy directo, por lo que las variaciones en invierno y primavera podrían ser determinantes para los ambientes propensos a la temporalidad, tanto lóticos (por ejemplo, riachuelos, torrentes y ramblas) como lénticos (por ejemplo, lagunas de zonas semiáridas).

Debido al incremento en la temperatura del agua, cabe esperar modificaciones de las tasas de los procesos biogeoquímicos y metabólicos, y por otro lado un desplazamiento de la zonación de las biocenosis aguas arriba.

Los tipos de humedales más vulnerables serán los esteparios, los ríos y arroyos de alta montaña, los humedales costeros y los humedales dependientes del agua subterránea (Cobelas et al., 2005).

Ríos y humedales	
Elementos vulnerables	Medidas de adaptación
Humedales temporales y/o endorreicos	Recuperar la hidrodinámica natural; eliminar motas y defensas
Humedales costeros	Renaturalización del régimen de caudales
Turberas	Mejorar conectividad en las riberas; restaurar geomorfología y vegetación riparia
Ríos temporales mediterráneos	Mantener la conectividad a lo largo de los cauces; eliminar obstáculos (azudes, presas)
Bosques de galería	Deslinde del Dominio Público Hidráulico adecuado a las nuevas condiciones
Ríos y arroyos de alta montaña	Eficiencia en los usos del agua
Fresnedas	
Saladares	
Referencias clave	
Cobelas, M.A., J. Catalán y D. García Jalón. 2005. <i>Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales</i> . En: Moreno, J.M. (Coord.) <i>Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático</i> . Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.	

Los ríos y humedales son uno de los ecosistemas más degradados en España; la agricultura, la urbanización, la regulación de caudales, las alteraciones morfológicas –dragados y encauzamientos–, y la invasión de especies exóticas se señalan como los impactos más importantes (MMARM, 2010). Esta situación, como ya se ha mencionado, supone un factor de estrés que acentúa los efectos del cambio climático.

Por lo tanto, las medidas de adaptación deberán dirigirse sobre todo a la restauración de ecosistemas degradados, mediante la recuperación de la conectividad a lo largo del cauce y las riberas, políticas de ahorro de agua y mejora de su calidad, y medidas de conservación en los hábitats terrestres que los rodean.

7.3.4. Sistemas agrarios extensivos

Por su dependencia del manejo antrópico, los sistemas agrarios extensivos son especialmente vulnerables a los cambios de uso del suelo (tanto intensificación como abandono) que a su vez pueden estar impulsados por cambios en las condiciones climáticas. Los sistemas agrarios de interés para la conservación se caracterizan por su elevada heterogeneidad y diversidad de elementos. Son además, por la naturaleza de las actividades que en ellos se desarrollan, especialmente vulnerables a la entrada de especies exóticas (Gelbard, 2003).

Sistemas agrarios extensivos	
Elementos vulnerables	Medidas de adaptación
Prados de siega (lignificación, naturalización)	Mantener el suelo; reducir las pérdidas por erosión
Prados de diente (menor disponibilidad de agua)	Incrementar la diversidad de hábitats/especies
Vegetación de ribera, linderos, ribazos	Favorecer los procesos de regeneración natural en las dehesas
Charcas temporales	Conservar y aumentar infraestructuras ganaderas (pintos de agua)
Encina y alcornoque	Gestión del pastoreo. Evitar sobrepastoreo en zonas concretas (rotación de cuarteles, careo extensivo)
Anfibios	Atención a los elementos singulares (árboles, puntos de agua)
Especies de espacios abiertos (aves esteparias)	Protección de setos, linderos y ribazos
	Restaurar procesos hidrológicos naturales en lagunas temporales
	Control de especies exóticas invasoras
	Manejo de cultivos arbóreos más resistente a la sequía
Referencias clave	
San Miguel, A. 2001. <i>Pastos naturales españoles. Caracterización, aprovechamiento y posibilidades de mejora</i> . Coedición Fundación Conde del Valle de Salazar- Mundi-Prensa. Madrid	

Por tratarse de ecosistemas manejados, las opciones de adaptación son en estos sistemas más evidentes que en otros. Desde la perspectiva estrictamente agraria, las opciones comprenden modificaciones en las especies, cultivares y razas de ganado,

cambios en las rotaciones de cultivos que optimicen el uso del agua, estrategias de gestión del agua más eficientes, o gestión de la carga ganadera (Mínguez Tudela et al., 2005). Desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, en general las medidas deberán ir dirigidas al mantenimiento del carácter extensivo de los usos y a la preservación de los elementos que aportan diversidad al conjunto; en el contexto de aridificación que se prevé los elementos relacionados con el agua (lagunas, abrevaderos, etcétera) toman una especial relevancia.

7.3.5. Medio litoral

Los sistemas costeros son especialmente sensibles a los efectos de la subida del nivel del mar, y a los cambios en el régimen del oleaje. Los ecosistemas más sensibles son las zonas más bajas como deltas, estuarios y marismas. Las playas y dunas son también elementos especialmente sensibles a la erosión costera por los cambios en el oleaje y la mayor incidencia de tormentas, con una tendencia acusada al retroceso de playas (estimada en torno a 2-3 m para 2040). Además el elevado grado de deterioro de los ecosistemas costeros supone un factor añadido de amenaza que potencia los efectos del cambio climático (Losada et al., 2014).

Aunque en el medio costero son frecuentes las opciones de adaptación basadas en obra civil, al menos en las áreas protegidas debe quedar espacio para una adaptación basada en la conservación de ecosistemas y procesos. En general, dado el elevado grado de urbanización, muchas opciones pasarán por la restauración de ecosistemas, como marismas costeras y cordones dunares. Los ambientes litorales son también muy sensibles a la invasión por especies exóticas, y el cambio climático favorecer su proliferación, por lo que su control puede ser también un tipo de acción relevante.

Medio litoral	
Elementos vulnerables	Medidas de adaptación
Hábitats intermareales y submareales	Control de especies exóticas invasoras
Playas y sistemas dunares	Restauración de procesos hidrológicos
Marismas	Planificación costera e hidrológica adaptada a nuevas condiciones climáticas
Estuarios	
Deltas	Mantenimiento/restauración de cordones dunares
Referencias clave	
Losada, I., C. Izaquirre y P. Díaz. 2014. <i>Cambio climático en la costa española</i> . Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. 133 p.	

7.3.6. Medio marino

El cambio climático en el medio marino se verifica por un incremento de la temperatura media del agua (entre 0,2 y 0,7°C por década), aumento de la salinidad en aguas intermedias y profundas, y disminución del pH, más notable en las aguas en contacto con la atmósfera. Además, se han verificado aumento en el nivel del mar, cambios en la intensidad de los afloramientos del Atlántico y en los procesos de formación de agua profunda en el Mediterráneo.

Estos cambios en el medio físico han tenido como consecuencia mortandades masivas de invertebrados bentónicos, regresión de los bosques de fanerógamas y de macroalgas atlánticas, y cambios en la estacionalidad de los ciclos del fitoplancton. Se señalan como especialmente vulnerables los arrecifes de coral de *Cladocora espinosa*, las comunidades de coralígeno (en concreto las gorgonias), las fanerógamas marinas (*Posidonia oceanica*, *Zoostera noltii* y *Zoostera marina*), los bosques de macroalgas atlánticos y los arrecifes de *Dendropoma petraea*, así como los fondos de rodolitos y *maërl* (Kersting, 2016).

Las posibilidades de desarrollar medidas de intervención directa en el medio marino son muy reducidas, y en general se dirigirán al seguimiento, y al control de otras presiones antrópicas (pesca, contaminación) que permitan mantener los ecosistemas en un buen estado de conservación. Las actuaciones de restauración de hábitats pueden tener interés en ciertas situaciones, pero normalmente con carácter piloto.

Medio marino	
Elementos vulnerables	Medidas de adaptación
Praderas submarinas	Control de especies exóticas invasoras
Arrecifes de coral	Gestión de la pesca
Comunidades de coralígeno	Protección estricta de algunas zonas
Praderas de fanerógamas	Restauración de hábitats amenazados
Macroalgas atlánticas	
Arrecifes de <i>Dendropoma</i>	
Fondos de rodolitos y <i>maërl</i>	
Referencias clave	
Kersting, D. 2016. <i>Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación</i> . Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.	



ZEC Urbasa y Andía. Foto: José A. Atauri

8

Casos piloto

Incorporación de medidas de adaptación al cambio climático en la planificación de las áreas protegidas.

Aplicación en casos piloto

- | | |
|------------|---|
| 106 | 1. Los ecosistemas litorales:
Parque Natural Bahía de Cádiz |
| 110 | 2. La alta montaña mediterránea
ZEC Sierra de Ayllón |
| 116 | 3. Los ecosistemas forestales:
Ordenación de montes en el LIC Sierras de Algairén |
| 120 | 4. La montaña media mediterránea:
Paisaje protegido Sierra de Santo Domingo |
| 124 | 5. Una isla de endemismos:
Parque Nacional del Teide |
| 130 | 6. Las zonas de transición:
ZEC Urbasa y Andía |
| 136 | 7. Ordenación forestal para la adaptación al cambio climático:
Parque Natural del Montseny |

Caso piloto 1

Los ecosistemas litorales: Parque Natural Bahía de Cádiz

Gemma Vilar Martínez¹, Carlos J. Ceacero Ruiz¹, Antonio Gómez Ferrer²

1. Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía

2. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía

Parque Natural Bahía de Cádiz. Foto: Diego García



Descripción del área protegida

El Parque Natural de la Bahía de Cádiz fue declarado en 1989, con una extensión de 10.522 ha y territorio en los municipios de Cádiz, Chiclana de La Frontera, El Puerto de Santa María, Puerto Real y San Fernando. Además de parque natural, el territorio está integrado en la Red Natura 2000 como Zona de Especial Conservación y Zona de Especial Protección para las Aves.

Se localiza en el centro de la costa atlántica de la provincia de Cádiz, sobre una gran zona húmeda. A pesar de tratarse de un territorio ocupado y muy utilizado desde la antigüedad, aún se conservan zonas de gran interés natural como las Marismas de Sancti Petri y la Isla del Trocadero, declaradas Parajes Naturales.

Las características ecológicas de este humedal están condicionadas principalmente por el equilibrio entre la dinámica marina, especialmente influenciada por una marea semidiurna y el drenaje continental, enmarcado en un suave clima mediterráneo con gran influencia atlántica. El resultado es un territorio de gran diversidad paisajística formado por playas, dunas, lagunas, marismas y esteros.

El aprovechamiento tradicional ha sido la extracción de sal, que recientemente ha dejado paso a otras actividades como el marisqueo y la acuicultura, principales recursos de la zona.

Planificación

El PORN y PRUG vigentes –que incluyen el instrumento de planificación para las ZEPA y ZEC que coinciden con este espacio– son de 2004. Actualmente está en proceso de redacción la nueva planificación.

En el proceso de redacción de PORN y PRUG se contó con la estrecha colaboración del grupo de trabajo de cambio climático de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. A partir de un primer borrador, se aplicó la lista de chequeo propuesta en este documento, identificándose algunas carencias que fueron subsanadas en las siguientes versiones.

Tendencias y escenarios climáticos

Para la evaluación del cambio climático se han utilizado los escenarios regionalizados de cambio climático elaborados por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. De acuerdo a estos escenarios, en el Parque Natural Bahía de Cádiz se espera un incremento de las temperaturas

máximas en torno a 2 °C a mediados del siglo XXI, especialmente en la zona norte del parque y un aumento de las temperaturas mínimas alrededor de 2°C para el periodo 2040-2070 en el conjunto de la superficie. Además, una posible reducción de las precipitaciones anuales, que podría alcanzar los 200 mm a mediados del siglo XXI en la zona sur de la superficie protegida. Como consecuencia es esperable un aumento generalizado de la evapotranspiración de referencia en toda la superficie de este espacio, con valores que podrían superar los 900 mm anuales.

Desde el punto de vista bioclimático se proyecta para mediados del sXXI un aumento de la aridez en el parque, con la desaparición del área tipificada con los valores mínimos del índice de aridez (20-120), que hasta ahora ocupaban la práctica totalidad de la superficie (Consejería de Medio Ambiente, 2011).

Impactos y vulnerabilidad

Los impactos previsibles a partir de los modelos climáticos derivan sobre todo de las implicaciones asociadas a la subida del nivel del mar. Los más relevantes serán la afección a las zonas húmedas litorales (estuarios, marismas, salinas, caños, etcétera) y playas, y a la fauna y flora asociadas, debido a cambios en la circulación del agua y en la dinámica geomorfológica. Consecuentemente, es esperable la afección a la productividad de los hábitats marinos, y con ello a servicios que dependen directamente de estos ecosistemas, como el marisqueo y los cultivos marinos.

Además se prevé la afección a los sistemas dunares, en especial a las dunas móviles que se sitúan más cerca de la línea de costa (Dunas móviles de litoral con *Ammophila arenaria* - dunas blancas; HIC 2120), debido al aumento del nivel del mar, y a la mayor frecuencia y virulencia de los temporales.

Medidas de adaptación

Los objetivos generales del PORN van dirigidos a reducir la vulnerabilidad y mejorar el conocimiento, y se concretan en el PRUG en objetivos y líneas de actuación, que pueden englobarse en:

- Identificación de áreas refugio, reservorios de hábitats de humedal ante la previsible subida del nivel del mar por el cambio climático.
- Mejora del estado de conservación y eliminación de presiones no climáticas en los hábitats dunares.
- Restauración y recuperación de la resiliencia, mediante la restauración de la marisma natural en salinas abandonadas en primera línea de mar como barrera de protección natural.

- Mejora del conocimiento de los efectos del cambio climático en especies, hábitats y servicios de los ecosistemas presentes en el parque, y sobre medidas de gestión adaptativa y de seguimiento del cambio global.
- Fortalecimiento de la concienciación y participación de la ciudadanía ante los efectos previsibles del cambio climático.

Más información

PORN y PRUG Parque Natural Bahía de Cádiz.

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente>

Caso piloto 2

La alta montaña mediterránea: ZEC Sierra de Ayllón

Francisco Paños Puñal¹, Ángel Vela Laina²

1. GEACAM.

2. Consejería de Agricultura, Medio Ambiente y Desarrollo Rural
Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha

ZEC Sierra de Ayllón. Foto: Ángel Vela



Descripción del área protegida

El ZEC Sierra de Ayllón comprende 91.357 ha que se localizan en el sector oriental del Sistema Central, en el cuadrante noroccidental de la provincia de Guadalajara. Se trata de un espacio de alta montaña mediterránea (Pico del Lobo, 2.274 m) en el que más de 4.000 hectáreas se encuentran por encima de los 1.800 m.

Su singularidad viene de ser la única representación de hábitats oromediterráneos en Castilla-La Mancha y la mejor representación regional de hábitats relícticos euro-siberianos: las cumbres de la Sierra de Ayllón se encuentran en los pisos bioclimáticos oro y criomediterráneo, presentando comunidades características de estas grandes altitudes, muy ricas en especies endémicas.

El paisaje de la Sierra de Ayllón tiene una clara impronta de la actividad humana realizada desde hace miles de años. No obstante, el reciente despoblamiento y el abandono de las actividades tradicionales agrarias (fundamentalmente el pastoreo), ha conducido a un incremento de los procesos de regeneración de vegetación natural leñosa.

Planificación

El plan de gestión para la ZEC se aprobó en 2017. Además de ZEC, la Sierra de Ayllón es ZEPA e incluye tres espacios naturales protegidos: el Parque Natural del Hayedo de Tejera Negra, la Reserva Natural del Macizo del Lobo-Cebollera y la Reserva Fluvial y Refugio de Pesca del río Pelagallinas.

En el proceso de redacción del plan de gestión de la ZEC se utilizó la lista de chequeo de adaptación al cambio climático propuesta por EUROPARC-España, identificándose algunos aspectos a mejorar, que fueron completados (escenarios climáticos, identificación explícita de las presiones climáticas sobre los objetos de conservación e incorporación de directrices y medidas de adaptación).

Tendencias y escenarios climáticos

Las series de datos climáticos disponibles, recogidos entre los años 2005 y 2014, indican un incremento en la temperatura anual media de alrededor de 1°C, y una precipitación anual en torno a 100 mm inferior.

Los escenarios climáticos futuros implican aumentos de temperatura (de 2,2 a 5,6 °C dependiendo del escenario) y una reducción de precipitación. Desde el punto de vista bioclimático, este cambio en las temperaturas supondría un ascenso de los

pisos bioclimáticos (200-600 msnm para 2100), y eventualmente la desaparición de los pisos superiores.

Impactos y vulnerabilidad

El carácter relictivo y/o en el límite de distribución de hábitats de carácter más eurosiberiano confieren a este lugar una especial vulnerabilidad a los cambios climáticos.

Los tipos de hábitat más vulnerables al cambio climático en la Sierra de Ayllón son por un lado hábitats de alta montaña (como turberas ácidas, pastizales de alta montaña mediterránea y piornales y pastizales asociados), y por otro bosques eurosiberianos (hayedos, bosquetes de tejo, rebollares, quejigares) algunos de los cuales encuentran aquí su límite sur de distribución, junto con bosques de ribera (abedulares, alisedas, fresnedas, saucedas y alamedas de álamo blanco).

El impacto sobre los bosques del incremento de la temperatura y una mayor aridez tendrá como consecuencia procesos de decaimiento que se manifestarán en una reducción del crecimiento, pérdida de vigor vegetativo, defoliación e incremento de la mortalidad.

Los impactos climáticos más relevantes sobre los pastos tienen que ver con la reducción de la innivación y del periodo de permanencia de la nieve. La principal consecuencia sobre estos ecosistemas será el aumento de competencia con poblaciones de pisos inferiores que tenderán a subir, y la pérdida de superficie de las comunidades culminícolas, que no pueden encontrar ya hábitat disponible para refugio. Estos hábitats son además especialmente sensibles a factores de tensión no climáticos, como el abandono de ganadería tradicional extensiva.

Medidas de adaptación

Los objetivos de gestión están dirigidos al mantenimiento del estado de conservación favorable, como uno de los medios para alcanzar una mayor resiliencia y por tanto capacidad de adaptación. En resumen se propone:

- En los bosques eurosiberianos, se plantea el desarrollo de una selvicultura adaptativa que favorezca la diversidad inter- e intraespecífica y estructural de la masa, el incremento de la resiliencia del ecosistema y de la resistencia individual. Para ello se prevén aclareos en repoblaciones de pino con rodales eurosiberianos y la recuperación en los montes bajos abandonados de estructuras irregulares y reproducción por semilla, mediante resalveos y otros tratamientos selvícolas.

- Para los pastizales las medidas propuestas se centran sobre todo en la reducción de las presiones no climáticas: eliminación de infraestructuras, regulación de uso recreativo y eliminación de senderos, y la ordenación de la ganadería extensiva.
- Junto a este tipo de medidas proactivas, se plantean actuaciones para la mejora del conocimiento del funcionamiento ecológico de estos hábitats, así como para el seguimiento de su estado de conservación.

Destaca en este plan la identificación expresa de las medidas que tienen un componente de adaptación, mediante una tabla resumen en la que se vinculan a los hábitats de interés comunitario que serán objeto de la medida (Tabla 8).

Mas información

Plan de gestión de la ZEC y ZEPA Sierra de Ayllón

www.castillalamancha.es



ZEC Sierra de Ayllón. Foto: Ángel Vela

Tabla 8. Medidas de adaptación por objetos de conservación consideradas en el plan de gestión del ZEC y ZEPA Sierra de Ayllón.

Elemento clave	Hábitat/especie de interés comunitario	Medidas
Turberas ácidas	4020. Brezales higroturbosos de <i>Erica tetralix</i>	3.2. Mejorar la definición del ECF a través de la selección de mejores parámetros cuantitativos para el EC mediante estudios específicos, que evalúen sus amenazas, entre las que destaca el Cambio Climático
	7110*. Turberas altas (de "abombamiento") activas	
	7140. Mires de transición (Tremedales)	
	7150. Depresiones sobre sustratos turbosos del <i>Rhynchosporion</i>	
Piornales de alta montaña y pastizales asociados	5120. Formaciones montanas de <i>Cytisus purgans</i>	2.2. Mejorar la definición del ECF a través de la selección de mejores parámetros cuantitativos para el EC mediante estudios específicos, que evalúen sus amenazas, entre las que destaca el cambio climático
	6230*. Cervunales	
	A272. Pechiazul (<i>Luscinia svecica</i>)	
Pastizales de alta montaña mediterránea	6160. Pastos orófilos mediterráneos de <i>Festuca indigesta</i>	2.1. Mejorar la definición del ECF a través de la selección de mejores parámetros cuantitativos para el EC 2.2. Diseño e implementación de un sistema de seguimiento del HIC 6160 2.3. Seguimiento periódico de la población reproductora de <i>Anthus spinoletta</i> y <i>Prunella collaris</i>
	8220. Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica	
	A259. Bisbita alpino (<i>Anthus spinoletta</i>)	
Bosques eurosiberianos	9180*. Bosques caducifolios mixtos de laderas abruptas, desprendimientos o barrancos (principalmente <i>Tilio-Acerion</i>)	1.2. Ordenación forestal con criterios de conservación de la biodiversidad de los MUP del ZEC/ZEPA, con prioridad para montes GU-233 y 276 2.3. Recuperar estructuras irregulares y reproducción por semilla mediante resalveos y otros tratamientos selvícolas, preferentemente en el MUP GU-233 3.1. Mejorar la información de las teselas realizadas a través de fotointerpretación del EC, incluyendo un análisis del estado de conservación y sanitario, y evaluación del efecto del cambio climático, y den propuestas de gestión 3.2. Realizar estudios sobre las comunidades y especies de interés que evalúe su estado de conservación respecto a distintas amenazas y den propuestas de gestión
	9580*. Bosques mediterráneos de <i>Taxus baccata</i>	
	9120. Hayedos acidófilos atlánticos con sotobosque de <i>Ilex</i> y a veces de <i>Taxus</i>	
	9380. Bosques de <i>Ilex aquifolium</i>	
Melojares húmedos	9230. Robledales de <i>Quercus pyrenaica</i> (variante <i>Festuco braunblanquetii-Quercetum pyrenaicae</i>)	2.1. Recuperar estructuras irregulares y reproducción por semilla mediante resalveos y otros tratamientos selvícolas 3.2. Realizar estudios sobre las comunidades y especies de interés que evalúe su estado de conservación respecto a distintas amenazas, como el cambio climático, y den propuestas de gestión

Caso piloto 3

Los ecosistemas forestales: Ordenación de montes en el LIC Sierras de Algairén

Álvaro Hernández Jiménez¹, Miguel Cabrera Bonet²

1. Servicio Provincial de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Gobierno de Aragón

2. Aranzada G.F.

LIC Sierras de Algairén. Foto: Álvaro Hernández



Descripción del área protegida

La Sierra de Algairén se encuentra al noreste de la cuenca del río Jalón, en la provincia de Zaragoza. Los Montes de Utilidad Pública pertenecientes al Ayuntamiento de Cosuenda se encuentran dentro del LIC “Sierras de Algairén”.

Por su situación orográfica, desde el punto de vista bioclimático es una zona de transición, de forma que en las partes inferiores corresponden con los bosques de encinares fríos, mientras que en las partes altas podrían ser de robledales más o menos marcescentes.

La vegetación existente en la actualidad es el resultado de una larga historia de usos (el encinar ha sido cortado a matarrasa secularmente, pastoreado tras las cortas, e incluso afectado por el fuego), y el reciente abandono de los mismos. La formación dominante hoy es un encinar denso, en el que se intercalan en situaciones de umbría quejigos (*Quercus faginea*) y en vaguadas aparece una masa mixta de frondosas, con presencia de quejigo, roble albar (*Quercus petraea*) que llega a formar rodales más o menos puros sin que falte la encina, con serbales (*Sorbus torminalis*, *S. aria*, *S. domestica*), arce (*Acer monspessulanum*), acebo (*Ilex aquifolium*), y cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*). En las zonas más bajas predominan los pinares de repoblación de pino rodeno (*Pinus pinaster*), de rodeno y laricio (*P. nigra*), y de pino laricio y carrasco (*P. halepensis*), donde aparecen también pies de pino piñonero (*P. pinea*).

Planificación

Los proyectos de ordenación forestal son la herramienta de planificación a escala de finca. Aunque tradicionalmente utilizadas para organizar la extracción de recursos forestales, en el contexto de las áreas protegidas pueden cumplir un importante papel en la consecución de los objetivos de conservación.

El proyecto de ordenación se ha aprobado por la Dirección General de Gestión Forestal, Caza y Pesca del Gobierno de Aragón.

Tendencias y escenarios climáticos

Existen series de datos largas en estaciones meteorológicas próximas, que permiten observar una clara tendencia al incremento de las temperaturas en las últimas décadas.

Para la estimación de las consecuencias del cambio climático sobre los diversos hábitats arbolados, se han utilizado metodologías sencillas a partir de los escenarios

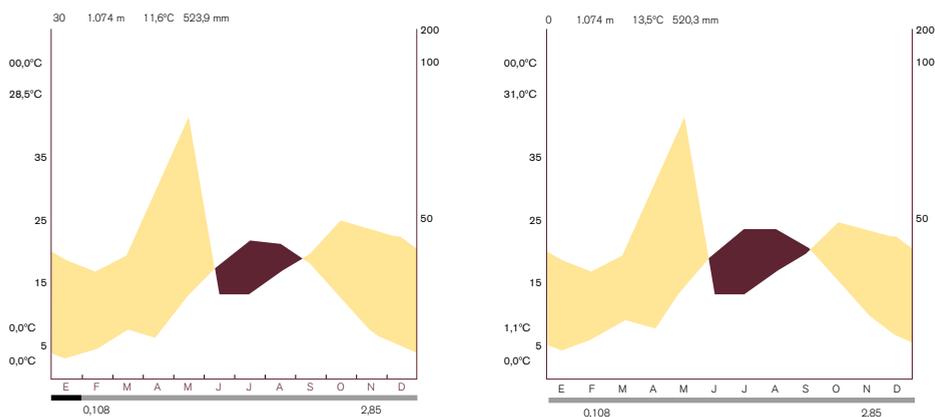


Figura 6. Diagramas climáticos actual y en 2050, y simulado bajo el escenario RCP 6.0, para la zona alta del monte de Cosuenda.

climáticos regionalizados proporcionados por la AEMET y la Oficina Española de Cambio Climático (<http://adaptecca.es/escenarios/>).

A partir de los escenarios obtenidos para el área de estudio (temperaturas y precipitaciones previstas en los modelos), se realiza una comparación con parámetros de autoecología paramétrica de las principales especies arbóreas españolas, modelando la evolución posible de cada especie forestal arbórea. Además de utilizar diagramas bioclimáticos para prever la productividad edafo-climática de los ecosistemas, y proponer medidas en consecuencia.

Impactos y vulnerabilidad

En el estudio climático se evalúa en primer lugar la idoneidad de las especies arbóreas prevista en el año 2050. Desataca el mantenimiento de condiciones para el pino carrasco y el pino rodeno, un ligero empeoramiento de las condiciones climáticas para la encina, y un empeoramiento mayor aún de las condiciones para el quejigo. La única especie que podría verse ligeramente favorecida podría ser el pino piñonero, actualmente escasísimo en los montes.

En segundo lugar se estima la productividad de biomasa vegetal en el año 2050, encontrando que esta puede ser ligeramente superior a la actual, ya que el alargamiento de la parada estival de actividad vegetativa debida a la mayor sequía, se podría compensar con el aumento de actividad vegetativa en primavera y otoño, debido al aumento de temperaturas y por tanto la disminución de la parada de la vegetación por frío.

Medidas de adaptación

El proyecto de ordenación de los montes de las Sierras de Algairén es un documento de planificación que integra diferentes herramientas para la estimación de características del clima futuro y su adecuación a las necesidades de diferentes especies arbóreas, intentando prever tanto su adaptación a las nuevas condiciones como la productividad del ecosistema. Establece actuaciones de adaptación de diferentes hábitats arbolados a las consecuencias del cambio climático, así como también actuaciones de mitigación, relacionadas tanto con la captura de CO₂ como con la disponibilidad de agua, evaluando previamente cuáles van a ser las consecuencias del cambio climático sobre los principales sistemas arbolados. Entre estas destacan:

- La intervención en repoblaciones de pino laricio para favorecer al encinar (hábitat de interés comunitario 9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*).
- La intervención en repoblaciones de pino carrasco y pino rodeno, con presencia de pino piñonero, para mejorar su vitalidad y aumentar su capacidad de fijar carbono.
- La intervención en masas del hábitat 9340 Bosques de *Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia* para diversificar su estructura y por tanto su resiliencia ante el cambio climático.
- La creación de una reserva integral, que además de representaciones del hábitat de encinar contiene robledales ibéricos de *Quercus faginea* y *Quercus canariensis*, junto con especies como *Quercus petraea* o *Sorbus torminalis*, muy raras en la Sierra de Algairén y en general en todo el ibérico zaragozano, salvo Moncayo.

Se ha tenido también en cuenta en la planificación el hecho de que los montes de Cosuenda forman una de las principales zonas de recarga del “acuífero de Alfamén” cuya importancia en la comarca es trascendental, ya que además de permitir el abastecimiento de agua de Cariñena, Longares, Aguarón, Cosuenda, Alfamén y Almonacid de la Sierra, está asociado a una fuerte expansión de la agricultura de regadío llegando actualmente a las 27.500 hectáreas, de las que unas 18.000 se atienden con aguas subterráneas.

Más información

Proyecto de ordenación del grupo de montes de Cosuenda. Montes de U. P. 102 “Monte Blanco”, 103 “La Sierra”, 276 “El Madroñal” y 461 “Cerro de la Carrasca”. Unidad de Gestión Forestal del Servicio Provincial de Zaragoza. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad Gobierno de Aragón.

Caso piloto 4

La montaña media mediterránea: Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo

**Cristina Esteban Martín¹, Javier Julve del Val², M^a Ángeles Pintor Sánchez³,
José Antonio Atauri Mezquida⁴**

1. Consultora independiente

2. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad. Gobierno de Aragón.

3. SARGA

4. Oficina Técnica EUROPARC-España

Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo. Foto: María Muñoz



Descripción del área protegida

La Sierra de Santo Domingo es la estribación más occidental del prepirineo aragonés. En su eje sur-norte, se extiende desde las Cinco Villas, en la provincia de Zaragoza, hasta el límite norte con la comarca de La Jacetania, en la provincia de Huesca.

La geomorfología, su posición a caballo entre el piso supramediterráneo medio y el mesomediterráneo superior, junto con el uso ancestral del territorio, determinan el paisaje vegetal. En la zona más alta aparecen quejigares y algunos hayedos relicóticos, asociados a barrancos y zonas más inaccesibles, junto con pinares de pino laricio y silvestre. La zona inferior está dominada por encinares y pinares de carrasco. Entremezclados en el mosaico producido por el uso humano aparecen formaciones arbustivas, prados y bosques de ribera, junto con repoblaciones forestales de cierta extensión. El uso de los bosques para carboneo y pastoreo, y su posterior abandono, ha llevado a los bosques de quercíneas a un estadio de monte bajo.

Su elevado interés paisajístico y la presencia de cursos de agua impulsa un creciente uso recreativo del espacio, con algunos problemas puntuales de masificación en pozas y zonas de baño.

Planificación

El Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo se declaró en 2015 por el Gobierno de Aragón, a propuesta de los ayuntamientos de Longás, Biel y Luesia como una oportunidad para conservar sus valores naturales y dinamizar la economía local, dado su gran potencial natural y paisajístico.

Actualmente en PRUG se encuentra en fase de redacción, así como los planes de gestión de los lugares Natura 2000 que se superponen con el Paisaje Protegido (ES2410064-Sierras de Santo Domingo y Caballera y ES2430063-Río Onsella).

Dentro del proceso de redacción del PRUG, se integró el análisis de los posibles efectos del cambio climático y la identificación de medidas de adaptación.

Tendencias y escenarios climáticos

Para el análisis de los escenarios climáticos, se recopilaron las series temporales de datos de las estaciones meteorológicas más próximas. Las tendencias identificadas apuntan a un incremento de la temperatura media desde los años 70, en especial las mínimas, en torno a los 2°C para 2050. La precipitación muestra un comportamiento menos claro, con una tendencia ligera a la disminución de la precipitación anual.

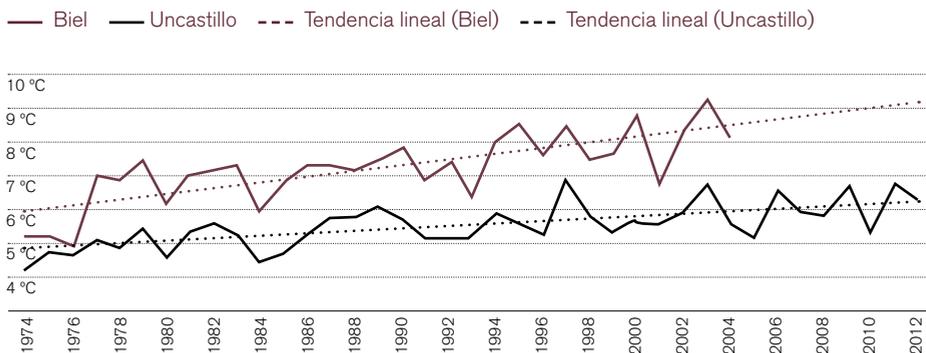


Figura 7. Evolución de la temperatura (media de las mínimas) entre 1974 y 2012 en Biel y Uncastillo (Zaragoza). En grados centígrados

Por su parte los modelos climáticos regionalizados, desarrollados utilizando la herramienta proporcionada por al AEMET, prevén un incremento de la temperatura media anual en torno a 2°C para 2050 en el escenario menos desfavorable.

Impactos y vulnerabilidad

Para analizar los impactos del cambio climático sobre los objetos de conservación del Paisaje Protegido (tipos de ecosistemas y especies) y valorar su vulnerabilidad, se realizó un análisis bibliográfico y una consulta a expertos locales, a través de un cuestionario online. Para cada uno de los tipos de hábitat o especies presentes en el Paisaje, se valoró su exposición, el impacto esperado y la capacidad de adaptación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los elementos más comprometidos por los nuevos escenarios climáticos serán aquellos ligados a las condiciones de menor termicidad, como hayedos y pinares de silvestre, seguidos de quejigares y pinares de laricio. Entre las especies, la mayor vulnerabilidad se atribuye a las más directamente ligadas a la presencia de agua (anfibios, cangrejo de río autóctono), junto con algunas especies de mariposas y de flora amenazada, ya que lo reducido de sus poblaciones limita mucho su capacidad de respuesta al cambio climático.

El nuevo escenario climático, actuando sinérgicamente con el proceso de abandono rural, se identifica como un factor agravante del riesgo de incendio.

Medidas de adaptación

Las posibles medidas para mejorar la capacidad de adaptación de los objetos de conservación más vulnerables se obtuvieron de la consulta a expertos, y de una mesa de participación con agentes locales realizada en el Ayuntamiento de Biel, e integrada en el proceso más amplio de redacción del PRUG.

Las medidas propuestas (cuya incorporación al documento final será el resultado del proceso completo de participación e información pública) se pueden agrupar en:

- Medidas destinadas a mejorar el estado de conservación de los hábitats más degradados, incrementar la resiliencia de las masas forestales favoreciendo una mayor heterogeneidad,
- Actuaciones dirigidas a las especies amenazadas, como puntos de agua, identificación de zonas de refugio y corredores, regulación del pastoreo.
- Propuestas de mejora del conocimiento sobre los efectos del cambio climático y la capacidad de adaptación de los ecosistemas y organismos al mismo.
- Desarrollo de un programa de seguimiento y evaluación de la eficacia de las actuaciones de adaptación que se realicen.

Más información

EUROPARC España. 2018. Integración de la adaptación al cambio climático en el plan rector de uso y gestión del Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo.

www.redeuroparc.org/proyectos/adaptacion

Caso piloto 5

Una isla de endemismos: Parque Nacional del Teide

**Teresa Gil Gil¹, Fernando Saura González de Lara¹, Manuel Marrero²,
José Luis Martín-Esquivel², José Antonio Atauri Mezquida³**

1. Consultor independiente

2. Parque Nacional del Teide, Gobierno de Canarias

3. Oficina Técnica EUROPARC-España

Parque Nacional del Teide. Foto: José A. Atauri



Descripción del área protegida

El Parque Nacional del Teide se extiende sobre una superficie de 18.990 hectáreas en la isla de Tenerife, e incluye el pico del Teide (3.718m), la cumbre más alta de España y uno de los mayores volcanes del mundo.

Su declaración como parque nacional obedece al interés de las manifestaciones de procesos geológicos vinculados al vulcanismo. Además, las condiciones bioclimáticas existentes han permitido el desarrollo de un ecosistema macaronésico de alta montaña, resultado de un proceso de evolución singular que ha propiciado la aparición de múltiples endemismos. En el Parque Nacional del Teide se han inventariado más de 200 especies vegetales de las cuales 64 son endemismos canarios, 32 de ellos exclusivos de la isla de Tenerife. Las duras condiciones ambientales también tienen una fuerte incidencia sobre la fauna, con más de un millar de especies de invertebrados descritas de los cuales el más del 40% son endémicos de canarias y aproximadamente el 7% son exclusivos del Parque Nacional.

Planificación

El Parque Nacional del Teide es el más antiguo de los parques canarios, declarado en 1954. El Plan Rector de Uso y Gestión de 1984 fue el primero aprobado para un espacio protegido español. El actualmente vigente fue aprobado en 2002, y se encuentra en proceso de revisión.

El territorio del parque nacional forma parte además de la Red Natura 2000 (ZEC Parque Nacional del Teide; ES7020043 y ZEPA Montes y Cumbre de Tenerife, ES0000107). La ZEC cuenta con un plan de gestión desde 2016. Además existe un Plan Sectorial de recuperación del Teide (1981), para coordinar las medidas de conservación de las poblaciones de las especies más amenazadas.

Tendencias y escenarios climáticos

La isla de Tenerife cuenta con una extensa red de estaciones meteorológicas con largas series de datos, en ocasiones de más de 100 años como el observatorio de la AEMET en Izaña. Gracias a estos datos, en Tenerife se ha podido constatar un incremento de la temperatura media de 0,10°C por década desde 1944 (figura 8), una tendencia que es más acusada en la cumbre del Teide (0,15°C por década), en primavera y otoño y desde finales de los años 70.

Los escenarios de cambio climático proyectan incrementos de temperatura máxima y mínima en Tenerife de hasta 3,8°C en 2100 en el escenario más desfavorable, con un aumento significativo en la duración de las olas de calor.

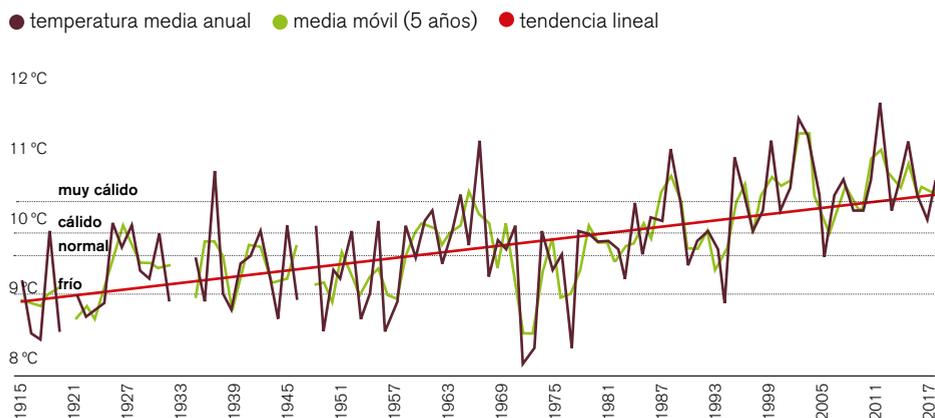


Figura 8. Tendencia de la temperatura media anual en Izaña, a las puertas del Parque Nacional del Teide en grados centígrados (°C)

Por su parte respecto a las precipitaciones se ha observado una reducción moderada de la precipitación –sobre todo en noviembre– unido a un aumento de días secos y una disminución del periodo de innivación. A finales de siglo los escenarios de cambio climático proyectan un descenso de la precipitación entre 10 y un 20% según el escenario.

Impactos y vulnerabilidad

Para evaluar la vulnerabilidad de los objetos de conservación, se realizó un análisis de la extensa bibliografía existente respecto al parque nacional, y una consulta a expertos mediante una encuesta on-line, que fue posteriormente debatida en una mesa de participación dentro del proceso de revisión del PRUG.

Los resultados han permitido identificar los elementos de biodiversidad más vulnerables al cambio climático (Tabla 9). Entre ellos el retamar de cumbre es uno de los tipos de hábitat identificados como más vulnerables al cambio climático. La especie dominante, la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*), está afectada por la combinación del incremento de la temperatura y de la disminución de la precipitación anual. Esto provoca un incremento del estrés hídrico al que se asocia un descenso del estado de salud y un incremento de la mortalidad de las retamas, sobre todo en las zonas más secas, de menor altitud y en los periodos de sequía. Este efecto se ve acentuado por los problemas de regeneración causados por el intenso ramoneo del conejo –especie en expansión, favorecida por el incremento en la temperatura–.

En paralelo, el rosalillo de cumbre (*Pterocephalus lasiospermus*) se está expandiendo tanto por razones climáticas directas –al disminuir el número de días con temperaturas

Tabla 9. Vulnerabilidad de los objetos de conservación ligados a la biodiversidad en el Parque Nacional del Teide

Objeto de conservación	Vulnerabilidad
Tipos de hábitat	
Hábitat de la retama de cumbre (<i>Spartocytisus supranubius</i>)	alta
Bosques endémicos de <i>Juniperus</i> spp. (9560*). Hábitat del cedro canario (<i>Juniperus cedrus</i>)	media-alta
Pinares endémicos de Pino canario (<i>Pinus canariensis</i>) (9550)	baja
Pendientes rocosas silíceas con vegetación casmofítica (8220)	baja
Especies	
Especies de flora endémica protegidas	alta
Invertebrados endémicos	alta

por debajo de -7°C — como indirectas, al disminuir la competición de luz con la retama que deja espacios abiertos, al aumentar el contenido de nitratos del suelo por las letrinas de los conejos y no ser parte de la dieta básica de los mismos. Como resultado ha tenido lugar una drástica transformación del paisaje en las últimas décadas.

Algunas especies de flora endémica son también especialmente vulnerables al cambio climático, no sólo por su biología (que puede incluir escasa plasticidad ecológica, mecanismos de dispersión poco eficaces o crecimiento muy lento), sino por su tamaño poblacional muy reducido, que las hace especialmente sensibles a eventos estocásticos como sequías o incendios. A estas circunstancias se une, como en el caso de la retama, el impacto derivado del ramoneo por el conejo. Las especies identificadas como más vulnerables son el cardo de plata (*Stemmacantha cynaroides*), la jarilla de las Cañadas (*Helianthemum juliae*), el rosal del guancho (*Bencomia extipulata*), el jopillo de cumbre (*Dactylis metlesicsii*), el canutillo del Teide (*Silene nocteolens*) y la violeta del Teide (*Viola cheiranthifolia*).

Los invertebrados endémicos son también vulnerables al cambio climático, aunque en este caso el conocimiento científico sobre el efecto del cambio climático en

sus ciclos vitales es todavía insuficiente. Se ha mencionado la competencia por polen y néctar entre la abeja doméstica y los polinizadores autóctonos con efectos colaterales negativos sobre la reproducción de plantas y su diversidad genética, como un posible impacto no climático pero con efectos sinérgicos con los impactos derivados del clima.

Medidas de adaptación

El análisis realizado ha permitido identificar algunas medidas dirigidas a mejorar la capacidad de adaptación de los objetos de conservación más vulnerables, mejorar el conocimiento sobre los mismos, y desarrollar un sistema de seguimiento del cambio climático y sus efectos. Estas medidas podrán ser incorporadas en el PRUG, actualmente en fase de redacción.

- Las medidas más relevantes tienen que ver con el control de impactos no climáticos, en especial, por afectar a una gran variedad de objetos de conservación, como el control progresivo de las poblaciones de conejo, hasta alcanzar densidades compatibles con la regeneración de las especies vegetales de los ecosistemas de altas cumbres y la erradicación total del muflón. Además se propone la instalación de parcelas de exclusión a gran escala, para crear microreservas de flora endémica amenazada y de flora protegida, así como acciones concretas de restauración del retamar en zonas degradadas. La adecuada gestión del aprovechamiento apícola, por el eventual impacto sobre la polinización, debería ser también una medida a considerar en el PRUG.
- Para la flora amenazada se propone un conjunto de medidas de carácter excepcional, que de hecho vienen desarrollándose dentro de los correspondientes planes de recuperación, enfocadas a la conservación *ex situ* (bancos de semillas y producción de planta en vivero) como complemento de medidas de conservación *in situ* tales como refuerzo de poblaciones, o traslocación a enclaves favorables dentro del parque nacional. La combinación de estas medidas ya ha permitido recuperar de forma notable las poblaciones de cardo de plata, rosal del guancho y el canutillo del Teide.
- Las medidas de mejora del conocimiento son también muy relevantes, destacando las referentes a las especies vegetales más amenazadas (dinámica poblacional, estrategias reproductivas, variabilidad genética, enfermedades fitosanitarias), la respuesta del retamar al cambio climático y al cambio global, estudios paleoecológicos (para conocer la composición vegetal del pasado y orientar las medidas de restauración), o el efecto del cambio climático sobre los polinizadores.

- Otras medidas propuestas consisten en campañas de comunicación sobre el efecto del cambio climático sobre los objetos de conservación, adaptadas a diferentes agentes sociales. Además, se propone el desarrollo de un sistema de seguimiento climático coordinado y de la respuesta al cambio climático de los objetos de conservación, junto con la evaluación continuada de la eficacia de las medidas de gestión adoptadas.

Más información

EUROPARC España. 2018. Integración de la adaptación al cambio climático en el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Nacional del Teide.

www.redeuroparc.org/proyectos/adaptacion

Caso piloto 6

Las zonas de transición: ZEC Urbasa y Andía

Teresa Gil Gil¹, Fernando Saura González de Lara¹, José Antonio Atauri Mezquida²

1. Consultor independiente

2. Oficina Técnica EUROPARC-España

ZEC Urbasa y Andía Foto: José A. Atauri



Descripción del área protegida

La ZEC Urbasa y Andía (27.858 hectáreas) está situada en la zona de transición entre las regiones biogeográficas atlántica y mediterránea de Navarra. Se trata de un macizo calcáreo en el que la acción de los factores climáticos ha modelado un extenso karst. El hayedo, los brezales y los variados pastizales de rasos y roquedos de este territorio constituyen los elementos más representativos de los paisajes de esta ZEC.

Es un lugar excepcional para los anfibios: acoge al 80% de las especies localizadas en Navarra. Respecto a la avifauna, en las masas boscosas destaca la presencia del pico mediano y pito negro y en los cortados de las Sierras de Urbasa y Andía existe una comunidad de aves rupícolas entre las que se encuentra el quebrantahuesos.

El uso humano es consustancial a este territorio. Los bosques y en particular los hayedos son objeto de un intenso aprovechamiento maderero, que cuenta con la certificación FSC y PEFC, y los pastos tienen un aprovechamiento ganadero desde tiempos remotos.

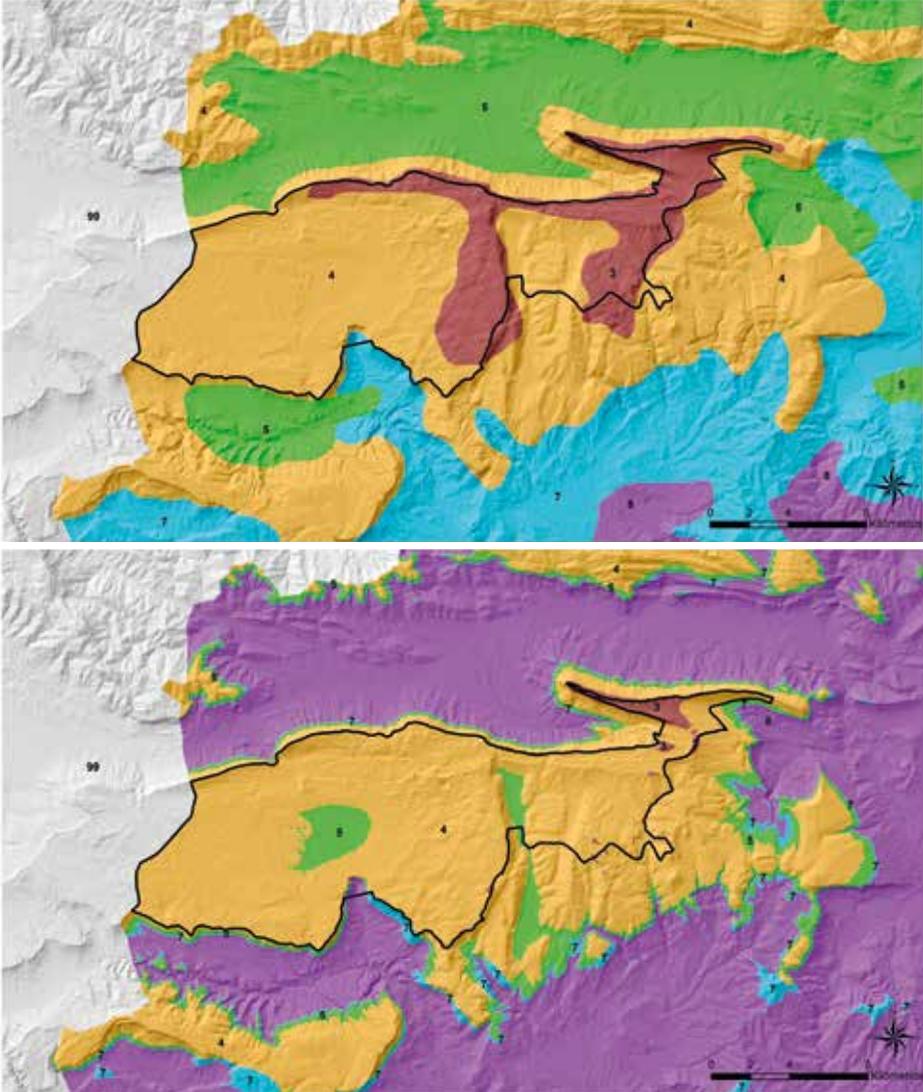
Planificación

Urbasa y Andía se declaró Zona de Especial Conservación dentro de la Red Natura 2000 en 2007, conjuntamente con la aprobación de su plan de gestión. Vencido el periodo de seis años de vigencia del mismo, actualmente se encuentra en fase de redacción el nuevo plan de gestión. Además, el territorio está bajo la figura de Parque Natural Sierras de Urbasa y Andía, declarado en 1997.

Tendencias y escenarios climáticos

Los análisis de los datos meteorológicos realizados para el conjunto de Navarra por la AEMET muestran una tendencia al alza de las temperaturas, tanto máximas como mínimas en torno a 0,15°C/década, junto con una mayor frecuencia de días y noches cálidos, incremento de olas de calor y menor frecuencia de heladas. Esta tendencia parece más acusada en la zona norte de Navarra, especialmente en la vertiente cantábrica, valles pirenaicos y valles situados al sur de la divisoria cantábrico-mediterránea. Las tendencias en la precipitación son más inciertas, manteniéndose constantes o con una leve disminución, especialmente en el invierno.

Los resultados de los escenarios climáticos regionalizados son consistentes con los obtenidos en el conjunto del territorio, con elevaciones de la temperatura máxima y mínima para fin de sXXI de hasta 5°C en el escenario más desfavorable. Este incremento de la temperatura supondría, si se aplican las ecuaciones teóricas, un



- | | | |
|--|---------------------------------------|------------------------------|
| 3. Supramontano superior (altimontano) | 5. Mesotemplado superior (submontano) | 8. Mesomediterráneo superior |
| 4. Supramontano inferior (mesomontano) | 5. Supremediterráneo inferior | 99. Sin dato |

Figura 9. Simulación de los cambios en los pisos bioclimáticos. Situación actual y situación en 2100 en el escenario RCP6.

ascenso altitudinal de 277-385 m, según el escenario de los pisos bioclimáticos para el año 2050. Proyectando estas premisas sobre el territorio, es posible modelar la distribución teórica de los pisos bioclimáticos (figura 9). Tomando como ejemplo el escenario RCP6 en el año 2100, se aprecia como los pisos superiores se redu-

cen mucho (supramontano superior), las zonas más bajas del supramontano inferior pasan a ser mesotemplado superior y el piso supramediterráneo sería ocupado por el mesomediterráneo. Aunque deben tomarse como un ejercicio teórico, estos modelos permiten identificar los sectores del territorio y los tipos de ecosistemas en principio más vulnerables al cambio climático.

Impactos y vulnerabilidad

En tanto que ZEC, los objetos de conservación de Urbasa y Andía son muy concretos, y se encuentran recogidos en el formulario normalizado Natura 2000. Para valorar la vulnerabilidad de los objetos de conservación se realizó una encuesta a expertos en los valores naturales de la ZEC Urbasa y Andía (gestores del espacio protegido e investigadores que han desarrollado proyectos de investigación y seguimiento en dicho espacio). La evaluación de la vulnerabilidad de los objetos de conservación se basa en una metodología sencilla en la que en una matriz se combinan diferentes componentes de la vulnerabilidad (exposición, impacto, capacidad de adaptación) con objeto de realizar una valoración global cualitativa de la vulnerabilidad (Tabla 10).

Como resultado de este proceso, se identificó a los hayedos como una de las formaciones vegetales en principio más vulnerables al cambio climático. Son la masa forestal predominante en la ZEC, de gran interés ecológico y también por su aprovechamiento comercial. Presentan una gran variabilidad debido a factores naturales y a su secular aprovechamiento por el ser humano. El hayedo basófilo forma las masas forestales mayores y más continuas. Además, están presentes dos tipos de hayedos incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitat (9150, 9120). El aumento de la temperatura y la mayor frecuencia de las olas de calor afectarán previsiblemente a los hayedos, que tenderán a desplazarse en altitud cuando sea posible. Los efectos se manifestarán en menor vigor y alteraciones en la estructura del bosque. Dado el aprovechamiento forestal de estos montes, será preciso incorporar estos condicionantes en las futuras ordenaciones forestales.

Otro hábitat muy vulnerable son los brezales desarrollados sobre suelos húmedos (4020*), ya que no toleran la desecación estival y están localizados en superficies muy pequeñas. De forma similar, los prados alpinos y subalpinos calcáreos (6170), que albergan una gran diversidad de especies con estrictos requerimientos ecológicos, muy sensibles al aumento de las temperaturas invernales y a la disminución de la innivación, son hábitats muy vulnerables.

Respecto a la fauna, los grupos en principio más vulnerables son los coleópteros saxofílicos –que mantienen poblaciones reducidas por estar ligados a situaciones muy concretas y escasas del ciclo de vida del bosque (las etapas senescentes) y escasa movilidad– y algunos lepidópteros, en particular la mariposa Apolo (*Parnassius*

Tabla 10. Resumen de la evaluación de la vulnerabilidad de los objetos de conservación de la ZEC Urbasa y Andía

Objeto de conservación / Especies	Vulnerabilidad
Tipos de hábitat	
Coleópteros amenazados. Escarabajos saxofílicos, rosalia (<i>Rosalia alpina</i>), ciervo volante (<i>Lucanus cervus</i>), <i>Osmoderma eremita</i> , escarabajo resorte (<i>Limoniscus violaceus</i>)	alta
Lepidópteros. Doncella de la madreSelva (<i>Euphydryas aurinia</i>)	media
Lepidópteros. Mariposa Apolo (<i>Parnassius apollo</i>)	alta
Artrópodos. Cangrejo de río autóctono (<i>Austropotamobius pallipes</i>)	media
Anfibios	
Sapo partero común (<i>Alytes obstetricans</i>), ranita de San Antonio (<i>Hyla arborea</i>)	media
Tritón jaspeado (<i>Triturus marmoratus</i>) y el tritón alpino (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	alta
Aves	
Quebrantahuesos (<i>Gypaetus barbatus</i>)	sin inf.
Aves forestales: pico mediano (<i>Leipopicus medius</i>) y picamaderos negro (<i>Dryocopus martius</i>)	media
Mamíferos. Quirópteros	
Murciélago forestal (<i>Barbastella barbastellus</i>)	media
Murciélago pequeño de herradura (<i>Rhinolophus hipposideros</i>), murciélago grande de herradura (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>), murciélago de cueva (<i>Miniopterus schreibersii</i>), murciélago ratonero grande (<i>Myotis myotis</i>)	baja
Flora amenazada	
<i>Cochlearia aragonensis</i> subsp. <i>navarrana</i> , <i>Arenaria vitoriana</i> , <i>Lathyrus vivantii</i> , <i>Hydrocotyle vulgaris</i> , <i>Leucanthemum maximum</i> y <i>Narcissus pseudonarcissus</i> subsp. <i>nobilis</i>	media

apollo), relicto de épocas glaciares, que precisa frío invernal y una capa de nieve para el desarrollo de las larvas.

Finalmente entre los anfibios –grupo en principio vulnerable– destacan las dos especies de tritón presentes en la ZEC, por su estricta dependencia del agua para completar su ciclo vital y su reducida capacidad de dispersión.

Medidas de adaptación

A partir de la información aportada por los modelos climáticos y la evaluación de la vulnerabilidad, se han propuesto una serie de posibles medidas de gestión con un componente de adaptación al cambio climático, para su consideración en el futuro plan de gestión. Comprende medidas proactivas, destinadas a mejorar la resiliencia de los objetos de conservación, mejora del conocimiento y seguimiento.

- Respecto a las primeras, dada la vocación forestal de la ZEC, las medidas se dirigen a orientar la gestión forestal hacia un modelo que potencie la heterogeneidad, como medio para incrementar la resiliencia. Así, se propone por ejemplo mantener un mosaico con las diferentes etapas del ciclo silvogenético, preservando los rodales con elementos de madurez y promoviendo elementos de conectividad entre ellos, adoptar criterios de conservación en las prácticas selvícolas, o establecer en las ordenaciones de montes zonas de reserva en los rodales más maduros, procurando su contigüidad en los diferentes montes de la ZEC. También se recomienda promover la diversidad de especies en el dosel, así como la diversidad genética.
- Algunas acciones dirigidas a elementos singulares tienen que ver con la creación de charcas para anfibios o la adaptación de las charcas ganaderas para su uso por anfibios, y la mejora de la conectividad entre las existentes.
- Dada la gran incertidumbre ligada a los procesos de cambio climático, una gran parte de las medidas se orientan a la mejora del conocimiento, en relación al impacto del cambio climático sobre los objetos de conservación más vulnerables y su capacidad de adaptación, como la flora amenazada y los lepidópteros. También se propone la puesta en marcha de un programa de seguimiento meteorológico –con la instalación de estaciones representativas de la variabilidad climática– y seguimiento de los efectos del cambio climático sobre los objetos de conservación.
- Estas medidas se complementan con medidas de transferencia del conocimiento existente a los técnicos implicados en la gestión de la ZEC y de comunicación a la población. Por último, se propone la evaluación continuada de la eficacia de las medidas de gestión adoptadas.

Más información

Plan de gestión de la ZEC Urbasa y Andía

www.navarra.es/home_es/Temas/Medio+Ambiente/Patrimonio+natural/Urbasa+y+Andia.htm

Caso piloto 7

Ordenación forestal para la conservación y adaptación al cambio climático: Parque Natural del Montseny

Anna Sanitjas Olea¹, Pol Prat Plana¹, Maria Barrachina Jiménez¹,
Pere García Bellheví² y Narcís Vicens Perpinyà¹

1. Servicio de Medio Ambiente, Diputación de Girona

2. E2 Estudis. Ingeniería del territorio

Parc Natural del Montseny. Foto: Narcís Vicens



Descripción del área protegida

El Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny es un mosaico de paisajes mediterráneos y centroeuropeos de una notable diversidad biológica, y un espacio natural marcado por una fuerte huella cultural en todos los rincones, desde el paisaje a la gestión de los montes.

El monte "Muntanya de Matagalls", finca pública de la Diputació de Girona, comprende 361 hectáreas, de las cuales 185 son de superficie forestal arbolada (principalmente hayedos, así como encinares y robledales) y 167 hectáreas corresponden a ambientes abiertos, estos últimos como resultado del pastoreo tradicional.

El monte reúne elementos notables del patrimonio natural y etnológico del macizo, y destaca por una histórica actividad de pastoreo y una alta frecuentación humana. Incluida en una de las zonas de máxima protección delimitadas por el Plan Especial, la gestión de la finca requiere la compatibilización de usos con la conservación de los valores naturales que presenta.

Planificación

El Parque Natural del Montseny fue creado en 1977, y en 1978 fue declarado Reserva de la Biosfera. Es gestionado conjuntamente por las diputaciones de Barcelona y Girona. El instrumento básico de planificación de la gestión es el Plan Especial.

La planificación a escala de mayor detalle se realiza mediante proyectos de ordenación de montes. La necesidad de determinar unas directrices de gestión y una planificación que establezca la conservación como objetivo principal y tenga en cuenta la necesidad de adaptación del monte al cambio climático, ha llevado a la redacción de la ordenación forestal de Matagalls, siguiendo las directrices de los manuales 11 y 13 de EUROPARC-España.

Tendencias y escenarios climáticos

Para la evaluación de los escenarios climáticos de Matagalls se han considerado las series de datos de los últimos 60 años de las estaciones meteorológicas más próximas a la finca, con las que se han podido identificar tendencias en la temperatura y la precipitación. Además, mediante la herramienta de simulación de escenarios disponible en AdapteCCA, se han generado las proyecciones climáticas del área de estudio en base a los escenarios climáticos RCP 4.5 y 8.5. Los resultados han sido validados y comparados con las proyecciones climáticas recogidas para la Región Prelitoral Catalana en el Tercer Informe sobre el Cambio Climático en Catalunya (2016).

Tomando como referencia la variación de la temperatura media del aire del Montseny (observatorio del Turó de l'Home) para el período 1950-2014, se observa una tendencia anual de incremento de 0,24 °C/decenio. Y por lo que se refiere a la variación anual de la precipitación, ésta muestra una tendencia ligeramente negativa, con un descenso del 1,5% por decenio.

A partir de las proyecciones climáticas realizadas mediante la plataforma AdapteCCA se estima un claro incremento de temperaturas, un aumento de días cálidos, una reducción de los días con temperaturas inferiores a 0°C, una mayor estacionalidad en el régimen de precipitaciones y una reducción del número de días de lluvia al año.

De acuerdo con los datos aportados por el Tercer Informe de Cambio Climático de Cataluña, se estima que a mediados siglo (2031-2050) el aumento medio anual sería de 1,4 ° C. Y por lo que a precipitación se refiere, ésta disminuiría un 8,3%.

Impactos y vulnerabilidad

En la redacción del proyecto de ordenación se han considerado, mediante la consulta a expertos y un análisis bibliográfico, la exposición a los cambios climáticos a los que pueden estar sometidos los objetos de conservación presentes en la finca, así como los impactos previsibles y su capacidad de adaptación.

Los principales impactos para las formaciones forestales se derivarán del aumento de períodos de estrés y perturbaciones asociadas al incremento de la temperatura y la menor precipitación. Los cambios más probables incluyen la pérdida de elementos boreoalpinos singulares botánicos y faunísticos del macizo, pérdida de la población de abetos (*Abies alba*), cambios y riesgo de empobrecimiento de la diversidad biológica del monte, y aparición de especies invasoras.

Son esperables cambios en el área de distribución de algunas formaciones, como retroceso del haya frente a la encina y otras frondosas en la zona de transición hayedo-encinar, o la recolonización del haya en cotas superiores (zonas de pastos). A ellos se sumaría la progresiva reducción de la superficie de los prados secos, y la paulatina extensión de formaciones de helechos y landas, a consecuencia del cambio global.

Medidas de adaptación

Tanto la Ley 6/1988 forestal de Catalunya, como la Ley 43/2003 de Montes, establecen que los montes públicos han de disponer de un proyecto de ordenación forestal (o de otro instrumento de gestión equivalente). Aunque históricamente los proyectos de ordenación se han destinado a planificar los aprovechamientos

de los montes, debidamente planteados pueden ser una herramienta muy potente para integrar conservación, uso público, estudio y seguimiento científico, aprovechamiento y adaptación al cambio climático. Así, la ordenación de Matagalls planifica una serie de actuaciones de adaptación y conservación de especies y hábitats, acciones a veces coincidentes (Tabla 11). Igualmente plantea la ejecución de programas de seguimiento para su evaluación, destacando:

En las zonas de pastos:

- Recuperación de pastizales mediante la quema controlada de pies de enebro rastrero (*Juniperus communis* subsp. *nana*).
- Corta puntual de pies de hayas que están colonizando zonas de pasto.
- Corta de pies aislados de pino silvestre (*Pinus sylvestris*), especie que se encuentra fuera de su zona de distribución.
- Control de especies invasoras.
- Creación de un banco de semillas de las especies de interés de conservación.

En las zonas arboladas:

- Potenciación de masas mixtas mediante selvicultura del árbol individual, seleccionando pies de futuro de distintas especies.
- Potenciación la presencia de abeto (*Abies alba*) y saúco rojo (*Sambucus racemosa*) en hayedos monoespecíficos, mediante la selección de pies de futuro y la apertura de claros para regenerado de abeto y crecimiento de saúco.
- Potenciación de la irregularidad en masas semi-regulares y de la presencia de pies extra maderables mediante la selección de pies de futuro y de claras por lo alto.
- Apertura de claros en zonas forestales densas para la mejora de las poblaciones de especies singulares.
- Gestión de las perturbaciones meteorológicas como oportunidad para favorecer la heterogeneidad estructural de las masas forestales y generación natural de madera muerta.
- Diversificación estructural de distintos rodales de haya y encina mediante la generación de madera muerta (anillados y cortados dejados en el monte) y apertura de claros generando discontinuidades en la masa arbolada.
- No intervención en distintos rodales maduros o pre-maduros, para su libre evolución.

Más información

Parque Natural del Montseny, Diputació de Girona.

www.ddgi.cat/web/nivell/409/s-0/parc-natural-del-montseny

Tabla 11. Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de los objetos de conservación identificados en el proyecto de ordenación forestal de Matagalls

Objeto de conservación	Exposición	Impacto	Capacidad de adaptación	Vulnerabilidad	Medidas de adaptación
Comunidades con <i>Anagallis tenella</i> u otras plantas late-atlánticas, de márgenes de riachuelos y charcos, de las regiones mediterráneas	Aumento de temperatura. Reducción de la humedad	Rareza local. Migración a cotas altas y zonas húmedas	Reducida, poca probabilidad de encontrar zonas con condiciones ambientales adecuadas	muy alta	Mantenimiento de áreas abiertas con zonas húmedas
Prados acidófilos y mesófilos, con <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Antennaria dioica</i> , <i>Deschampsia flexuosa</i> ..., de la zona culminal del Montseny	Reducción de la precipitación	Singularidad biogeográfica Migración a cotas más altas	Muy reducida	muy alta	Mantenimiento de espacios abiertos
<i>Alchemilla hybrida</i>	Aumento de la temperatura ambiental. Reducción de las precipitaciones	Migración a cotas más altas y zonas más húmedas	Reducida, poca probabilidad de encontrar zonas con condiciones ambientales adecuadas	alta	Mantenimiento de espacios abiertos en zonas húmedas y umbrías
<i>Lonicera nigra</i>	Aumento de la temperatura ambiental. Reducción de las precipitaciones	Cambio en la distribución de la especie: migración hacia cotas más altas	Reducida	alta	Mantenimiento y apertura de claros forestales en zonas de umbría
<i>Ranunculus auricomus</i>	Aumento de la temperatura ambiental. Reducción de las precipitaciones	Migración a cotas más altas	Mediana	mediana	Reserva de bosques maduros
<i>Sambucus racemosa</i>	Aumento de la temperatura ambiental. Reducción de las precipitaciones	Migración a cotas más altas	Mediana	mediana	Mantenimiento y apertura de claros forestales en zonas de umbría



Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny. Foto: Narcís Vicens



Parque Natural Posets-Maladeta. Foto: Carlota Martínez

9 Consideraciones finales y perspectivas futuras

El proceso de elaboración de este manual ha permitido abordar un tema complejo y novedoso para las instituciones y personas implicadas en la planificación y gestión de las áreas protegidas. Las evidencias del cambio climático, como parte del proceso de cambio global en el que ya estamos viviendo, plantean nuevos retos de gran calado, tanto desde el punto de vista conceptual como institucional e instrumental.

Las áreas protegidas, en tanto que herramientas para contribuir a la conservación de la naturaleza en sentido amplio y no fines en sí mismas, tienen el reto de superar las limitaciones derivadas de la aplicación de políticas sectoriales. Si no trascienden al conjunto del territorio, si no se coordinan las acciones con otras políticas también decisivas en el mantenimiento de la salud de los ecosistemas, todos los esfuerzos orientados a mejorar la biodiversidad y los beneficios a la sociedad serán infructuosos.

Las implicaciones del cambio climático ponen aún más de manifiesto esta cuestión. El cambio climático es un fenómeno global que debe ser abordado a escala global. Las fuertes sinergias con otros procesos de cambio, en especial los cambios de uso del suelo y los procesos de abandono rural, nos deben llevar a trabajar sobre las causas de estos procesos de cambio, cuestión compleja que de nuevo trasciende a las áreas protegidas y precisa de un enfoque global y horizontal. Entre tanto, toda la experiencia impulsada y desarrollada desde las áreas protegidas (en tanto que territorios a los que se les dota con herramientas legales y organizativas específicas) puede considerarse una excelente oportunidad para el conjunto del territorio.

En el Congreso Mundial de Parques organizado por UICN en 2014 se señalaron recomendaciones específicas a los gobiernos para incorporar mecanismos en respuesta al cambio climático. Entre ellas:

- Incorporar el total reconocimiento de que la biodiversidad, los ecosistemas y en particular las áreas protegidas son claves para permitir a los países adaptarse y mitigar el cambio climático.
- Incorporar al desarrollo nacional el concepto de “las áreas protegidas como soluciones naturales ante el cambio climático” dentro de sus planes, comunicación y estrategias financieras para la resiliencia natural y social.
- Mejorar las estrategias de adaptación y mitigación tanto dentro como fuera de los límites de las áreas protegidas por medio de gestión del carbono, seguimiento a largo plazo y conectividad integrada del territorio.

- Las áreas protegidas deben utilizar nuevas formas de pensar para la planificación y la gestión, de forma que se garantice una participación equitativa de la sociedad, incluyendo a los jóvenes, las mujeres, los grupos indígenas y las comunidades locales, basadas en el conocimiento tradicional y en un trabajo conjunto para encontrar soluciones ante el cambio climático.
- Las áreas protegidas deben adoptar y aplicar medidas de adaptación innovadoras, apropiadas y específicas al contexto, para garantizar que, ante un cambio climático transformador, puedan seguir aportando la gama completa de valores, funciones y servicios que brindan a la gente y a la naturaleza, incluyendo la protección ante factores climáticos y la reducción de los riesgos por desastres naturales.
- Se deben crear y reforzar nuevas alianzas dentro y fuera de las fronteras nacionales para proteger y conectar paisajes marinos y terrestres conforme se transforman y adaptan al clima.

A partir de la experiencia adquirida en el proceso de elaboración de este manual y en la aplicación de las recomendaciones en varios casos piloto, se identifican al menos las siguientes líneas de trabajo que será preciso desarrollar a corto y medio plazo:

- Elaborar y aplicar estrategias de adaptación desde una perspectiva territorial, previendo las consecuencias de las modificaciones en la distribución de especies y hábitats sobre la representatividad de las redes actuales de áreas protegidas y las nuevas necesidades de conectividad del territorio.
- Desarrollar metodologías y procedimientos que permitan identificar de forma cuantificable los efectos del cambio climático sobre los componentes sociales y culturales de los ecosistemas, no solo sobre los componentes de la biodiversidad (especies, hábitats).
- Incorporar en los procesos de planificación y gestión de las áreas protegidas acciones de adaptación al cambio climático que anticipen los cambios tanto de los ecosistemas como de las organizaciones humanas.
- Desarrollar herramientas prácticas, bases de datos de buenas prácticas y mecanismos de intercambio de conocimiento y experiencias.
- Apoyar la capacitación y la investigación para aumentar el conocimiento sobre la capacidad de adaptación de especies y ecosistemas, validando con resultados experimentales las predicciones de los modelos.
- Adaptar y diversificar los sistemas de gobernanza que fomenten una mayor implicación social y la participación de más y más variados actores que asuman como propias las medidas de adaptación, así como en los instrumentos de declaración y planificación y los sistemas de seguimiento y rendición de cuentas.

- Reforzar el apoyo institucional que permita el desarrollo de estrategias de adaptación sólidas y replicables, que promuevan la contribución de las áreas protegidas como lugares demostrativos de adaptación al cambio climático.
- Establecer alianzas interdisciplinarias (en particular con los sectores de la educación y de la comunicación) orientadas a generar debate informado, a elaborar herramientas prácticas y a poner en marcha acciones concretas que mejoren la sensibilización de la sociedad y promuevan los cambios necesarios tanto en las instituciones como en las personas.



Parque Natural Cadi-Moixeró. Foto: Javier Puertas

10 Glosario

Acción de conservación

Intervención directa sobre el medio, dirigida específicamente a mantener o recuperar un estado de conservación favorable de especies, hábitats o ecosistemas. Se consideran como tales la recuperación de poblaciones, su control, el manejo de formaciones vegetales, la conservación de suelos, la restauración de áreas degradadas, la conservación de usos ligados a la conservación del patrimonio natural, etc. (EUROPARC-España, 2011)

Adaptación basada en el ecosistema

Uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia general de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático. La adaptación basada en el ecosistema utiliza la gama de oportunidades que presenta la gestión sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para ofrecer servicios que permitan que las personas se adapten a los impactos del cambio climático. Su objetivo es mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas frente a los efectos adversos del cambio climático (IUCN, 2009).

Adaptación

Proceso de ajuste al clima real o proyectado y sus efectos. En los sistemas humanos la adaptación trata de moderar los datos o aprovechar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, la intervención humana puede facilitar el ajuste al clima proyectado y sus efectos (MAGRAMA, 2014b).

Área protegida

Un espacio natural protegido claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (Dudley,2008).

Biodiversidad

Cantidad, variedad y variabilidad de los organismos vivos así como las relaciones que se establecen entre ellos. Incluye la diversidad dentro de una especie (diversidad genética), entre especies distintas (diversidad de especies) y entre comunidades (diversidad de comunidades)

Cambio climático

Cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables'. Se distingue entre el 'cambio climático' (*inducido* o *antropogénico*), atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica, y la 'variabilidad climática' atribuida a causas naturales (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

Funciones de los ecosistemas

Capacidad de las estructuras y procesos ecológicos esenciales de los ecosistemas para suministrar servicios que generan bienestar humano (EME, 2011).

Medidas de gestión

Conjunto de acciones destinadas a alcanzar los objetivos definidos para un espacio natural protegido.

Mitigación (del cambio climático)

Intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero

Objetivo del espacio protegido

Formulación del escenario deseable del estado de los principales objetos de conservación del espacio natural protegido. Los objetivos generales deben adaptarse a las limitaciones existentes (vigencia, competencias de gestión, etcétera) para dar lugar a los objetivos operativos, que deben ser evaluables y alcanzables durante la vigencia del plan de gestión

Objeto de conservación

Especies, poblaciones, comunidades, hábitats, paisajes, ecosistemas, procesos, elementos o condiciones ambientales de los medios físico, biológico o social y cultural que sean motivo de actividades, proyectos o programas de conservación o preservación específicos, y que puedan demandar esfuerzos de personal, inversiones o aportes financieros con ese fin (EUROPARC-España, 2011).

Plan de gestión

Documento que determina los objetivos concretos a alcanzar para un espacio protegido concreto, en un plazo de tiempo determinado, junto con las acciones previstas para alcanzar estos objetivos. Los planes de gestión son requisitos legales en parques naturales y nacionales (Plan Rector de Uso y Gestión) y en los lugares de la Red Natura 2000.

Resiliencia

Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007). Capacidad de un sistema de lidiar con las perturbaciones sin colapsar, es decir, sin cambiar a un estado no deseado (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011).

Servicios de los ecosistemas

Contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas y la biodiversidad que éstos albergan al bienestar humano. Sinónimo de otros términos como servicios ambientales, servicios ecosistémicos o bienes y servicios (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2011).

Vulnerabilidad

Propensión o predisposición a ser afectado negativamente por el cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad comprende la susceptibilidad o sensibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta (MAGRAMA, 2014b).



Asistentes a los seminarios del plan nacional de adaptación al cambio climático:
Integración de la adaptación al cambio climático en la planificación y la gestión de las áreas protegidas
en España. CENEAM, abril y diciembre de 2016.



Paraje Natural de Interés Nacional del Macizo de Pedraforca. Foto: Javier Puertas

11 Referencias

- Araújo, M.B., D. Alagador, M. Cabeza, D. Nogués-Bravo, W. Thuiller. 2011a. *Climate change threatens European conservation areas*. Ecology Letters, 14:484-492
- Araújo, A., F. Guilhaumon, D. Rodrigues, I. Pozo, R. Gómez. 2011b. *Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 2. Fauna de vertebrados*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
- Arribas, P., P. Abellán, J. Velasco, D.T. Bilton, J.M. Lobo, A. Millán, D. Sánchez-Fernández, 2012. Species vulnerability under climate change, a new challenge for biodiversity conservation. *Ecosistemas* 21(3):79-84. Doi.: 10.7818/ECOS.2012.21-3.10
- Bagne, K.E.; M.M. Friggens and D.M. Finch, 2011. A System for Assessing Vulnerability of Species (SAVS) to Climate Change. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-257. Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 28 p.
- Barnett, J. y S. O'Neill. 2010. Maladaptation. *Global Environmental Change*, 20: 211–213
- Bellard, C., C. Bertelsmeier, P. Leadley, W. Thuiller and F. Courchamp. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*, 15: 365–377. doi:10.1111/j.1461-0248.2011.01736.x
- Berry, P., J. Paterson, M. Cabeza, A. Dubuis, A. Guisan, L. Jäätelä, I. Kühn, G. Midgley, M. Musche, J. Piper and E. Wilson, 2008. Mitigation measures and adaptation measures and their impacts on Biodiversity - Deliverables 2.2 and 2.3: Meta-analysis of adaptation and mitigation measures across the EU25 and their impacts and recommendations how negative impacts can be avoided. MACIS Project. Environmental Change Institute, University of Oxford.
- Bonache, J., G. de Mingo, J. Serrada, J. Amengual, J. Perales, R. Martínez. S. Rodado, E. Albornos. 2015. El seguimiento y la evaluación a largo plazo en la Red española de Parque Nacionales. *Ecosistemas* 25(1):31-48.
- Carnicer, J., M. Coll, M. Ninyerola, X. Pons, G. Sánchez, J. Peñuelas .2011. Widespread crown condition decline, food web disruption, and amplified tree mortality with increased climate change-type drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 1474-1478. doi: 10.1073/pnas.1010070108.
- CEDEX. 2012. Efecto del cambio climático en el estado ecológico de las masas de agua. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, Madrid.
- Cliquet, A., C. Backes, J. Harris and P.R. Howsam. 2009. Adaptation to climate change – Legal challenges for protected areas *Utrecht Law Review*, 5 (1):158-175
- CMNUCC. 2016. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 21 er período de sesiones, celebrado en París del 30 de noviembre al 13 de diciembre de 2016. Convención Marco sobre el Cambio Climático FCCC /CP/2015/10/Add.1 <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/10a01s.pdf>
- Cobelas, M.A., J. Catalán y D. García Jalón. 2005. Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales. En: Moreno, J.M. (Coord.) Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

- COM (2011) 244 final. Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Bruselas.
- CONANP. 2012. North American Protected Areas as Natural Solutions for Climate Change. North American Intergovernmental Committee on Cooperation for Wilderness and Protected Area Conservation.
- CONANP-FMCN-TNC. 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación a cambio climático en áreas naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Fondo Mexicano para la Conservación de la naturaleza, The Nature Conservancy; México.
- Del Arco Aguilar, M.J. 2008. 4. *La flora y la vegetación canaria ante el cambio climático actual*. En Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Naturaleza amenazada por los cambios en el clima*. pp. 105-140. Actas III Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias.
- Doblas, E. (coord). 2013. *Conservar aprovechando. Cómo integrar el cambio global en la gestión de los montes españoles*. CREA, Barcelona.
- Doney, S.C., M. Ruckelshaus, J. Emmett Duffy, et al. 2012. Climate Change Impacts on Marine Ecosystems. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 2012;4(1):11-37. doi:10.1146/annurev-marine-041911-111611.
- Donoso, I., C. Stefanescu, A. Martínez-Abraín and A. Traveset. 2016. Phenological asynchrony in plant-butterfly interactions associated with climate: a community-wide perspective. *Oikos* doi:10.1111/oik.03053
- Duarte, M. (Coord). 2009. *Cambio global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra*. Colección Divulgación, CSIC, Madrid.
- Dudley, N., S. Stolton, A. Belokurov, L. Krueger, N. Lopoukhine, K. MacKinnon, T. Sandwith and N. Sekhran (Ed.). 2010. *Natural Solutions: Protected areas helping people cope with climate change*, IUCN/WWF, TNC, UNDP, WCS, The World Bank and WWF, Gland, Switzerland, Washington DC and New York, USA
- Escudero, A., R. García-Camacho, A. García-Fernández, R.G Gavilán, L. Giménez-Benavides, J.M Iriondo, C. Lara-Romero, J. Morente, D.S. Pescador. 2012. Vulnerabilidad al cambio global en la alta montaña mediterránea. *Ecosistemas* 21(3):63-72. Doi.: 10.7818/ECOS.2012.21-3.08
- Esteban, M. 2013. *Forest management of Mediterranean forests under the new context of climate change Building alternatives for the coming future*. Nova Science Publishers.
- ETC/ACC. 2010. *Guiding principles for adaptation to climate change in Europe*. ETC/ACC Technical Paper 2010/6. European Topic Centre on Air and Climate Change. Bilthoven. The Netherlands.
- EUROPARC-España. 2008. *Planificar para gestionar los espacios naturales protegidos*. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid.
- EUROPARC-España. 2011. *Guía para la aplicación del estándar de calidad en la gestión para la conservación en espacios protegidos*. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid.
- EUROPARC-España. 2013. *Proyectos de ordenación de montes. Herramientas para la conservación en los espacios protegidos*. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. Madrid.
- EUROPARC-España. 2016. *Conclusiones del Congreso Esparc 2016*. Laguardia, 7-10 de junio 2016. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

- EUROPARC-España. 2016. Áreas protegidas para el bienestar humano. Programa Sociedad y Áreas Protegidas 2020. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
- EUROPARC-España. 2017 Anuario 2016 del estado de las áreas protegidas en España. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid. 135 páginas
- European Commission. 2013a. Guidelines on developing adaptation strategies. SWD(2013) 134 Final.
- European Commission. 2013b. Guidelines on Climate Change and Natura 2000. European Union.
- European Environment Agency. 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report. EEA Report No 1/2017. Publications Office of the European Union. Luxembourg.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. 2011. La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Felicísimo, A.M. (coord.) 2011. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 2. Flora y vegetación. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 552 pág.
- Fernández González, F., R. Pérez Badía, S. Sardinero, R.A. Rodríguez Torres y G. Crespo. 2009. Espacios naturales protegidos y cambio climático en Castilla La Mancha. En: A Rodríguez Torres, H Fernández Castro e I Rojano Saura (Coords). 2009. Impactos del Cambio Climático en Castilla-La Mancha. Primer Informe. Oficina de Cambio Climático de Castilla-La Mancha.
- Foden, W.B. and B.E. Young, (eds.) .2016. IUCN SSC Guidelines for Assessing Species' Vulnerability to Climate Change. Version 1.0. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission No. 59. Cambridge, UK and Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. x+ 114pp.
- Game, E. T., C. Groves, M. Andersen, M. Cross, C. Enquist, Z. Ferdaña, E. Girvetz, A. Gondor, K. Hall, J. Higgins, R. Marshall, K. Popper, S. Schill, and S.L. Shafer. 2010. Incorporating climate change adaptation into regional conservation assessments. The Nature Conservancy. Arlington, Virginia.
- García, C., R Garza y J.R. Picatoste. 2015. Marco normativo de la adaptación al cambio climático en España. En: Herrero A. y Zavala M.A. editores (2015) Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- García Fernández, J. 2017. Observar de cerca el cambio global en los parques nacionales españoles. Síntesis de la actividad de investigación desarrollada en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global. Oficina Española de Cambio Climático, Madrid. *Inédito*.
- Garzón, B.M., R. Alía, M. Robson y M.A. Zavala. 2011. Intra-specific variability and plasticity influence potential tree species distributions under climate change. *Global Ecol. Biogeogr.* 646: 1-13.
- Gelbard, J.L. 2003. Grasslands at a crossroads: protecting and enhancing resilience to climate change. En: WWF. Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems. WWF Climate Program, Berlin.
- Hansen, L.J., J.L. Biringer and J.R. Hoffman. 2003. Buying time: A User's Manual for Building Resistance and Resilience to Climate Change in Natural Systems. WWF.

- Harley, M. and N. Hodgson. 2008. Review of existing international and national guidance on adaptation to climate change: with a focus on biodiversity issues. AEA report presented to the Bern Convention's 'Group of Experts on Biodiversity and Climate Change' at their meeting in Strasbourg on 11 September 2008.
- Heller, N.E. y E.S. Zavaleta. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: a review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation* 142:14-32.
- Heras, P. 2016. Education in times of climate change facilitating learning to build a culture of climate-proteccion. *MÉTODO Science Studies Journal* (2015). University of Valencia. DOI: 10.7203/metode.85.4220
- Hernandez, Y., Â. Guimarães, P. Barbosa. 2018. Resilient futures of a small island: A participatory approach in Tenerife (Canary Islands) to address climate change. *Environmental Science and Policy*,80:28-37. doi:10.1016/j.envsci.2017.11.008.
- Herrero, A. y M.A. Zavala (editores). 2015. Los bosques y la Biodiversidad frente al cambio climático: impactos, vulnerabilidad y adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- 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.
- IUCN. 2009. Ecosystem-based Adaptation (EbA) Position paper .UNFCCC Climate Change Talks, 28th September – 9th October 2009 Bangkok, Thailand
- IUCN. 2014. Ecosystem based adaptation: building on no regret adaptation measures. 20th session of the Conference of the Parties to the UNFCCC and the 10th session of the Conference of the Parties to the Kyoto Protocol, Lima, Perú, 1-12 december 2014.
- IUCN-WCPA. 2004. Securing Protected Areas in the FACE of Global Change. IUCN, Switzerland.
- Kersting, D.K. 2016. Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación. Oficina Española de Cambio Climático, Madrid.
- Lhumeau, A. y D. Cordero. 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Losada, I., C. Izaquirre y P. Díaz. 2014. Cambio climático en la costa española. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. 133 p.
- Lloret, F, J.M. González-Mancebo. 2011. Altitudinal distribution patterns of bryophytes in the Canary Islands and vulnerability to climate change. *Flora Morphol Distrib Funct Ecol Plants*. 2011; 206(9):769-781. doi:10.1016/j.flora.2011.04.007.
- Lloret, F. 2012. Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía. *Ecosistemas* 21(3):85-90. Doi.:10.7818/ECOS.2012.21-3.11
- Lloret, F.; A. Escudero, J.M. Iriondo, J. Martínez-Villalta, F. Valladares. 2015. Mecanismos de estabilización y resiliencia de la vegetación frente a eventos climáticos extremos. En: Herrero A. y M.A. Zavala (editores). 2015. Los bosques y la Biodiversidad frente al cambio climático: impactos, vulnerabilidad y adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

- MAGRAMA. 2014a. Cambio Climático: bases físicas. Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC. Edita Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental.
- MAGRAMA. 2014b. Cambio Climático: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Guía resumida del Quinto Informe de Evaluación del IPCC. Edita Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental.
- MAGRAMA . 2016. La Red Natura 2000 y el cambio climático: situación actual, retos y directrices para un marco conjunto de actuación en España. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, Minsiterio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Magrín, G.O. 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Mínguez Tudela, I, A. Ruiz Mantecón y A. Estrada Peña. 2005. Impactos sobre el sector agrario. En: Moreno, J.M. (Coord.) Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- MMARM. 2010. Bases de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid.
- Moreno, J.M. (Coord.) 2005. Evaluación preliminar de los Impactos en España por efecto del cambio climático. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- OAPN. 2013. Plan de Acción de Montseny 2009-2013 de la Red de Reservas de Biosfera Española. Oficina del Programa MaB de la UNESCO en España, Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN).
- OECC, 2014. Tercer informe de seguimiento del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático.
- OPCC-CTP. 2018. El cambio climático en los Pirineos: impactos vulnerabilidades y adaptación. Bases para la estrategia pirenaica de adaptación al cambio climático. Observatorio Pirenaico de Cambio Climático-Comunidad de Trabajo de los Pirineos, Jaca.
- Palomo, I.; B. Matín-López; C. López-Santiago, C. Montes. 2012. El sistema socio-ecológico de Doñana ante el cambio global: planificación de escenarios de eco-futuro. Ed. Fundación Fernando González-Bernáldez. Madrid.
- Palomo, I., M. Múgica, C. Piñeiro, B. Martín-López, J. Atauri, C. Montes. 2017. Envisioning protected areas through participatory scenario planning: Navigating coverage and effectiveness challenges ahead. PARKS. 23. (1) 29-44. DOI (10.2305/IUCN.CH.2017.PARKS-23-11P.en).
- Pacifici, M. 2015. Assessing species vulnerability to climate change.; Nature Climate Change 5:215-225. doi:10.1038/nclimate2448.
- Pineda, F., M.F. Schmitz, B. Acosta-Gallo, M.F. Fernández Pastor, C. Arnáiz, P. Díaz, D. Ruiz Lablourdette. 2014. Evaluación y síntesis de la actividad investigadora desarrollada en el marco de la Red de Seguimiento del Cambio Global en los parques nacionales españoles. Universidad Complutense de Madrid.
- Price, M.F y G.R. Neville. 2003. Designing strategies to increase the resilience of alpine/montane systems to climate change. . En: WWF. Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems. WWF Climate Program, Berlin.

- Poiani K.A., R.L. Goldman, J. Hobson, J.M. Hoekstra, K.S. Nelson. 2011. Redesigning biodiversity conservation projects for climate change: examples from the field. *Biodivers Conserv*, 20:185–201 DOI 10.1007/s10531-010-9954-2
- Sanz, J.J., J. Potti, J. Moreno, S. Merino, O. Frías. 2003. Climate change and fitness components of a migratory bird breeding in the Mediterranean region. *Global Change Biology*, 9: 461–472. doi:10.1046/j.1365-2486.2003.00575.x
- Sanz-Elorza, M., E. Dana, A. González, E. Sobrino. 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, 2003. doi:10.1093/aob/mcg130.
- Shoo, L.P., A.A. Hoffmann, S. Garnett, et al. 2013. Making decisions to conserve species under climate change. *Climatic Change*, 119:239-246. doi:10.1007/s10584-013-0699-2.
- Scheffers, B.R., L. De Meester, T.C.L. Bridge, et al. 2016. The broad footprint of climate change from genes to biomes to people. *Science* (80-). 2016;354(6313).
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica .2004. Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas (Programas de trabajo del CDB) Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica Montreal. 34 pp.
- SERNANP. 2015. Planes maestros de áreas naturales protegidas que incorporan el factor climático. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado – SERNANP; Lima, Perú.
- Stefanescu, C., J. Peñuelas, and I. Filella. 2003. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology*, 9: 1494–1506. doi:10.1046/j.1365-2486.2003.00682.x
- Terradas, J. 2001. Ideas actualmente dominantes sobre comunidades y ecosistemas. En: *Ecología de la vegetación*. Ediciones Omega, pp 83-115.
- The World Bank. 2009 *Convenient Solutions to an Inconvenient Truth: Ecosystem-based Approaches to Climate Change*. The World Bank, Washington DC.
- UNESCO. 2016. Plan de Acción de Lima para el Programa sobre el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO y su Red Mundial de Reservas de Biosfera (2016-2025). Programa sobre el Hombre y la Biosfera, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vericat, P., M. Piqué, R., Serrada. 2012. Gestión adaptativa al cambio global en masas de *Quercus* mediterráneas. *Centre Tecnològic Forestal de Catalunya*. Solsona (Lleida). 172 p.
- Wilson, R.J., D. Gutiérrez, J. Gutiérrez, D. Martínez, R. Aguido, V.J. Monserrat. 2005. Changes to the elevational limits and extent of species ranges associated with climate change. *Ecology Letters*, 8:1138-1146.
- Welch, D. 2005. What should protected area managers do in the face of climate change?. *The George Wright Forum*, 1(22):75-93.
- Willis, S.G., W. Fode, D.J. Bake, et al. 2015. Integrating climate change vulnerability assessments from species distribution models and trait-based approaches. *Biol Conserv.*;190:167-178. doi:10.1016/j.biocon.2015.05.001.
- WWF. 2003. *Buying time: a user's manual for building resistance and resilience to climate change in natural systems*. WWF Climate Program, Berlín.

- WWF/Adena. 2012a. Adaptación al cambio climático en proyectos de conservación. WWF/Adena, Madrid.
- WWF-España. 2012b. La gestión forestal responsable como herramienta de adaptación al cambio climático. recomendaciones para mejorar la capacidad de adaptación de los estándares españoles de gestión forestal para la Certificación FSC. WWF Informe 2012. Madrid.
- Zamora, R., A.J. Pérez-Luque, F.J. Bonet, J.M. Barea-Azcón, y R. Aspizua, (editores). 2015. La huella del cambio global en Sierra Nevada: retos para la conservación. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. 208 pp.



Paisaje Protegido Sierra de Santo Domingo. Foto: María Muñoz

12 Anexo

Acciones de adaptación identificadas
en áreas protegidas españolas



Anexo. Acciones de adaptación identificadas en áreas protegidas españolas

Nombre	Financiación	Área protegida	Comunidad autónoma
Resalveo de montes bajos de quejigo (<i>Quercus faginea</i>) y encina (<i>Quercus ilex</i>)	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	LIC Puerto de Codos	Aragón
Actuaciones selvícolas para la adaptación al cambio climático de la masa de hayedo de Tejera Negra	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	Parque Natural Hayedo de Tejera Negra	Castilla-La Mancha
Eliminación de plagas forestales con acciones de biocontrol	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	ZEC-ZEPA Sierra de Alcaraz y Segura; ZEC-ZEPA Cañones del Segura y del Mundo; Monumento Natural Pfitón Volcánico de Cancarix	Castilla-La Mancha
Trabajos selvícolas de adaptación al cambio climático de robledal (<i>Quercus pirenáica</i>)	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	Parque Natural Sierra Madrona	Castilla-La Mancha
Tratamientos selvícolas de adaptación al nuevo nivel freático de alisedas (<i>Alnus glutinosa</i>)	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	ZEC Sotos del río Alberche	Castilla-La Mancha
Tratamientos selvícolas de adaptación al nuevo nivel freático de abedul (<i>Betula pendula subsp. fontqueri</i>)	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	Reserva Fluvial Abedular de Río Frio	Castilla-La Mancha
Actuaciones de gestión forestal adaptativa y para la mejora de hábitats de anfibios en Quintos de Mora, Lugar Nuevo y Selladores-Contadero, y la Dehesa de Cotillas	Plan PIMA Adapta-Ecosistemas	ZEC-ZEPA Montes de Toledo; Parque Natural de Sierra de Andújar; Parque Natural Serranía de Cuenca	Castilla-La Mancha y Andalucía
Restauración y gestión del hábitat en dos lagunas costeras del Delta del Ebro	Plan PIMA Adapta/LIFE	Parc Natural Delta de l'Ebre	Cataluña
Actuaciones para la gestión forestal adaptativa en la Finca Dehesa de San Juan del Parque Nacional de Sierra Nevada	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Sierra Nevada	Andalucía
Actuaciones para la mejora de hábitats de anfibios en el Parque Nacional de Sierra Nevada	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Sierra Nevada	Andalucía
Seguimiento de las especies exóticas invasoras y producción de la herramienta de ciencia ciudadana "invasores"	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parques nacionales canarios	Canarias
Un refugio de anfibios en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama	Plan PIMA Adapta-Parques Nacionales	Parque Nacional Sierra Guadarrama	Castilla y León
Actuaciones para la gestión forestal adaptativa en el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Sierra de Guadarrama	Castilla y León
Actuaciones para la gestión forestal adaptativa en el Parque Nacional de Cabaneros	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Cabaneros	Castilla-La Mancha
Ejecución de infraestructuras para la restauración y regeneración de nuevos hábitats para anfibios amenazados en el Parque Nacional de Cabaneros	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Cabaneros	Castilla-La Mancha
Actuaciones de gestión forestal adaptativa y para la mejora de hábitats de anfibios	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parques nacionales de Cabaneros y Tablas de Daimiel	Castilla-La Mancha

Actuaciones para la mejora de hábitats de anfibios en el Parque Nacional de Monfragüe	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Monfragüe	Extremadura
Actuaciones de gestión forestal adaptativa, protección de anfibios y gestión de especies exóticas invasoras	Plan PIMA Adapta-Parques nacionales	Parque Nacional Islas Atlánticas	Galicia
Restauración ambiental del tramo bajo del río Bembézar y su entorno fluvial	Plan PIMA Adapta-Agua	ZEC Río Bembézar	Andalucía
Restauración de la Laguna de Lastras de Cuéllar y Hontalbilla	Plan PIMA Adapta-Agua	ZEC Lagunas de Cantalejo	Castilla y León
Conexión hidrológica y mejora de hábitats en los meandros del tramo bajo del río Arga	Plan PIMA Adapta-Agua	ZEC Tramos Bajos del Aragón y del Arga	Navarra
Proyecto de restauración fluvial del río Manzanares en el Pardo	Plan PIMA Adapta-Agua	ZEC Cuenca del río Manzanares	Comunidad de Madrid
Protección de servicios de los ecosistemas clave amenazados por el Cambio Climático mediante gestión adaptativa de socioecosistemas mediterráneos	LIFE	Doñana, Cabo de Gata y Sierra Nevada	Andalucía
Gestión forestal sostenible en Menorca en un contexto de cambio climático	LIFE	Reserva de la Biosfera de Menorca	Baleares
Adaptando el Mediterráneo al cambio climático en tres cuencas representativas de Cataluña	LIFE	Varios	Cataluña
Bosques mixtos para la adaptación al cambio climático	LIFE	Parques naturales del Montseny y El Montnegre	Cataluña
Conservación y puesta en valor de rodales singulares de <i>Pinus nigra</i>	LIFE	Parc Natural dels Ports	Cataluña
Desurbanización y recuperación de la funcionalidad ecológica en los sistemas costeros de la Pletera	LIFE	Parc Natura del Montgri	Cataluña
Intervenciones en masas mixtas para favorecer el hábitat de las tejedas	LIFE	Paraje Natural de Poblet	Cataluña
Proyecto piloto de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el Delta del Ebro	LIFE	Parc Natural Delta de l'Ebre	Cataluña
Regeneración del sistema dunar de la playa de Laida	LIFE	Reserva de la Biosfera de Urdaibai	País Vasco
Restauración de zona afectada por el incendio de 2005 en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada	Junta de Andalucía	Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada	Andalucía
Restauración y regeneración en Montes Públicos de los Ayuntamientos de Algeciras y Los Barrios	Junta de Andalucía	Parque Natural de los Alcornocales	Andalucía
Restauración integral del estuario superior del río Oka	Gobierno Vasco	Reserva de la Biosfera de Urdaibai	País Vasco
Recuperación de la jarilla de cumbre (<i>Helianthemum juliaae</i>) en el Parque Nacional del Teide	Gobierno de Canarias	Parque Nacional del Teide	Canarias
Mejora de masas de monte bajo de <i>Quercus pyrenaica</i> mediante resalveo en el Parque Natural del Moncayo	Gobierno de Aragón	Parque Natural del Moncayo	Aragón

Listado de miembros de EUROPARC-España (2018)

Cabildo de Gran Canaria
Cabildo de Tenerife
Comunidad de Madrid
Comunidad Foral de Navarra
Diputació de Barcelona
Diputació de Girona
Diputación Foral de Álava
Diputación Foral de Bizkaia
Diputación Foral de Gipuzkoa
Generalitat de Catalunya
Generalitat Valenciana
Gobierno de Aragón
Gobierno de Cantabria
Gobierno de Illes Balears
Gobierno de las Islas Canarias
Gobierno del País Vasco
Junta de Andalucía
Junta de Castilla y León
Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
Junta de Extremadura
Organismo Autónomo Parques Nacionales
Principado de Asturias
Región de Murcia
Xunta de Galicia

Publicaciones de la Serie Técnica de EUROPARC-España

SERIE MANUALES

- Manual 12. Guía de buenas prácticas para el desarrollo de carreras por montaña en espacios naturales protegidos (2016)
- Manual 11. Proyectos de ordenación de montes. Herramientas para la conservación en los espacios protegidos (2013)
- Manual 10. El patrimonio inmaterial: valores culturales y espirituales. Manual para su incorporación a las áreas protegidas (2012)
- Manual 9. Guía del Estándar de calidad en la gestión para la conservación en espacios protegidos (2011)
- Manual 8. Herramientas para la evaluación de las áreas protegidas. Modelo de memoria de gestión (2010)
- Manual 7. Planificar para gestionar los espacios naturales protegidos (2008)
- Manual 6. Procedimiento para la asignación de las categorías internacionales de manejo de áreas protegidas de la UICN (2008)
- Manual 5. Catálogo de buenas prácticas en materia de accesibilidad en espacios naturales protegidos (2007)
- Manual 4. Herramientas para la comunicación y la participación social en la gestión de la red Natura 2000: enREDando (2007)
- Manual 3. Evaluación del papel que cumplen los equipamientos de uso público en los espacios naturales protegidos (2006)
- Manual 2. Diseño de planes de seguimiento en espacios naturales protegidos (2005)
- Manual 1. Conceptos de uso público en los espacios naturales protegidos (2005)

SERIE MONOGRAFÍAS

- Monografía 3. Mecanismos financieros innovadores para la conservación de la biodiversidad (2010)
- Monografía 2. Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos (2009)
- Monografía 1. Integración de los espacios naturales protegidos en la ordenación del territorio (2005)

Todas las publicaciones de EUROPARC-España están disponibles en www.redeuroparc.org



Fundación Interuniversitaria
Fernando González Bernáldez
PARA LOS ESPACIOS NATURALES

PROGRAMA
2020
SOCIEDAD

ÁREAS PROTEGIDAS

Con el apoyo de:



20
AÑOS

