

Capítulo 8

Espacios naturales protegidos y cambio climático en Castilla-La Mancha

Federico Fernández González

Rosa Pérez Badía

Santiago Sardinero Roscales

Alfonso Rodríguez Torres

Guillermo Crespo

*Instituto de Ciencias Ambientales
de Castilla-La Mancha (ICAM) - UCLM*

Introducción

Los Espacios Naturales Protegidos en las estrategias de conservación de la biodiversidad

Las áreas protegidas, reservas o espacios naturales protegidos (ENPs) constituyen una estrategia básica y clásica en la conservación del patrimonio natural. Aunque cuentan con más de un siglo de existencia –la declaración del Parque Nacional de Yellowstone en 1872 suele tomarse como referencia de la concepción moderna de los ENPs–, el interés por esta estrategia de conservación se ha renovado a lo largo de los últimos tres decenios, a medida que se confirmaban las evidencias de la crisis planetaria de la diversidad biológica. La evolución de la superficie mundial declarada en el marco de ENPs pone de manifiesto esta tendencia y se considera hoy entre los indicadores habituales de sostenibilidad del desarrollo de las sociedades (Delbaere 2002, OSE 2005, EEA 2007). La Fig. 1 ilustra el ritmo mundial de declaración de superficies protegidas y la inflexión de tendencia que ha experimentado a partir de los años 80. España ha seguido con cierto retraso este cambio debido principalmente a las reformas en la configuración del Estado y a la asunción paulatina de competencias en la materia por los entes autonómicos durante aquella década. En cualquier caso, y a pesar de que en la primera mitad del siglo pasado se asumía con frecuencia que los ENPs eran la herramienta principal en las estrategias de conservación de la naturaleza, hoy se conciben como una más entre varias estrategias, entre las que se cuentan, de acuerdo con la Declaración de Río de Janeiro de 1992 (Convenio sobre la Diversidad Biológica, CBD 2001), el fomento del uso sostenible de la biodiversidad y la restauración de hábitats o ecosistemas degradados, alternativas a las que actualmente se dedican sin duda mayores esfuerzos de financiación. Aparte de la reciente emergencia de las técnicas de conservación *ex situ*, que en cualquier caso estarán siempre supeditadas a la consecución de metas de conservación *in situ*, incluso en el marco de esta última han surgido nuevas opciones o alternativas al instrumento clásico de los espacios protegidos, como la conservación ‘difusa’ a través de la aprobación jurídica de catálogos de especies o de hábitats protegidos, se hallen dentro o fuera de ENPs concretos. En la VII Conferencia de las Partes del CBD (Johannesburgo, 2004) se establecieron entre otros objetivos del Convenio los siguientes: fortalecer el papel de los ENPs en el marco de lograr en 2010 una reducción significativa de la pérdida de biodiversidad, completar la representación en ENPs de todas las áreas importantes para la biodiversidad, y alcanzar un mínimo del 10% de superficie protegida en todas las ecorregiones del planeta.

Se han propuesto diversas definiciones de los ENPs, en el marco de contextos variados, que van desde los congresos de espacios protegidos, las estadísticas mundiales de ENPs que compila periódicamente la IUCN (Chape & al. 2003, Dudley 2008, UNEP-WCMC 2008), o los textos jurídicos, como la reciente Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad (Ley 42/2007, BOE 299: 51275-51327, 14-12-2007). Las definiciones coinciden en tres requisitos: la delimitación

geográfica precisa y unívoca del territorio incluido en el espacio, la declaración legal del mismo como espacio protegido (para la que se admiten excepciones en el caso de propiedades privadas con suficiente y demostrado grado de compromiso con la conservación), y la existencia de una gestión en la que explícitamente se anteponga la conservación a largo plazo de elementos del patrimonio natural (incluyendo los servicios de los ecosistemas y sus valores culturales asociados) a otros usos del territorio.

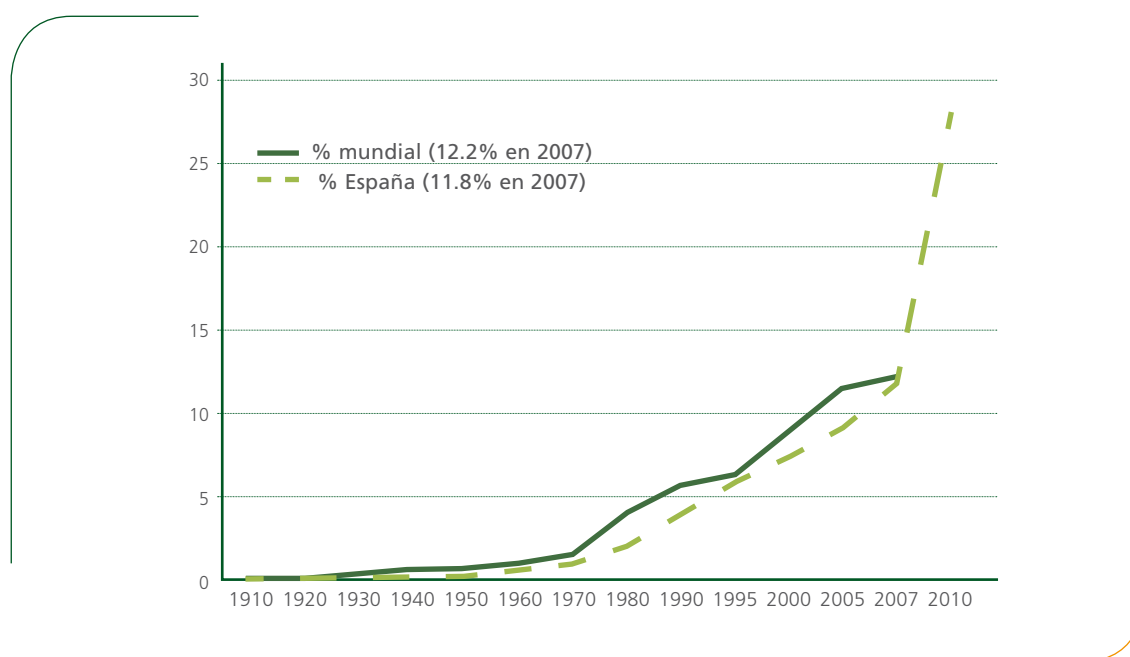


Figura 1: Porcentaje de superficie terrestre incluida en espacios protegidos en el mundo y en España (los datos corresponden a algo más de 120000 ENPs en el mundo y a cerca de 1600 en España; elaboración propia a partir de: IUCN 1994, 1998; Miller & al. 1995; Gómez-Limón & al. 2000; Chape & al. 2003; Europarc-España 2002, 2006, 2008; UNEP-WCMC 2008). La proyección española para 2010-2012 incluye la futura declaración como zonas especiales de conservación (ZECs) de las ZEPAs y de los LICs aprobados por la Comisión Europea para su integración en la Red Natura 2000, de acuerdo con las prescripciones de la Directiva europea 92/43.

Aparte de la conservación del patrimonio natural, y en particular de la biodiversidad, como función básica, modernamente los ENPs se conciben con dos funciones añadidas más, a las que se tiende a prestar una atención creciente: la investigación en biología de la conservación, como lugares que reúnen condiciones privilegiadas para ello, y la educación ambiental de la ciudadanía en los valores que justifican la inversión solidaria en conservación. En un creciente número de ENPs, principalmente de los países en desarrollo pero también de Europa, se está concediendo cada vez más importancia a otra dimensión, derivada de su papel como dinamizadores de las economías rurales en las que la gran mayoría se hallan ubicados, a través de la provisión directa de bienes y servicios para las sociedades locales, así como de la atracción de ecoturismo o turismo ambiental compatible con la conservación, con la generación asociada de los servicios adecuados. La conservación

de elementos singulares, valiosos y atractivos del patrimonio natural, combinada con las iniciativas relacionadas con su divulgación a través de la educación ambiental, permiten engarzar la actividad de los ENPs con el desarrollo rural, y apostar por una de las contadas opciones para evitar el despoblamiento de aquellas áreas rurales que, precisamente por ocupar territorios secularmente respetados, han preservado sus valores naturales. A la moderna concepción multifuncional de los ENPs contribuyó notablemente el programa MAB (*Man and Biosphere*) de la UNESCO, cuyos orígenes se remontan a 1970 y del que se han derivado otras importantes iniciativas como la de las *Reservas de la Biosfera*, planteadas en 1974 y revisadas en 1995.



Figura 2: Esquema de las cinco fases o etapas básicas en el proceso de instauración y funcionamiento de un espacio protegido.

La variedad de objetivos de conservación, la disparidad de tamaños (desde microrreservas de menos de 1 ha a parques de cientos de miles de km²) y las diferencias de gestión (en particular, el rigor en la regulación de usos o el grado de compatibilidad permitido entre actividades humanas y conservación) han motivado la multiplicidad actual de figuras en las que los distintos Estados y administraciones encuadran legalmente sus espacios protegidos. Sólo en España existen cerca de 50 figuras diferentes para designar los ENPs según las legislaciones autonómicas (Gómez-Limón & al. 2000, Mulero 2002, Europarc-España 2008). La IUCN (1994, 1998; Chape & al. 2003, Dudley 2008) ha propuesto una serie de categorías de aplicación general con la intención

de compilar adecuadamente las estadísticas mundiales sobre superficies protegidas, pero en la última actualización disponible cerca de un 20% de los ENPs del planeta resultaban todavía inclasificables. La reciente Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad avanza por este camino al establecer (Art. 50.2) que el Estado español tratará de armonizar su inventario de ENPs con las categorías de la IUCN (Europarc-España 2008).

Los procedimientos de instauración y funcionamiento de los ENPs siguen las pautas generales que se han reflejado esquemáticamente en la Fig. 2, con variaciones que dependen de las características del espacio protegido y de los distintos contextos legales (Jiménez 2000). El proceso lógico de creación de un ENP debería partir de la definición de los objetivos cuya conservación a largo plazo se considera que puede conseguirse adecuadamente a través de esta estrategia, en un marco territorial concreto. Las técnicas de priorización de objetivos de conservación forman parte del cuerpo teórico de la biología de la conservación que se preocupa de los espacios protegidos. Establecidos estos objetivos finales, la siguiente tarea consiste en identificar las áreas más adecuadas para su conservación. También desde la biología de la conservación se han articulado argumentaciones y técnicas orientadas a perfeccionar los procedimientos de selección de áreas protegidas, que, bien es cierto, sólo recientemente han empezado a incorporar la problemática derivada de las proyecciones sobre el cambio climático.

La declaración legal de un espacio protegido suele estar precedida, de acuerdo con nuestra legislación reciente, por la realización de un estudio pormenorizado del área seleccionada, del que puedan derivarse la concreción de los objetivos de conservación, la delimitación precisa del área protegida, su zonificación, la regulación de usos necesaria para mantener en estado de conservación favorable los objetivos fijados, y las directrices de la gestión subsiguiente. Dependiendo de la envergadura y características del espacio protegido, este documento previo puede conformarse como un instrumento jurídico de planificación territorial (*plan de ordenación de los recursos naturales*, PORN) o recogerse de forma resumida en la misma declaración. Aprobada esta última, el ENP debe dotarse de un plan de gestión que articule las actuaciones y medidas consideradas necesarias para los objetivos de conservación. Los planes de gestión deben plasmar la prioridad de la conservación sobre otros usos del territorio, a la par que atender las restantes funciones que modernamente se atribuyen a los ENPs; además, deben proveer procedimientos, criterios e indicadores en los que basar la evaluación posterior de las medidas de gestión del ENP (Eurosite 1998; Aauri & Gómez-Limón 2002, López & Correas 2003, Europarc-España 2008). La denominación de *planes rectores de uso y gestión* (PRUG) es una de las más habituales en nuestra legislación para estos 'planes marco' de la gestión de ENPs, al menos en aquellos espacios de cierto rango y envergadura (Europarc-España 2002, 2006).

A partir de aquí puede decirse que se inicia el recorrido vital de un ENP, a lo largo del cual se desarrollarán las medidas concretas de gestión indicadas en el PRUG o plan equivalente, a la par

que los seguimientos periódicos del estado de los objetivos de conservación y de gestión fijados. Cuando el ciclo de las retroalimentaciones entre los resultados de los seguimientos y la confirmación de la eficacia de las medidas de gestión, incluyendo en su caso la rectificación o la adopción de nuevas medidas, o aún la revisión del PRUG, empieza a funcionar con fluidez, se acepta que el ENP ha alcanzado la fase de 'gestión activa' (Gómez-Limón & al. 2000; Europarc-España 2002, 2006) y por tanto de madurez operativa, en la medida en que la capacidad de gestión ofrece ya garantías para abordar adecuadamente y a largo plazo los objetivos fijados.

Que el expuesto sea el proceso lógico de instauración de un ENP no debe ocultar que la realidad marcha a menudo por otros derroteros, y que un cierto número de los actuales ENPs, entre los que se cuentan algunos conspicuos, se han declarado siguiendo procedimientos bien diferentes. En unos casos, como en los ENPs más antiguos, porque la definición de objetivos de la conservación no se entendía del mismo modo que ahora; en otros, porque la conflictividad o las urgencias sobre su necesidad de conservación se antepusieron a las etapas previas de definición, selección y diseño.

La Fig. 1 sirve para resaltar el cambio cualitativo que se está produciendo en el incremento de la superficie protegida, tanto en España como en la Unión Europea, con la creación de la Red Natura 2000. La Directiva europea 92/43 se promulgó con la finalidad de impulsar y armonizar las políticas de conservación de la biodiversidad de la Unión Europea, entonces integrada por 12 Estados Miembros, y en concreto articular la creación de "una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación (ZECs), denominada *Natura 2000*". Para ello, se establecía un repertorio de objetivos de conservación explícitos, plasmado en las listas de tipos de hábitats y especies de los Anexos I y II de la Directiva, respectivamente, y se instaba a los Estados Miembros a designar una serie de lugares de importancia comunitaria (LICs) que en conjunto albergasen representaciones suficientes de todos los objetivos de conservación de los citados anexos presentes en sus respectivos territorios.

Las propuestas de LICs se evaluaron de acuerdo con una serie de criterios igualmente explícitos en la Directiva, en dos etapas sucesivas, una interna dentro del Estado Miembro y otra comunitaria para aceptar su integración en la Red Natura 2000, decisión que recaía en la propia Comisión Europea. Además de los LICs, la Red integra las *zonas especiales de conservación de aves* (ZEPAs) designadas por los Estados Miembros con arreglo a la Directiva europea 79/409 (Directiva Aves), precedente directo en varios aspectos de la Directiva Hábitats. Tras la aprobación de la lista de lugares aceptados para los 15 Estados Miembros más antiguos (puesto que los incorporados en 2004 o más tarde se hallan en una fase incipiente del proceso; CEC 2004), que se ha cerrado casi en su totalidad con la publicación de los LICs mediterráneos en julio de 2006 (DOUE de 21-09-2006), dichos Estados Miembros disponen de 6 años para declararlos como *zonas especiales de conservación* (ZECs) y dotarlos de los planes de gestión correspondientes. La Directiva prevé

asimismo informes de seguimiento periódicos (sexenales) sobre el estado de conservación de los objetivos (hábitats y especies) y las medidas de gestión ejecutadas.

Al cabo de tres lustros largos de preparación, la Red Natura 2000 incrementará considerablemente la superficie europea protegida, y en mayor proporción en aquellos Estados Miembros que, como España, partían de una situación más atrasada en la declaración de ENPs (Orella 1999, Morillo & Gómez Campo 2000). España será uno de los países que más contribuirá en proporción de territorio y el que más en superficie total a la Red Natura 2000 (EEA 2007). Aunando LICs y ZEPAs, la proporción del territorio nacional incluida en la Red es de casi un 28% (Europarc-España 2008), lo que supone quintuplicar prácticamente la superficie protegida en 1992, cuando se promulgó la Directiva, y duplicar con creces la actualmente declarada. Esta contribución es acorde con la importante biodiversidad que alberga el país, y que se refleja en el elevado número de tipos de hábitats y especies de la Directiva representados en él, así como el buen estado de conservación de grandes extensiones de nuestro territorio, en comparación con el contexto europeo. Tal contribución va a suponer la dedicación de un considerable esfuerzo en la gestión de estos espacios, que además tendrá que afrontar problemas notoriamente diferentes a los de los ENPs gestionados hasta ahora, por la mayor proporción de propiedad privada (estimada en torno al 75%; González & San Miguel 2004); la inclusión de hábitats seminaturales, dependientes del mantenimiento de usos tradicionales y sostenibles, entre los objetivos de conservación; la diferente regulación de usos que en consecuencia deberá aplicarse y la necesidad de establecer procedimientos de colaboración con los propietarios y usuarios en el marco de estrategias de custodia del territorio (Ley del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, Art. 72-74).

La Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha

La política autonómica de conservación del patrimonio natural se empieza a articular en Castilla-La Mancha a partir de la promulgación en 1999 de la Ley de Conservación de la Naturaleza (Ley 9/1999, DOCM 40: 4066-4091). En esta Ley se establecen los objetivos regionales de conservación relacionados con el patrimonio natural y la biodiversidad: especies, tipos de hábitats y elementos geológicos o geomorfológicos (Nicolás & Martín Herrero 2005).

El Catálogo Regional de Especies Amenazadas se había creado un año antes (Decreto 33/1998). En la Ley 9/1999 se consolidan sus aspectos jurídicos y dos años después se revisa y amplía considerablemente, sobre todo en lo que respecta a la flora (Decreto 200/2001, DOCM 119: 12825-12827). El Catálogo recoge la casi totalidad de las especies incluidas en la Directiva Aves y en los Anexos II y IV de la Directiva Hábitats (EC 1992). La Ley 9/1999 incluye además entre los hábitats de protección especial (Anejo I-C, hábitats de especies de distribución restringida) los de 5 especies de peces. Se ha publicado una monografía sobre la fauna regional protegida de vertebrados (López de Carrión & al. 2006), pero falta todavía una equivalente sobre la flora, así

como actualizaciones menores del catálogo de especies protegidas derivadas de los resultados de los últimos Atlas y Libros Rojos nacionales.

La Ley 9/1999 establece un catálogo de Hábitats de Protección Especial (Título V y Anejos I-A y I-B) que se revisan, amplían y definen con mayor precisión dos años después (Decreto 199/2001, DOCM 119: 12814-12825; ver también Martín Herrero & al. 2003). Castilla-La Mancha es la única autonomía que ha definido esta figura jurídica de tipos de hábitats protegidos (Mulero 2002), siguiendo el precedente marcado por la Directiva europea Hábitats (EC 1992), y anticipándose en cierto modo al catálogo español de hábitats en peligro de desaparición cuya creación se establece en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. Los objetivos regionales de conservación en lo que a hábitats se refiere pueden por tanto concretarse en los tipos del catálogo regional mencionado, a los que hay que añadir los tipos del Anexo I de la Directiva Hábitats que tienen representación en la región (EC 1992, 2003; MIMA 2003; Bartolomé & al. 2005), y que, por ello, han tenido que ser considerados y evaluados al seleccionar los espacios regionales de la Red Natura 2000.

La Ley de Conservación de la Naturaleza incluye un listado de los elementos geológicos o geomorfológicos de protección especial (Anejo D de la Ley 9/1999, DOCM 40: 4066-4091; González & Vázquez 2000, Nuche 2003), a los que cabrá añadir los derivados del Inventario de Lugares de Interés Geológico cuya realización se plantea en la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. De esta forma, el repertorio de objetivos de conservación con los que configurar la red regional de ENPs puede considerarse establecido en lo fundamental en la Ley 9/1999 y sus desarrollos inmediatamente posteriores, y comprende un centenar de tipos de hábitats (que se detallarán más adelante en este Informe), cerca de 900 especies (500 de plantas y 370 de animales) y una veintena de elementos geológicos y geomorfológicos.

La Ley establece también los procedimientos de declaración, los instrumentos de planificación y gestión y las figuras de aplicación regional para los Espacios Naturales Protegidos, que, además de los Parques Nacionales, son (Ley 9/1999, Art. 40): Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Microrreservas, Reservas Fluviales, Monumentos Nacionales, Paisajes Protegidos y Parajes Nacionales. Las Zonas Periféricas se definen en el Art. 48. La Red Regional de Áreas Protegidas (Art. 60) incluye, además de los ENPs, las denominadas Zonas Sensibles (Art. 54): ZEPAs y LICs de la Red Natura 2000, Áreas Críticas definidas en los Planes de Conservación de Especies, Refugios de Fauna, Refugios de Pesca, áreas forestales, etc. El Art. 58 (revisado en la Ley 8/2007, DOCM 72: 8867-8871) recoge la obligatoriedad de disponer de planes de gestión en todas las áreas protegidas. Por último, mediante la Ley 11/2007 (DOCM 82: 9668-9673) se crea el Organismo Autónomo Espacios Naturales de Castilla-La Mancha, al que compete la gestión de la Red de Áreas Protegidas, incluidos los Parques Nacionales de acuerdo con la Ley 5/2007 (BOE 81: 14639-14649), entre otras atribuciones.

En 1998 se habían declarado en Castilla-La Mancha un total de 6 ENPs (dos Parques Nacionales, dos Parques Naturales, una Reserva Natural y un Monumento Natural aprobado ese mismo año), que totalizaban algo más de 49000 ha. La superficie protegida contaba además con más de 20 Refugios de Fauna, una figura derivada de la legislación anterior, de los que una buena parte se han transformado posteriormente en ENPs (Reservas Naturales, principalmente). En la actualidad el número de ENPs declarados con arreglo a la Ley 9/1999 se eleva a 104, que cubren casi 320000 ha. La distribución del número y la superficie de ENPs por figuras de protección se ilustra en la Fig. 3. El ritmo temporal de declaración de ENPs y de crecimiento de la superficie protegida correspondiente se resume en la Fig. 4.

La Fig. 4 confirma que el impulso necesario para el desarrollo regional de la conservación en ENPs se adquiere con la Ley 9/1999. La secuencia de actuaciones subsiguiente se centra en cubrir objetivos de conservación a través de la declaración de un importante número de ENPs de superficie reducida –Reservas Naturales, Microrreservas (Martín Herrero & al. 2004), Monumentos Naturales– jalonados por la creación pausada de los Parques Naturales, espacios protegidos ex-

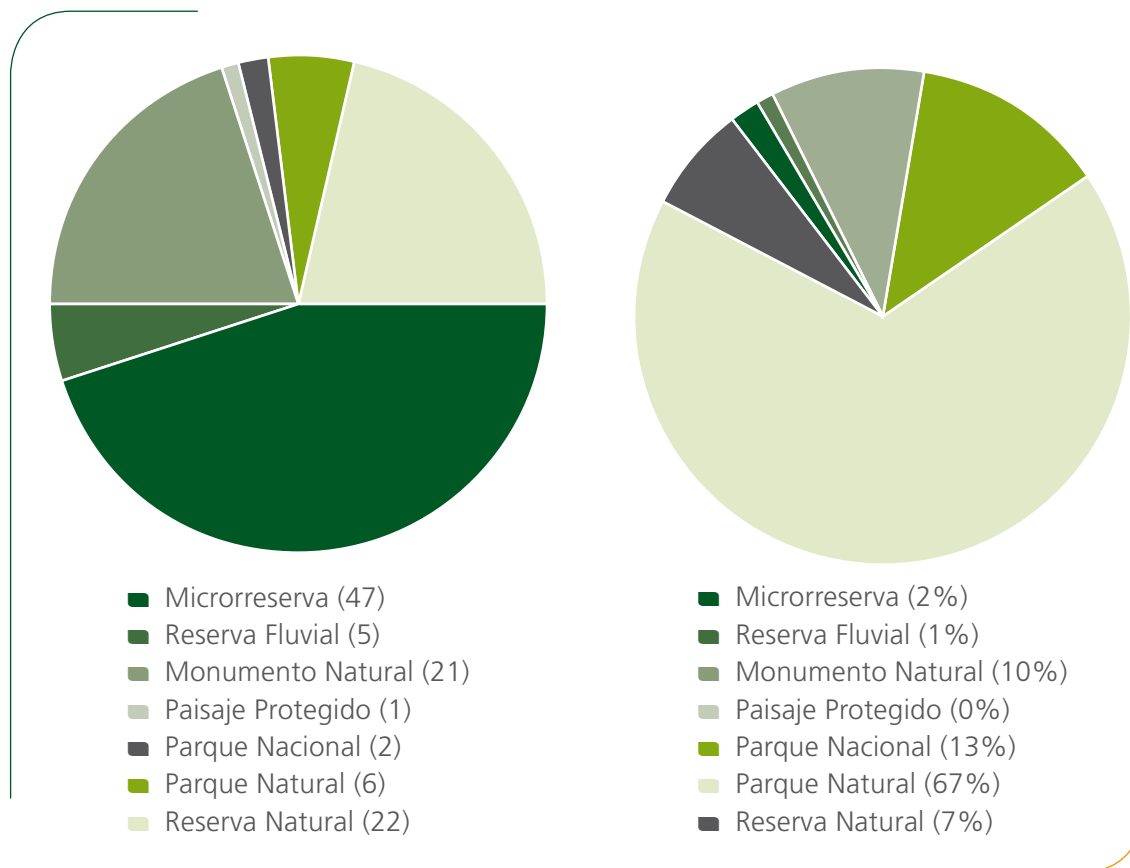


Figura 3: Número (izquierda) y proporción respecto al total de la superficie protegida (derecha) en Castilla-La Mancha según las distintas figuras de ENPs.

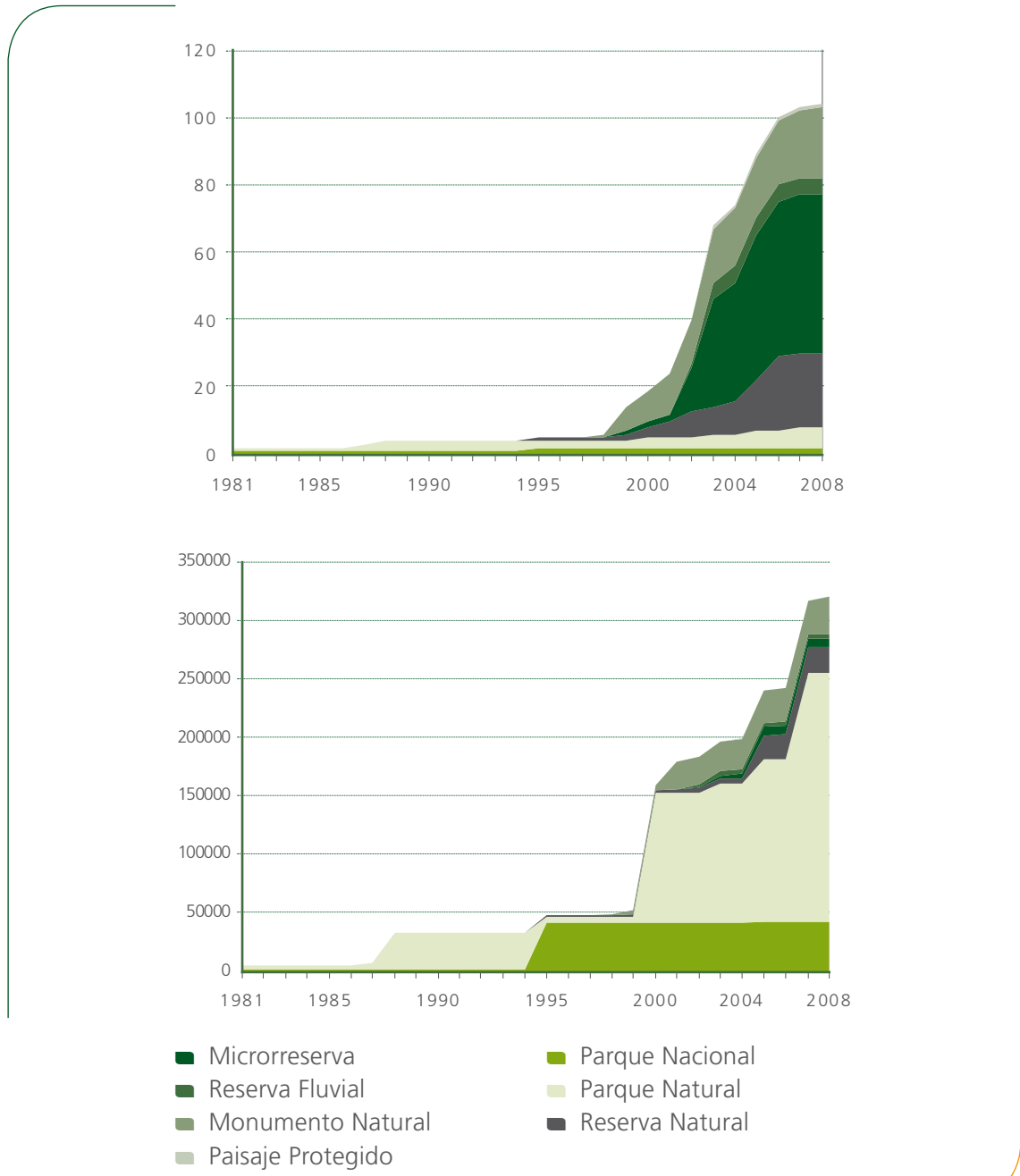


Figura 4: Evolución temporal desde 1981 del número (arriba) y la superficie ocupada (abajo) por los ENPs de Castilla-La Mancha según las distintas figuras de protección.

tensos que contribuyen a elevar el porcentaje total de superficie protegida pero cuya tramitación administrativa es más lenta. La situación actual, diez años después de promulgada la Ley de Conservación de la Naturaleza, es que, a pesar del importante número de ENPs declarados, apenas se ha superado el 4% de superficie regional protegida, lo que sitúa a la región en las posiciones más retrasadas en el conjunto de las comunidades autónomas a este respecto, aunque sea una

de las que más ha incrementado su superficie protegida en el último bienio (Europarc-España 2008), y lejos todavía del 10% de la referencia propuesta en el marco del CBD. Este último hito se alcanzará con creces, no obstante, con las previsiones de la superficie regional que estará incluida en la Red Natura 2000 en 2012, aunque el esfuerzo administrativo y técnico necesario para alcanzar tal objetivo va a ser considerable.

Aparte de los ENPs propiamente dichos, la Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha comprende en la actualidad unos 25 Refugios de Fauna (13000 ha, descontando algunos antiguos Refugios que hoy forman parte de otras figuras de ENPs declaradas con posterioridad), 4 Refugios de Pesca (12000 ha), 5 Áreas Críticas de especies de flora (6190 ha), 4 Áreas Críticas de especies de fauna (1229896 ha) y los 72 LICs (1565220 ha) y 38 ZEPAs (1579891 ha) seleccionados en el marco de la Red Natura 2000. Estos últimos se superponen ampliamente entre sí, así como con el resto de los ENPs y áreas protegidas, por lo que la superficie total que se prevé integrar en la Red Natura 2000 asciende aproximadamente al 23.8% del territorio autonómico (Junta de Comunidades 2001).

El estado de la planificación en los ENPs castellano-manchegos se halla todavía en fase de desarrollo, como cabe esperar de una red demasiado reciente y en la que hasta ahora se ha invertido más esfuerzo en la localización y el diseño de los espacios que en la organización de su gestión. La elaboración de PORN previos a la declaración de Parques y Reservas Naturales se ha mantenido en un buen nivel, pero la proporción de Parques y Reservas con PRUG activo es todavía baja. Para los primeros, el último anuario de Europarc-España (2008) cifra en poco más del 40% la proporción de la superficie de Parques dotada de PRUG, cuando la media española, que se considera también baja, roza el 60%. Por lo tanto, al esfuerzo, mencionado líneas atrás, que requerirá la declaración de ZECs en el inmediato futuro, se añade una labor considerable en la elaboración de planes de gestión de la superficie protegida.

Cambio climático y Espacios Naturales Protegidos

El IV Informe del IPCC (IPCC 2007, Parry & al. 2007) y una nutrida serie de publicaciones científicas previas (e.g. Parmesan & Yohe 2003, Thomas & al. 2004, Thuiller & al. 2005, Parmesan 2006), entre las que se halla la *Evaluación preliminar de los impactos del cambio climático en España* (Moreno 2005), han puesto de manifiesto que, entre los múltiples efectos del cambio climático, uno de los más relevantes es el que se producirá sobre la biodiversidad, en todos sus componentes y niveles. La envergadura y características de este aspecto de los impactos del cambio climático son objeto de vivo debate en la actualidad, por las incertidumbres asociadas tanto a la dimensión del cambio climático previsible como a la complejidad intrínseca de la evaluación de la biodiversidad. De hecho, son contados y debatidos los casos de especies cuya extinción se ha imputado al cambio climático ocurrido, y legión los causados por los demás componentes del cambio global (Purvis & Hector 2000), pero la magnitud de los impactos negativos que se

auguran ha llevado a reenfocar la problemática de la conservación de la diversidad biológica. De este modo, si hasta hace bien poco los restantes componentes del cambio global seguían conceptuándose como las principales amenazas para la biodiversidad, y particularmente en las regiones mediterráneas (Sala & al. 2000), hoy el cambio climático o sus interacciones con aquéllos forman parte ineludible de cualquier enfoque sobre la conservación de la biodiversidad.

Los impactos previsibles del cambio climático sobre la biodiversidad son complejos y precisamente de esta complejidad se derivan las incertidumbres sobre sus efectos, que de esta forma se añaden a las incertidumbres intrínsecas de las proyecciones sobre la magnitud de los cambios futuros del clima. La Fig. 5 resume esquemáticamente los principales procesos esperables (Camarero & al. 2004, Peñuelas & al. 2004, Fernández-González & al. 2005, Luis 2009). Los impactos

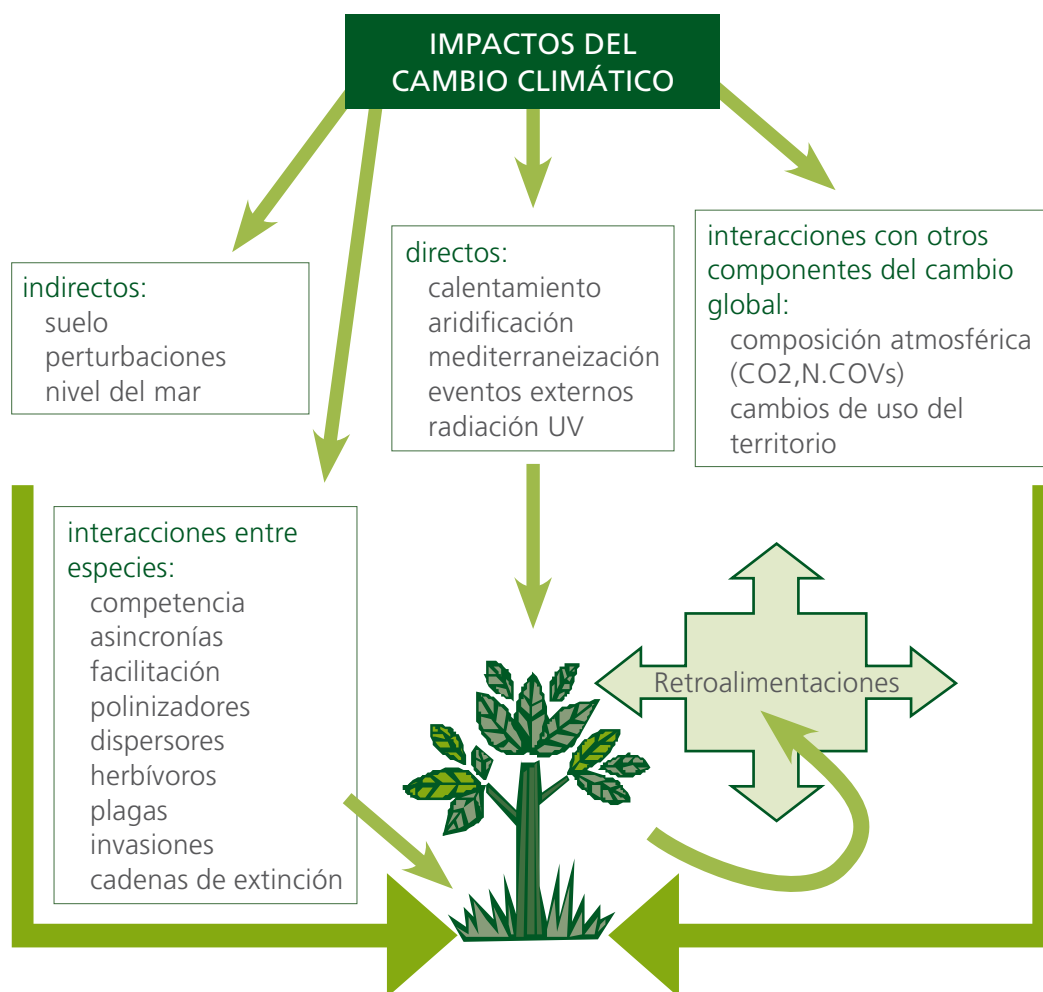


Figura 5: Esquema de los distintos tipos de efectos e influencias a través de los cuales pueden producirse impactos del cambio climático sobre la biodiversidad.

directos son los más obvios y se deben principalmente a los cambios en los regímenes de temperaturas y precipitaciones, que las proyecciones disponibles para el centro de España y la región castellano-manchega sitúan a finales de siglo en ascensos notables de las primeras y mantenimiento o ligera reducción de las segundas, posiblemente con redistribuciones estacionales menos conocidas (De Castro & al. 2005, Brunet & al. 2008) pero que podrían entrañar también efectos importantes. La elevación de las temperaturas tiene su efecto más simple en el alargamiento del período de actividad de las especies y, en principio, en el incremento de la productividad; en tanto que la reducción de las disponibilidades hídricas (*aridificación*), motivada por la disminución de la precipitación y el incremento de la evapotranspiración asociado al calentamiento, determina efectos antagónicos. Una variante de la aridificación consiste en la *mediterraneización*, es decir, en el incremento de la aridez estival, un factor importante en los confines meridionales de distribución de ciertas especies de óptimo septentrional, como ocurre en ciertos territorios castellano-manchegos. Los elementos del clima son factores determinantes de la distribución de especies y comunidades, por lo que, en la medida en que se conocen o pueden modelarse los límites climáticos de las distribuciones actuales de éstas, es posible estimar en una primera aproximación su capacidad de tolerancia o de supervivencia ante las proyecciones de climas futuros. Otros componentes del clima con impactos potenciales sobre la biodiversidad son el incremento de la radiación UV y la incidencia de eventos extremos como olas de calor, episodios de sequía, precipitaciones torrenciales, etc.

Los impactos indirectos se refieren principalmente a los efectos del cambio climático sobre los suelos, entre los que destacan en nuestras latitudes la reducción del contenido en materia orgánica y la salinización, consecuencia ambas de la aridificación; y sobre los regímenes de perturbaciones, con los incendios como principal agente impactante en los climas mediterráneos (Lloret 2004, Moreno 2005). Los impactos que se produzcan a través de modificaciones en las interacciones entre especies inducidas por el cambio climático, se cuentan entre los más variados y difíciles de evaluar, en gran parte por nuestro propio desconocimiento de muchas de estas interacciones (Hodar & al. 2004, Valladares & al. 2005), enumeradas en la Fig. 5.

Las sinergias y antagonismos con los impactos originados por otros componentes del cambio global, como los cambios en la composición de la atmósfera y, en particular, por lo que respecta a la biodiversidad, los cambios de uso del territorio, tanto de tipo como de intensidad, complican adicionalmente el panorama, considerando además que la modificación del clima supondrá desplazamientos de ciertos usos del territorio a áreas más favorables y abandono por pérdida de productividad de los usos actuales en otras. Por último, hay que tener en cuenta que a medida que el cambio climático induzca modificaciones en la composición y estructura de las comunidades, éstas retroalimentarán a su vez cambios en los restantes procesos e incluso en el mismo sistema climático.

Los ENPs son particularmente vulnerables a los impactos del cambio climático por varias razones. La gran mayoría se han ubicado y delimitado antes de que se conociesen los efectos previsibles de

éste y, por tanto, la subsistencia de los objetivos de conservación para los que se diseñaron puede dejar de ser viable en sus localizaciones actuales bajo las futuras condiciones climáticas. Por la misma razón, las redes de ENPs carecen de la conectividad suficiente para facilitar las migraciones con las que al menos algunas especies podrían responder a la presión de un clima cambiante, especialmente cuando el cambio puede ser tan abrupto como el que se prevé. A menudo la conectividad se ha degradado o perdido con posterioridad a la creación de los ENPs, debido a la sobreexplotación de su entorno como compensación (mal entendida o mal gestionada) a la protección. Y obviamente, por su carácter, el contenido biológico de los ENPs es rico en elementos sensibles a las alteraciones, cambio climático incluido, porque se trata de especies o hábitats raros, endémicos, amenazados, en final de área o con otras características que acentúan su vulnerabilidad.

El cambio climático llevará aparejada una redefinición de los objetivos de conservación, por cuanto especies o tipos de hábitats actualmente no amenazados podrían pasar a estarlo en el futuro; y al contrario, aunque cabe esperar que con bastante menor frecuencia, especies hoy priorizadas para la conservación podrían verse favorecidas, experimentar expansiones y rebajar su estatus de amenaza bajo el clima futuro.

Si los objetivos de protección en los ENPs y la ubicación de éstos deberán someterse a revisión en el inmediato futuro, otro tanto ocurre con los procedimientos de gestión y seguimiento en las redes actuales de ENPs. Los planes y medidas de gestión deben empezar a incorporar estrategias de adaptación al cambio climático, y los programas de seguimiento tendrán que incorporar hipótesis sobre los efectos esperables con el fin de detectar tendencias de cambio y señales de impactos. Este aspecto es particularmente complejo debido a la multiplicidad e interconexión de los posibles impactos antes expuesta, y al escaso desarrollo tanto de los planes de gestión (García Moral 2000) como de los programas de seguimiento (Europarc-España 2005) en el conjunto de los ENPs españoles.

Si la función primordial de los ENPs, la conservación de la biodiversidad, sufrirá ajustes en el futuro inmediato, las restantes funciones que se les atribuyen necesitarán también revisión. La función educativa perderá contenidos y posibilidades en la medida en que los objetivos de conservación de un ENP experimenten declives. La pérdida de contenidos atractivos en los ENPs supone una merma de su interés ecoturístico, y por consiguiente de su papel dinamizador del desarrollo rural, en la medida en que éste repose principalmente en el disfrute de los elementos naturales asociados al ENP. Con independencia de la degradación de los objetivos de conservación, el cambio climático modificará sin duda las características de la demanda turística en los espacios naturales, en términos de afluencia y de épocas del año y regiones preferidas por los visitantes.

La investigación en los ENPs surge, en cambio, como uno de los aspectos que deberían potenciarse en el inmediato futuro, para detectar afecciones tempranas sobre los componentes de la

biodiversidad y para mejorar el conocimiento sobre los procesos inducidos por el cambio climático. Como sedes para el estudio experimental, los ENPs cuentan con la ventaja de ser lugares vigilados, en los que, además, algunas de las interferencias habituales en las investigaciones sobre cambio climático, como las interacciones con los cambios de uso del territorio, están razonablemente excluidas o controladas, y que cuentan con plantilla propia capaz de colaborar o apoyar la investigación. La estrecha conexión conceptual y metodológica entre seguimiento en ENPs e investigación (Europarc-España 2005) refuerza la idea de que ésta es una de las líneas de actuación que deben potenciarse de forma urgente.

La necesidad de revisar en profundidad la conservación en ENPs bajo el prisma del cambio climático, no significa que los ENPs estén perdiendo su funcionalidad o en camino de convertirse en anacronismos dentro de las estrategias de conservación, como ya se ha sugerido en alguna ocasión. Al contrario, en un mundo cambiante en el que se erigen nuevas amenazas para la biodiversidad, las redes de ENPs tienen que reenfocarse en el marco de las estrategias de adaptación, reforzando su papel como áreas que contribuyen a incrementar la resiliencia de especies y ecosistemas y a facilitar su reacomodación bajo las nuevas condiciones climáticas. Para ello será necesario reevaluar los objetivos de conservación en cada espacio y redefinir las prioridades desde una visión de red. Trabajando en escalas regionales o más amplias, deberá considerarse la ampliación superficial de ciertos ENPs o la protección de nuevas áreas que resulten estratégicas para los procesos de reacomodación de especies y comunidades. En las actividades de gestión es donde parece que deberán introducirse mayores cambios de orientación, debido tanto a la magnitud y la velocidad del cambio climático que se prevé, como a las incertidumbres sobre su alcance e impactos.

La nueva gestión de los ENPs debe diseñarse desde escalas más amplias, con la perspectiva de favorecer la resiliencia de los objetivos de conservación y facilitar su reacomodación a medida que cambien las condiciones. La actuación en zonas periféricas tenderá a cobrar mayor importancia y puede requerir modificaciones legislativas. Ciertos riesgos asociados al cambio climático (incendios, inundaciones, olas de calor, etc.) deberán evaluarse y atenderse tanto por sus impactos en las infraestructuras de los ENPs como en las actividades asociadas al uso público. La educación ambiental tiene la oportunidad de reorientarse hacia la divulgación de las causas e impactos del cambio climático, a través de sus repercusiones en los objetivos de conservación y de la demostración de prácticas de gestión sostenible por parte de las administraciones de los mismos ENPs. Los programas de actuación en conservación deberán ser mucho más dinámicos y flexibles, teniendo en cuenta las incertidumbres asociadas a los impactos previsibles y la consecuente mayor probabilidad de errar en las decisiones o de tener que rectificarlas a medida que se detecten desviaciones en el rumbo esperado de los acontecimientos. Para anticiparse a los cambios sin perder capacidad de respuesta se requerirán programas de seguimiento más rigurosos, científicamente fundamentados y cuyo desarrollo deberá enmarcarse necesariamente en procedimientos de *'gestión adaptativa'*.

Objetivos y limitaciones del Informe

El objetivo de este Informe es proporcionar los fundamentos de una evaluación preliminar de los impactos potenciales (de acuerdo con la terminología de Parry & al. 2007) del cambio climático en las áreas protegidas de Castilla-La Mancha. La magnitud y características de las modificaciones del clima esperables para el tercio final del siglo se documentan a través de las proyecciones que los modelos climáticos regionales ofrecen para el territorio. Los impactos sobre las áreas protegidas pueden analizarse en varios niveles, como se ha expuesto en los apartados precedentes.

Hemos considerado que el principal y obvio sujeto de los impactos es el conjunto de los objetivos de protección para cuya conservación a largo plazo se han declarado los ENPs. Para cada uno de estos objetivos de conservación (con las especies y los tipos de hábitats como los más destacados) es posible analizar su susceptibilidad frente a las proyecciones de cambio climático en cada ENP, con distintos niveles de resolución dependiendo de la información disponible y los métodos aplicables. Las limitaciones de tiempo y recursos en la elaboración de este Informe han llevado a seleccionar de entre los objetivos de protección los tipos de hábitats presentes en los ENPs castellano-manchegos como subrogado de la evaluación preliminar, y a circunscribir el análisis de susceptibilidad a los principales límites bioclimáticos que se pueden reconocer en la distribución actual de dichos tipos de hábitats. A pesar de sus limitaciones metodológicas, esta aproximación suministra una caracterización del tipo de impactos esperables, de su localización a grandes rasgos, y de los grupos de tipos de hábitats y por consiguiente de las especies asociadas (asumiendo que la reducción del área climáticamente adecuada para un determinado tipo de hábitat determina la magnitud del riesgo de extinción de las especies propias del mismo; Thomas & al. 2004), que pueden presentar mayor vulnerabilidad. Los impactos potenciales pueden considerarse extrapolables, con reticencias moderadas, al menos a aquellas especies cuya distribución territorial y requerimientos ecológicos coinciden suficientemente con los de los tipos de hábitats y grupos de ENPs evaluados. La evaluación de impactos potenciales sobre las especies se ha descartado porque la información disponible resulta demasiado incompleta, incluso para estimaciones cualitativas. Además, hay que advertir que se ha trabajado sólo con datos de presencia/ausencia de tipos de hábitats en ENPs, y no con superficies ocupadas, que reportarían seguramente otros matices al análisis.

La aproximación, basada en una versión simplificada de la noción de envuelta climática, deberá mejorarse con modelos de distribución de los tipos de hábitats y sobre todo de las especies, cuya elaboración requiere disponer de bases de datos sobre la distribución de la biodiversidad pendientes de consolidar en la región. Operar con distribuciones suficientemente completas a escala regional de los objetivos de conservación, permitiría además detectar posibles áreas de refugio no incluidas en la red actual de áreas protegidas, e incluso identificar especies o hábitats hoy no contemplados entre los objetivos de protección pero que pueden mostrar una alta susceptibili-

dad al clima futuro. Una evaluación más rigurosa debería incorporar también estimaciones sobre los efectos indirectos e interacciones del cambio climático, y en particular sobre los cambios de uso del territorio, los cambios del régimen pírco, la pérdida de calidad de suelos y aguas, las capacidades dispersivas de las especies o sus interacciones. Estos aspectos no se incluyen en este Informe, pero en cada uno de los tipos de hábitat evaluado se han tratado de identificar los principales factores relacionados con el cambio climático a los que pueden atribuirse impactos potenciales. Además, en el apartado 4 se ofrece una panorámica resumida del estado actual de la investigación sobre algunos de estos factores.

La evaluación de los impactos potenciales del cambio climático sobre otros aspectos de los ENPs (como el uso público, el turismo y la educación ambiental, el desarrollo rural, los sistemas de gestión y las necesidades de investigación) tampoco se aborda en este Informe con ánimo detallado, aunque en el apartado final (3) se recogen las principales opciones adaptativas de acuerdo con una revisión amplia, aunque lejos de exhaustiva, de la literatura reciente sobre estos aspectos.

1. Métodos

1.1 Información sobre los ENPs y sus objetivos de conservación

La cartografía de los ENPs de Castilla-La Mancha se ha obtenido de los portales públicos del Organismo Autónomo de Espacios Naturales de Castilla-La Mancha. La información derivada de las declaraciones, PORN, PRUG y formularios de la Red Natura 2000, junto con la cartografía de hábitats naturales y seminaturales disponible en la web del Ministerio (Ministerio de Medio Ambiente 2003) y la experiencia personal de los investigadores, se han utilizado para determinar los tipos de hábitats presentes en cada uno de los ENPs de la región. Los tipos de hábitats considerados como objetivos de conservación en la región se han extraído por una parte de los de la Directiva 92/43/CEE presentes en el territorio autonómico (EC 2003, MIMA 2003, Bartolomé & al. 2005), y por otra de los catalogados como de protección especial en la región (Título V y Anejo I de la Ley 9/1999 de Conservación de la Naturaleza, DOCM 40: 4066-4091; Decreto 199/2001, DOCM 119: 12814-12825; Martín Herrero & al. 2003). Como ambos listados son complementarios, es decir, no todos los tipos de hábitats de uno están reflejados en el otro y viceversa, se ha elaborado una lista integradora (véase Tabla 1) que comprende la totalidad de los mismos, estableciendo sus equivalencias y desagregando en ciertos casos algunos subtipos por las características diferenciadas de su distribución o de su comportamiento presumiblemente divergente frente a las tendencias regionales del cambio climático. El listado incluye referencias a las equivalencias de cada tipo de hábitat en la sintaxonomía recogida por Martín Herrero & al. (2003: 311-358) y en la *checklist* de Rivas-Martínez & al. (2001, 2002), y se compone de un total de 101 tipos de hábitats.

Como se ha expuesto, el repertorio completo de objetivos de conservación de los ENPs de Castilla-La Mancha comprendería, además de los tipos de hábitats, las especies protegidas y los elementos geomorfológicos de protección especial (Ley 9/1999). En el caso de las especies, la información pormenorizada y disponible por ENPs es todavía muy incompleta y su elevado número (cerca de 500 plantas y algo más de 370 especies animales protegidas) desborda las posibilidades materiales de este Informe. Respecto a los elementos geomorfológicos de protección especial, para la totalidad de los mismos o bien no se esperan impactos significativos del cambio climático sobre su estado de conservación, o bien los efectos no van a ser de la magnitud ni se van a producir en el marco temporal de los esperables para las especies o tipos de hábitats presentes en los ENPs evaluados. Por ello, en el Informe se han omitido también las referencias a esta clase de objetivos de conservación.

1.2 Proyecciones de cambio climático utilizadas

La caracterización del clima actual de Castilla-La Mancha se ha obtenido del Atlas climático digital de la península Ibérica (Ninyerola & al. 2005). Se ha seleccionado esta fuente, de entre las varias disponibles, por su elevado grado de resolución (pixels de 200 x 200 m) y porque muestra un buen ajuste con la caracterización bioclimática de la región. Este Atlas se ha elaborado a partir de la información de 1068 series termométricas con al menos 15 años y 2000 series pluviométricas con al menos 20 años de observaciones en el período 1951-1999. Para el presente Informe se ha trabajado con las capas de temperaturas (medias de las mínimas y medias de las máximas) y precipitaciones mensuales, variables habitualmente usadas en bioclimatología para ajustar relaciones entre el clima y las especies y comunidades vegetales (Fernández-González 2004, Rivas-Martínez & col. 2007).

Las proyecciones de clima futuro se han obtenido de la Agencia Española de Meteorología (AEMet). Aunque en evaluaciones de los impactos del cambio climático, y con el fin de introducir en las conclusiones alguna estimación de incertidumbres, se recomienda trabajar con un conjunto nutrido de proyecciones metodológicamente diversas (*ensembles*; Brunet & al. 2008), las limitaciones de tiempo y recursos de este Informe nos han llevado a seleccionar sólo las proyecciones para los escenarios SRES B2 y A2 (Nakićenović & al. 2000) del modelo regional del clima (RCM) PROMES, anidado en el modelo general (GCM) HadAM3H y desarrollado por el grupo MOMAC de la UCLM en el marco del proyecto europeo PRUDENCE (de Castro & al. 2005, Christensen & Christensen 2007). Las razones de esta selección se basan en que la resolución de los modelos de PRUDENCE es mayor (celdillas de 0.5° de latitud y longitud, equivalentes a 41.5-44 x 55 km en el territorio de estudio) que la de otros modelos, suministra las variables climáticas necesarias para las clasificaciones bioclimáticas en los dos escenarios y puede interpretarse como una capa continua, superponible directamente a los modelos de clima actual disponibles (Brunet & al. 2008). Trabajando con los dos escenarios, B2 (emisiones

medias-bajas) y A2 (emisiones medias-altas), puede manejarse un intervalo significativo del rango de los cambios climáticos proyectados, aunque no es posible una estimación probabilística de los efectos, que por otra parte requeriría un repertorio de proyecciones más variado que el actualmente disponible en la AEMet.

Para las proyecciones derivadas de PROMES para el período 2071-2100 y los dos escenarios, se calcularon las diferencias de las variables climáticas mensuales y anuales respecto a la proyección generada por el mismo modelo para el clima actual (1961-1990). Estas diferencias se adicionaron a las correspondientes variables climáticas del Atlas climático digital de la península Ibérica, para obtener los mapas detallados de las proyecciones del clima para el último tercio del siglo en los dos escenarios, y a partir de éstos se calcularon los correspondientes índices bioclimáticos. En los mapas incluidos en este Informe se ha representado la distribución regional de los tipos bioclimáticos resultantes; en la medida en que estos tipos marcan los límites distribucionales principales de los diferentes hábitats, permiten apreciar la magnitud de los cambios y por tanto evaluar siquiera cualitativamente los impactos esperables. Hay que advertir que la resolución de los mapas presentados corresponde a la del Atlas climático digital pero no es real en el caso de las proyecciones de clima futuro, puesto que la resolución de éstas se limita a las celdillas de las dimensiones antes indicadas. En algunos mapas se apreciarán, por ello, algunos límites rectilíneos derivados de este desequilibrio de escalas. No hay evidencias de que una regionalización más detallada pueda reportar patrones sustancialmente distintos, aunque las pequeñas diferencias derivadas de una mayor resolución podrían ser importantes para las estrategias de adaptación, como se comenta en el apartado 3.

Los tipos de bioclimas representados en los mapas corresponden a los termotipos, basados en la temperatura positiva anual (TP, equivalente, en la práctica totalidad del territorio, salvo las cumbres más elevadas, a la temperatura media anual), y a los ombrotipos, basados en el índice ombrotérmico anual (IO, cociente entre la precipitación y la temperatura positiva anual). En el caso de los termotipos se ha preferido utilizar la temperatura positiva en lugar de los índices de termicidad (IT, ITC; Rivas-Martínez & col. 2007) por cuanto estos últimos producen mayores discontinuidades en los mapas finales, debido al parecer a las particularidades de su formulación; hay que señalar, no obstante, que los índices de termicidad reportan extensiones todavía mayores para los termotipos más cálidos en las proyecciones de clima futuro. Se aportan asimismo mapas de la aridez estival (índice ombrotérmico del trimestre estival, IOS_3), que permiten discriminar los territorios de veranos suficientemente húmedos ($IOS_3 > 2$), y por tanto no mediterráneos, de los submediterráneos y de los netamente mediterráneos ($IOS_3 < 1.75$); y de la precipitación media anual. Los umbrales de delimitación de los tipos de bioclimas corresponden, con ajustes menores, a los aceptados por Rivas-Martínez & col. (2007).

1.3 Análisis de impactos potenciales

A partir de las proyecciones de PROMES para el período 2071-2100, la cartografía de ENPs y otras áreas protegidas, y los tipos de hábitats objetivo de conservación presentes en cada ENP, se ha procedido a realizar una evaluación individualizada de la susceptibilidad de cada tipo de hábitat frente a los cambios en la proporción de superficies de termotipos, ombrotipos y, en su caso, tipos de aridez estival. En esta estimación se ha considerado que un tipo de hábitat es susceptible de experimentar impactos negativos o positivos cuando se reduce o se amplía, respectivamente, su superficie potencial en los escenarios de clima futuro, entendiéndola como la delimitada por la envuelta climática de su distribución actual. La reducción del área climáticamente adecuada para un determinado tipo de hábitat es un estimador de la magnitud del riesgo de extinción de las especies propias del mismo (Brooks & al. 1997, 1999; Thomas & al. 2004). Dependiendo de los hábitats, los límites climáticos de su envuelta pueden ser definidos a partir de los termotipos, de los ombrotipos, de una combinación de ambos o aún de sus combinaciones con los tipos de aridez estival. Para muchos tipos de hábitats, estos límites están documentados en la abundante bibliografía al respecto (Rivas-Martínez & al. 2001, 2002), o pueden inferirse a partir de la cartografía disponible (MIMA 2003); para otros, como los ligados a humedales y riberas, las relaciones no son tan directas y deben formularse en términos de la medida en la que la tendencia de cambio del tipo de clima supone condiciones más o menos favorables para el tipo de hábitat.

Para llevar a cabo el proceso de evaluación descrito, se ha operado con una matriz de algo más de un centenar de ENPs, otro centenar de tipos de hábitats y dos escenarios. Para sintetizar los resultados, se ha optado por agrupar los ENPs de Castilla-La Mancha en unas pocas categorías, basadas en las similitudes de su composición de tipos de hábitats y de las respuestas esperables frente a los escenarios de cambio climático. La alternativa de agrupar los ENPs según figuras de protección reflejaría mejor las diferencias en las características de la gestión, pero produce categorías más heterogéneas. De esta forma, para cada uno de los grupos de ENPs establecidos se presenta una síntesis de las proporciones superficiales de cambio de los tipos climáticos en ambos escenarios, y una evaluación del impacto potencial sobre cada tipo de hábitat en el conjunto del grupo, derivado de las evaluaciones individuales. La evaluación grupal se ha resumido en tres categorías para los impactos negativos, una para los neutros o inciertos, y otra para los positivos, que implican posibles expansiones del correspondiente tipo de hábitat. Además, se indican los principales factores que se consideran determinantes de los impactos plausibles, aunque aquellos factores que no dependen estrictamente del clima no se han podido tener en cuenta, por falta de proyecciones espacialmente explícitas, a la hora de ponderar los impactos.

Las restantes áreas catalogadas como protegidas en la región no se han evaluado del mismo modo que los ENPs por varias razones, expuestas anteriormente. No obstante, sus relaciones con

los grupos de ENPs estudiados se comentan en un apartado propio, junto con los análisis que serían necesarios para completar las evaluaciones correspondientes.

Los resultados de la evaluación se preceden de un resumen gráfico de las principales tendencias del cambio climático en el territorio castellano-manchego para los dos escenarios examinados, y del listado de tipos de hábitats considerados como objetivos de conservación actuales en la región. En el apartado final se recapitulan los impactos más destacados, se comentan otros aspectos de los ENPs susceptibles de experimentar impactos y las principales opciones adaptativas y necesidades de investigación, de acuerdo con una revisión amplia de la literatura reciente sobre estos temas.

2. Resultados

2.1 Proyecciones de cambio climático en Castilla-La Mancha

Los mapas de las Figuras 6-9 muestran la distribución de los tipos de clima, definidos de acuerdo con variables e índices relevantes para la distribución de las especies (termotipos, precipitación media anual, ombrotipos y aridez estival), en las condiciones actuales y según las proyecciones de PROMES para los escenarios B2 y A2 y el período 2071-2100. Las Fig. 10-12 resumen los cambios en la proporción de superficie ocupada por los diferentes tipos climáticos en Castilla-La Mancha, mediante la comparación entre sus superficies actuales y las correspondientes a los escenarios B2 y A2.

En el clima actual de Castilla-La Mancha el piso bioclimático mesomediterráneo seco es claramente dominante, pues ocupa cerca de un 70% del territorio y se extiende por la meseta manchega y la casi totalidad de las provincias de Toledo y Ciudad Real, exceptuando los sistemas montañosos principales. El horizonte superior del termotipo mesomediterráneo es el predominante, en tanto que el mesomediterráneo inferior o cálido penetra ligeramente en la región remontando los valles del Tajo, Guadiana, Segura y Júcar-Cabriel, así como el del Jándula, afluente del Guadalquivir. Algo más de un 20% de la región tiene climas de montaña, supramediterráneos o más fríos, que se concentran en el Sistema Ibérico (parameras de Molina y La Alcarria, Montes Universales y Serranía de Cuenca), Sistema Central (sierra de Ayllón y alledañas), en las sierras béticas o sub-béticas (Alcaraz, Calares, Segura y Las Cabras) y en las cumbres oretanas (Montes de Toledo) y mariánicas (sierra Madrona, la principal cadena regional del conjunto de alineaciones de sierra Morena), así como en la sierra de San Vicente, estribación meridional del Sistema Central. Los termotipos oromediterráneo y orosubmediterráneo no se han diferenciado en la cartografía debido a su escasa extensión, pero están representados en la alta montaña de Ayllón, en los Montes Universales, en la Serranía de Cuenca y en la sierra de Las Cabras.

En estas áreas de montaña la precipitación anual supera generalizadamente los 600 mm y los ombrotipos dominantes son subhúmedos y húmedos; estos últimos cobran cierta extensión en las sierras de Ayllón y Pela y en la Serranía de Cuenca y Montes Universales, aunque también alcanzan una representación marginal en los restantes sistemas montañosos. Por último, en el SE de Albacete (cuenca del Segura) se detecta con nitidez un área con precipitaciones inferiores a 350 mm anuales y ombrotipo semiárido superior. Con respecto a la mediterraneidad, los climas templados, sin aridez estival ($IOS_3 > 2$), se localizan en las áreas de montaña de los Sistemas Central e Ibérico, en los que también ocupan extensiones relevantes los veranos de tipo submediterráneo ($2 < IOS_3 < 1.75$), que tienen una representación mucho más puntual y fragmentaria en los restantes sistemas montañosos.

Como se había constatado para el conjunto de la península Ibérica (Fernández-González & al. 2005), las proyecciones climáticas de PROMES para el último tercio del siglo en Castilla-La Mancha se concretan en el corrimiento de aproximadamente un horizonte (medio termotipo) en los pisos bioclimáticos delimitados termométricamente para el escenario B2, y de un termotipo completo en el A2 (Fig. 6 y 10).

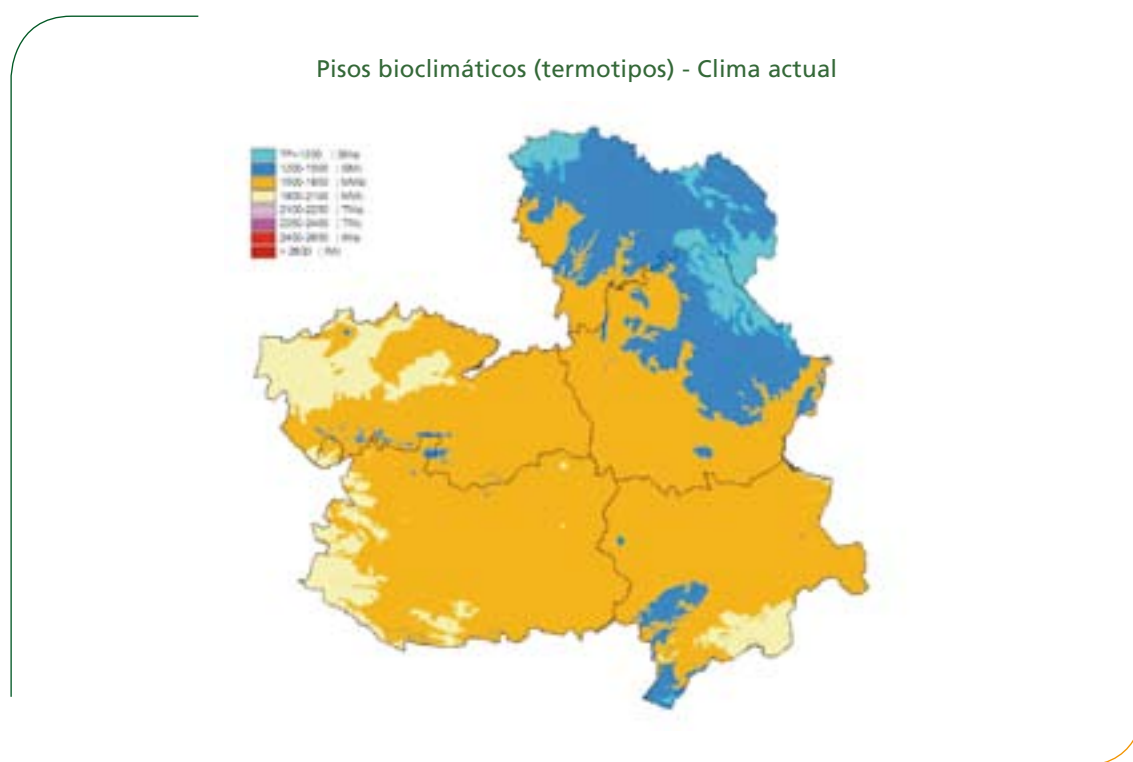
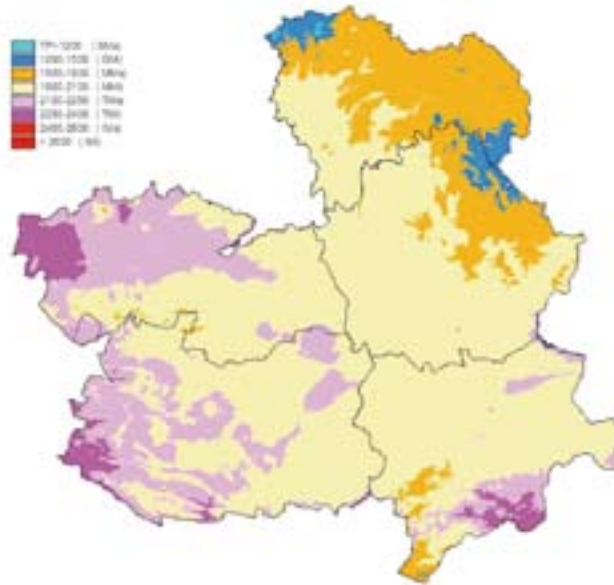


Figura 6: Pisos bioclimáticos (termotipos) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Las abreviaturas IM, TM, MM y SM corresponden a los termotipos infra-, termo-, meso- y supramediterráneo; las letras *i* y *s* designan los horizontes inferior (o más cálido) y superior (o más fresco) de cada termotipo, respectivamente. El horizonte supramediterráneo superior incluye el termotipo orosubmediterráneo, no visualizable en la escala empleada. Los valores umbrales de cada horizonte se indican en unidades de temperatura positiva anual (TP, en décimas de °C).

Pisos bioclimáticos (termotipos) - Escenario B2



Pisos bioclimáticos (termotipos) - Escenario A2

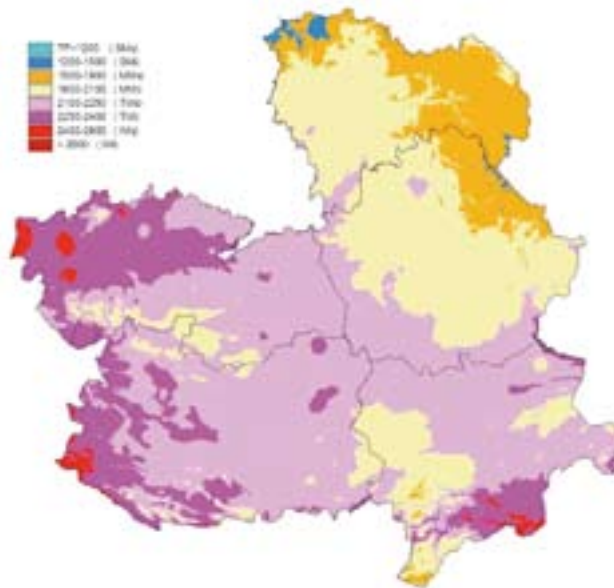


Figura 6 (continuación): Pisos bioclimáticos (termotipos) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Las abreviaturas IM, TM, MM y SM corresponden a los termotipos infra-, termo-, meso- y supramediterráneo; las letras *i* y *s* designan los horizontes inferior (o más cálido) y superior (o más fresco) de cada termotipo, respectivamente. El horizonte supramediterráneo superior incluye el termotipo orosubmediterráneo, no visualizable en la escala empleada. Los valores umbrales de cada horizonte se indican en unidades de temperatura positiva anual (TP, en décimas de °C).

Como consecuencia, en el primero de los escenarios el piso supramediterráneo reduciría su extensión actual en más de un 90%, quedando acantonado en los Sistemas Central e Ibérico, así como en las cumbres más elevadas de las sierras béticas del sur de Albacete (Las Cabras), y desapareciendo de las montañas de las provincias occidentales. Las áreas supramediterráneas de los Sistemas Central e Ibérico quedarían además ampliamente desconectadas entre sí. Los termotipos de alta montaña (supramediterráneos superiores y oromediterráneos) podrían conservar algunas extensiones anecdóticas en Ayllón, pero desaparecerían virtualmente tanto de la Serranía de Cuenca como de las sierras subbéticas. En cambio, el horizonte mesomediterráneo cálido se torna predominante en el conjunto de la región, en tanto que el piso termomediterráneo penetra claramente a favor de los valles fluviales, más marcadamente en los occidentales (Tajo, Guadiana y sus afluentes) que en los orientales (Segura y Júcar-Cabriel).

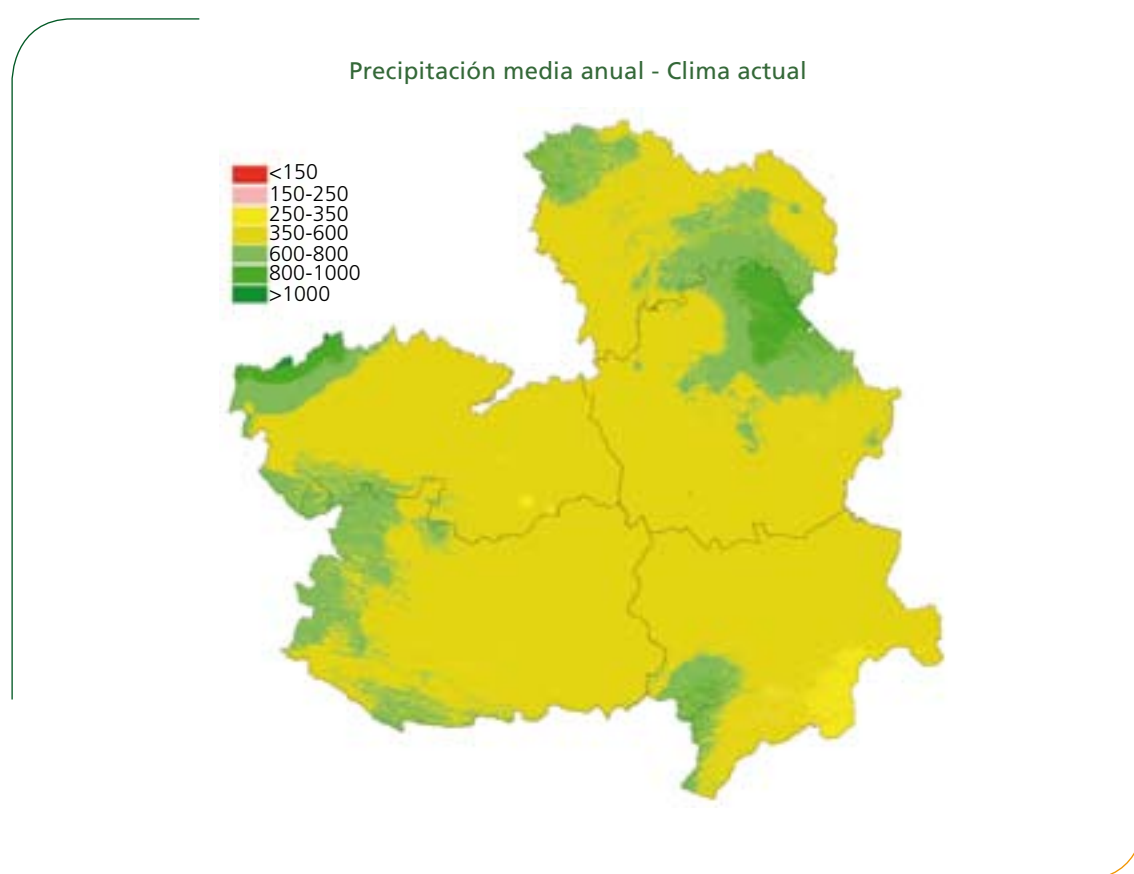
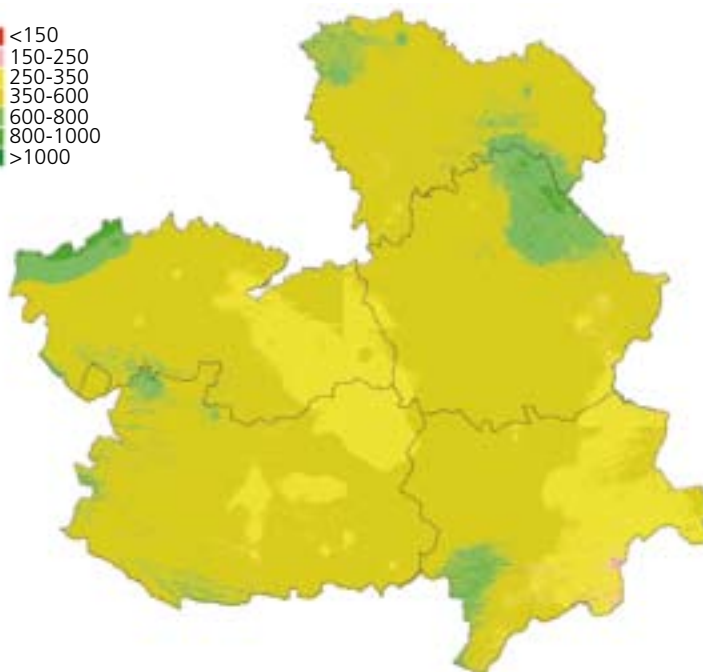
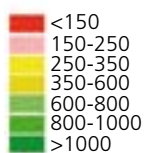


Figura 7: Precipitación media anual (mm) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2.

Precipitación media anual - Escenario B2



Precipitación media anual - Escenario A2

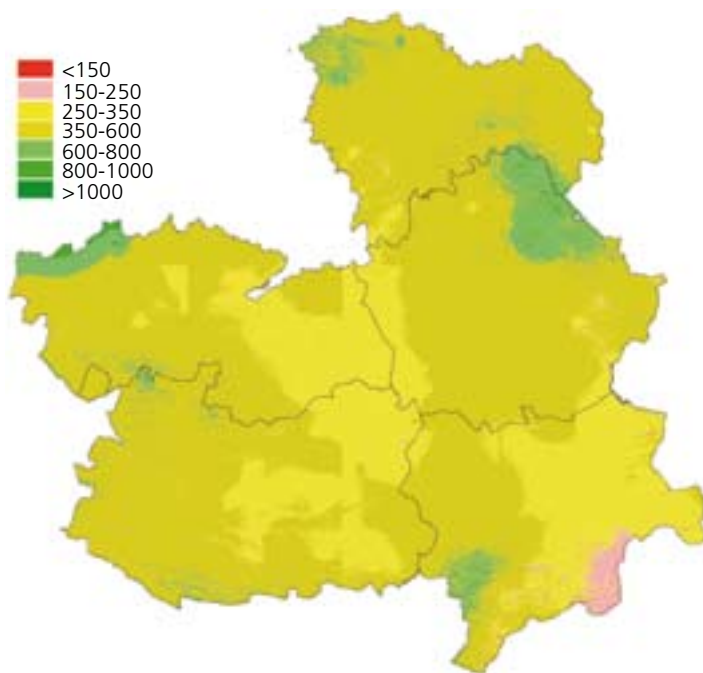
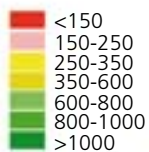
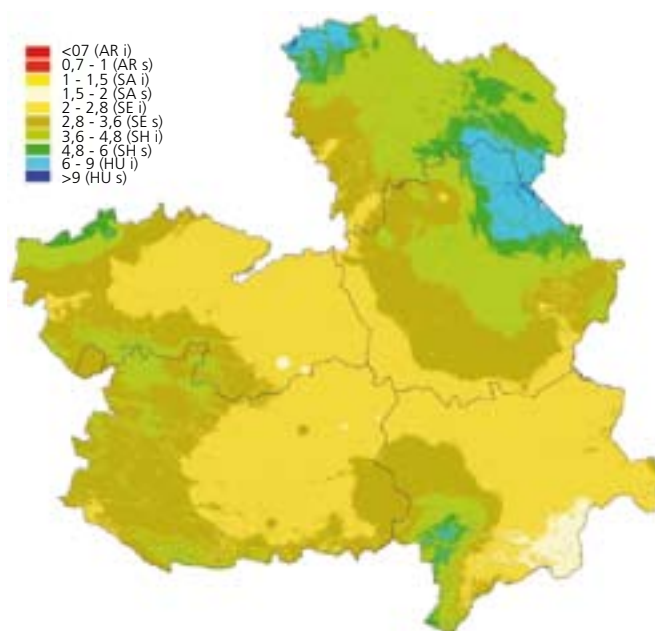


Figura 7 (continuación): Precipitación media anual (mm) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2.

Pisos bioclimáticos (ombrotipos) - Clima actual



Pisos bioclimáticos (ombrotipos) - Escenario B2

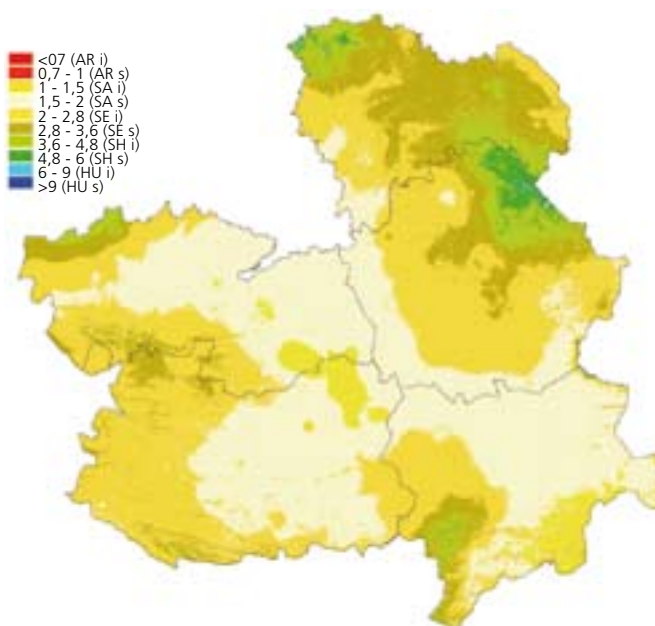


Figura 8: Pisos bioclimáticos (ombrotipos) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Las abreviaturas AR, SA, SE, SH y HU corresponden a los ombrotipos árido, semiárido, seco, subhúmedo y húmedo; las letras *i* y *s* designan los horizontes inferior (o más seco) y superior (o más lluvioso) de cada ombrotipo, respectivamente. Los valores umbrales de cada horizonte se indican en unidades del índice ombrotérmico anual (IO, cociente entre la precipitación anual y la temperatura positiva anual).

Pisos bioclimáticos (ombrotipos) - Escenario A2

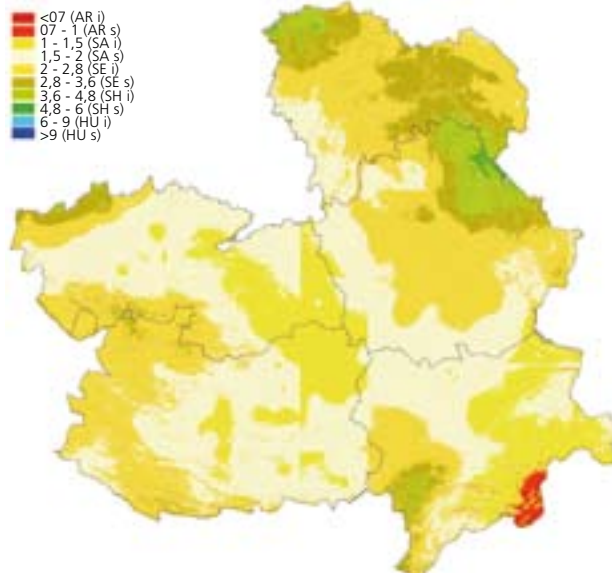


Figura 8 (continuación): Pisos bioclimáticos (ombrotipos) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Las abreviaturas AR, SA, SE, SH y HU corresponden a los ombrotipos árido, semiárido, seco, subhúmedo y húmedo; las letras *i* y *s* designan los horizontes inferior (o más seco) y superior (o más lluvioso) de cada ombrotipo, respectivamente. Los valores umbrales de cada horizonte se indican en unidades del índice ombrotérmico anual (IO, cociente entre la precipitación anual y la temperatura positiva anual).

Índice ombrotérmico de verano (IOS₃) - Clima actual

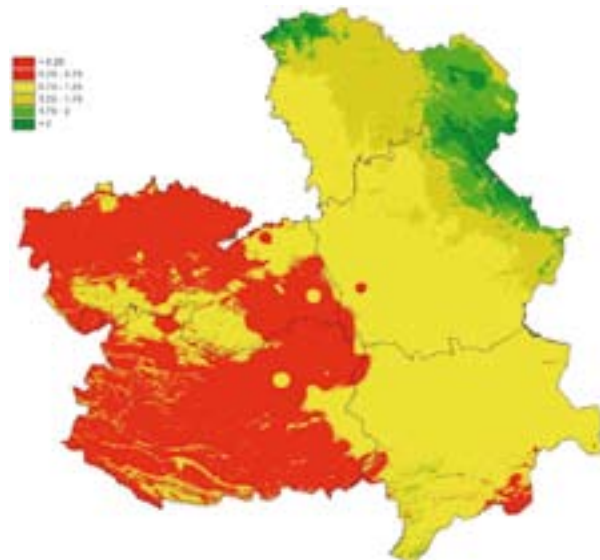
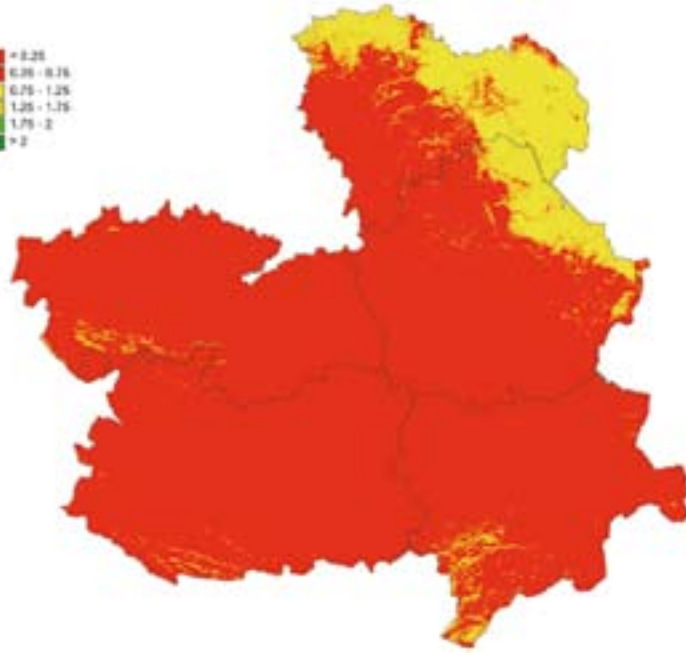


Figura 9: Índice ombrotérmico de verano (IOS₃, cociente entre la precipitación y la temperatura del trimestre estival) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Valores superiores a 2 indican veranos húmedos, propios del macrobioclima templado, y por tanto no mediterráneos; valores inferiores a 1.75 corresponden a veranos típicamente mediterráneos; los valores intermedios marcan las zonas de transición.

Índice ombrotérmico de verano (IOS₃) - Escenario B2



Índice ombrotérmico de verano (IOS₃) - Escenario A2

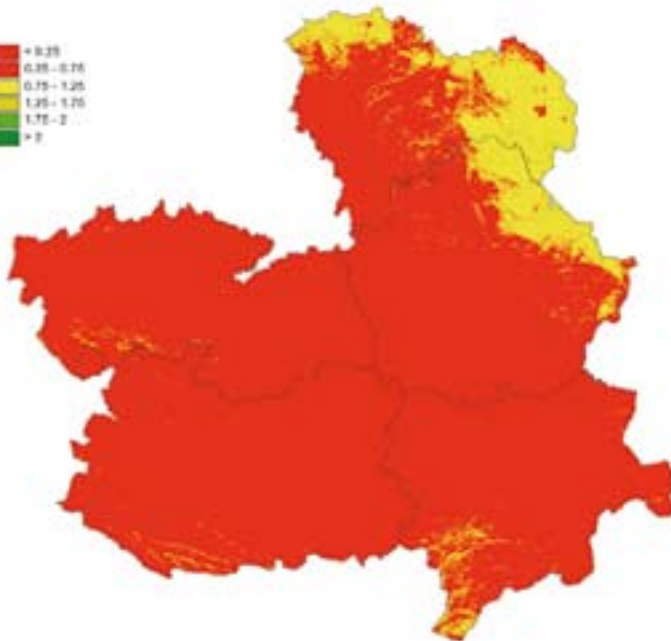


Figura 9 (continuación): Índice ombrotérmico de verano (IOS₃, cociente entre la precipitación y la temperatura del trimestre estival) en el clima actual y en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 y A2. Valores superiores a 2 indican veranos húmedos, propios del macrobioclima templado, y por tanto no mediterráneos; valores inferiores a 1.75 corresponden a veranos típicamente mediterráneos; los valores intermedios marcan las zonas de transición.

En el segundo de los escenarios (A2), el termotipo supramediterráneo se reduce todavía más, conservando extensiones significativas sólo en el Sistema Central oriental y desapareciendo del resto del territorio, salvo las cumbres de la Serranía de Cuenca. El piso predominante pasaría a ser el termomediterráneo, que cubriría la casi totalidad de las tres provincias meridionales, exceptuando las áreas de montaña, y el sur de la de Cuenca. Además, climas extremadamente cálidos, de tipo inframediterráneo, se insinuarían en las cuencas del Tiétar y del Zújar, y, con menos fuerza, en las del Jándula y Segura.

La precipitación anual cambia moderadamente en las proyecciones de ambos escenarios (Fig. 7 y 12). Las áreas con precipitaciones anuales superiores a 600 mm se reducen ligeramente en la mitad oriental y más marcadamente en el tercio suroccidental de la región, siendo estas tendencias más acentuadas en el escenario A2 que en el B2. Además, las áreas con precipitaciones inferiores a 350 mm se amplían en el sudeste (mitad oriental de Albacete) y en el centro de la región (mitades orientales de Toledo y Ciudad Real). En el escenario A2 aparece un área con precipitaciones por debajo de 250 mm anuales en la cuenca del Segura (Campo de Hellín, en el sudeste de Albacete).

Los cambios más drásticos son los que registran los ombrotipos (Fig. 8 y 11), definidos por el cociente anual entre precipitación –que se reduce moderadamente– y temperatura –que experimenta un marcado ascenso–. Así, en el escenario B2 el ombrotipo semiárido superior ocupa prácticamente toda la extensión que antes ocupaba el seco inferior, y los ombrotipos semiáridos inferiores irrumpen en el sudeste de Albacete, en los valles del Júcar y el Cabriel e incluso en el centro de la región. Los ombrotipos húmedos desaparecen casi por completo y los subhúmedos se reducen marcadamente en las áreas de montaña septentrionales –donde también quedan desconectados entre los Sistemas Central e Ibérico– y subbéticas, y sufren mermas considerables en el valle del Tiétar y en las montañas occidentales (Montes de Toledo y sierra Madrona).

En el escenario A2 los ombrotipos semiáridos se hacen predominantes en la región, con excepción de la mayor parte de Guadalajara y Cuenca y el tercio occidental de Ciudad Real y Toledo; además, en el sudeste de Albacete se aprecia un área nítida de ombrotipo árido. Los ombrotipos subhúmedos se reducen todavía más, hasta el punto de que en las dos provincias occidentales sólo conservarían cierta continuidad en una pequeña extensión del valle del Tiétar.

La reducción de los ombrotipos lluviosos se ve corroborada por las tendencias de la aridez estival. En ambos escenarios la situación es muy similar (Fig. 9), con desaparición prácticamente total de los climas templados, sin aridez estival, que son desplazados por climas mediterráneos con veranos claramente secos como los que predominan actualmente en la mayor parte de la región. Los veranos de aridez muy acusada, que hoy caracterizan a las dos provincias occidentales, se hacen dominantes en el conjunto de Castilla-La Mancha. Estos cambios afectan de forma especialmente drástica a las áreas de veranos húmedos o submediterráneos del norte de la región (Fig. 12), donde

se localizan un importante número de especies y tipos de hábitats de óptimo más septentrional que constituyen objetivos de protección porque alcanzan aquí sus representaciones más meridionales. La Fig. 13 muestra para tres importantes LICs de Guadalajara y Cuenca relacionados con este tipo de objetivos, que la desaparición de las áreas con veranos de aridez moderada es prácticamente total en los dos escenarios. De hecho, los veranos con $IO_3 > 2$ desaparecerían de los tres LICs en el escenario A2 y quedarían reducidos a unas pocas decenas de ha (imperceptibles en el gráfico) en los LICs de la Sierra de Ayllón y del Alto Tajo en el escenario B2. En este Informe no hemos considerado otras tendencias de la distribución estacional de las precipitaciones que se aprecian en las proyecciones disponibles, como la reducción de las lluvias primaverales (Brunet & al. 2008), que acentuaría más si cabe la aridez estival. Estas tendencias pueden ser relevantes cuando se analicen las relaciones entre las distribuciones actuales de las especies y el clima.

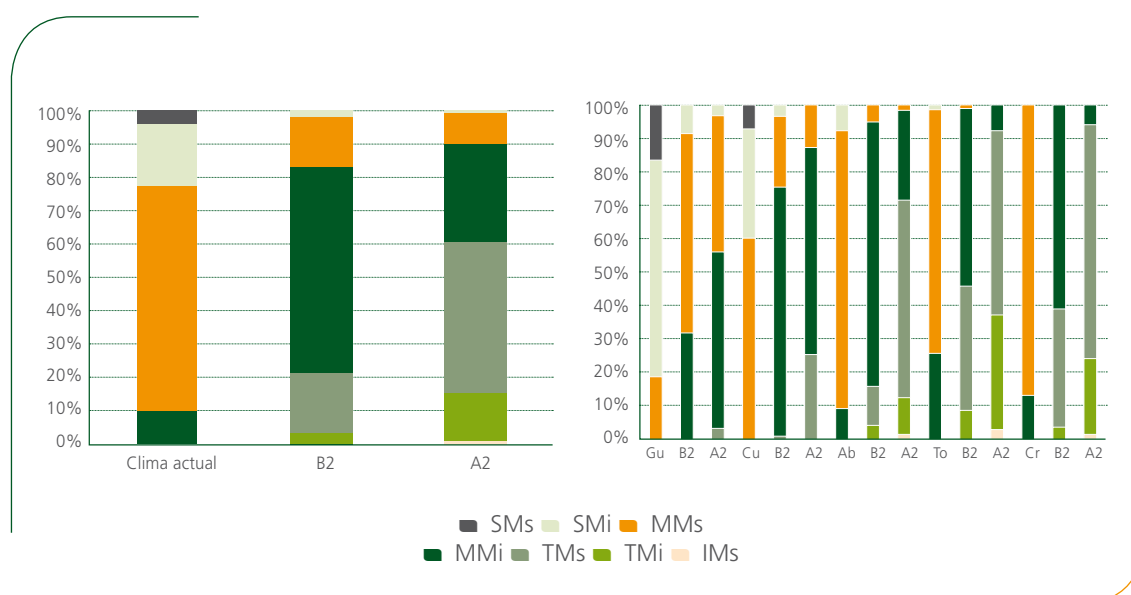


Figura 10: Cambios en la superficie ocupada por los distintos termotipos en el conjunto de Castilla-La Mancha (izquierda) y en cada una de las provincias (derecha; la abreviatura provincial señala la columna correspondiente al clima actual). Abreviaturas como en Fig. 6.

En resumen, las proyecciones de cambio climático para Castilla-La Mancha apuntan hacia una marcada aridificación como tendencia principal y más extensiva a finales de este siglo. Esta tendencia conduciría al predominio de climas semiáridos en los territorios que hoy poseen ombrotipos secos. La elevación de las temperaturas, que son el elemento que se modifica de manera más acentuada, determina una reducción drástica de los climas fríos y húmedos de montaña incluso en el escenario menos desfavorable. Por último, la mediterraneización es otra tendencia de cambio destacable, puesto que los climas de verano húmedo pasan a tener representaciones meramente vestigiales en ambos escenarios.

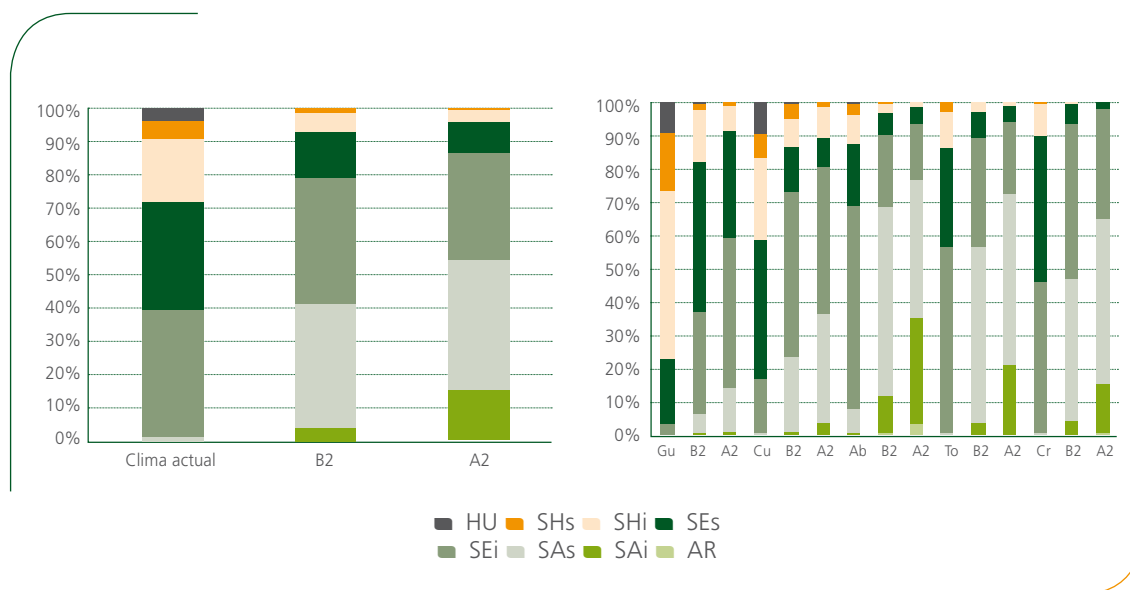


Figura 11: Cambios en la superficie ocupada por los distintos ombrotipos en el conjunto de Castilla-La Mancha (izquierda) y en cada una de las provincias (derecha; la abreviatura provincial señala la columna correspondiente al clima actual). Abreviaturas como en Fig. 8.

Aparte de las principales tendencias de cambio marcadas por el calentamiento, la aridificación y la mediterraneización, se aprecian algunos fenómenos destacables como la desaparición casi total de los climas supramediterráneos secos, que hoy cuentan con extensiones significativas en las parameras y montañas del norte y sureste de la región, y en los que se concentra la distribución de algunos sistemas de interés particular como los sabinars albares o los encinares con sabina albar. La merma extensión del piso supramediterráneo se torna por ello más homogénea climáticamente, puesto que los ombrotipos húmedos desaparecen también casi por completo. Las irrupciones de climas termomediterráneos en el escenario B2 muestran patrones climáticos y biogeográficos diferenciales, puesto que en el E y SE de la región se producirían asociadas a ombrotipos semiáridos, en el W y SW a ombrotipos secos, y en los valles del Tiétar y Alberche a ombrotipos secos y subhúmedos. En cambio, en el escenario A2 la penetración de climas inframediterráneos se presenta asociada invariablemente a ombrotipos semiáridos e incluso áridos.

La aparición de termotipos inframediterráneos en el sur de la Península, ya señalada como verosímil en el informe nacional (Fernández-González & al 2005), reviste un riesgo especial, por cuanto se trata de un tipo de clima extremadamente cálido ausente hoy del territorio peninsular, en el que no hay evidencias de que haya existido en el pasado reciente, y aún menos en combinación con condiciones de fuerte aridez. La emergencia de tipos de clima inéditos en ciertos territorios como consecuencia del cambio climático ya ha sido puesta de manifiesto a nivel global (Williams & al. 2007).

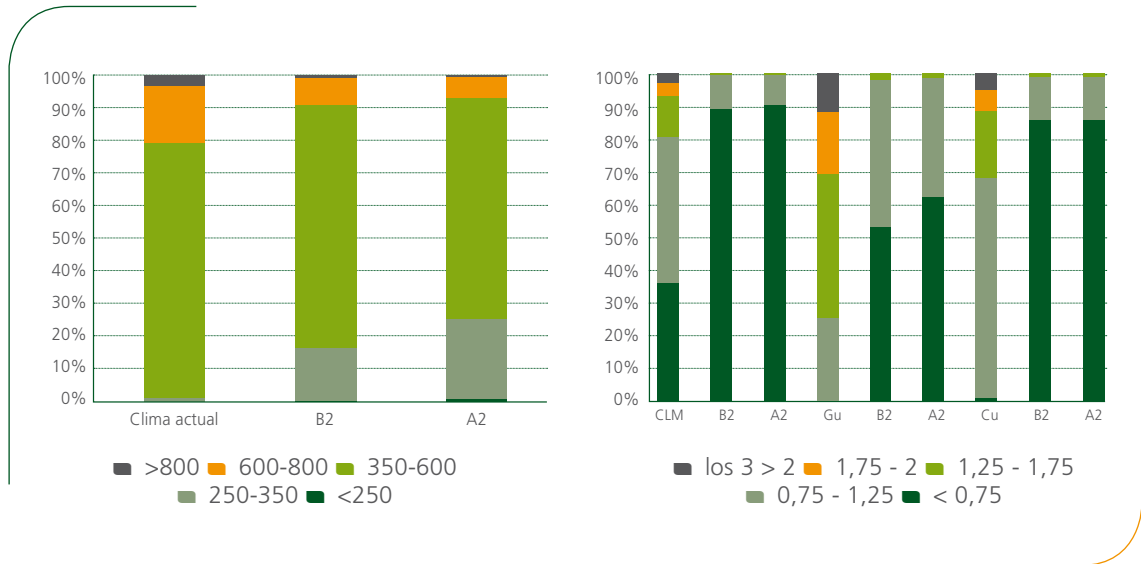


Figura 12: Cambios en la proporción de superficie ocupada en el conjunto de Castilla-La Mancha por las distintas clases de precipitación media anual (izquierda) y por los tipos de sequía estival (derecha; la abreviatura provincial señala la columna correspondiente al clima actual). Abreviaturas como en Fig. 7 y 9, respectivamente.

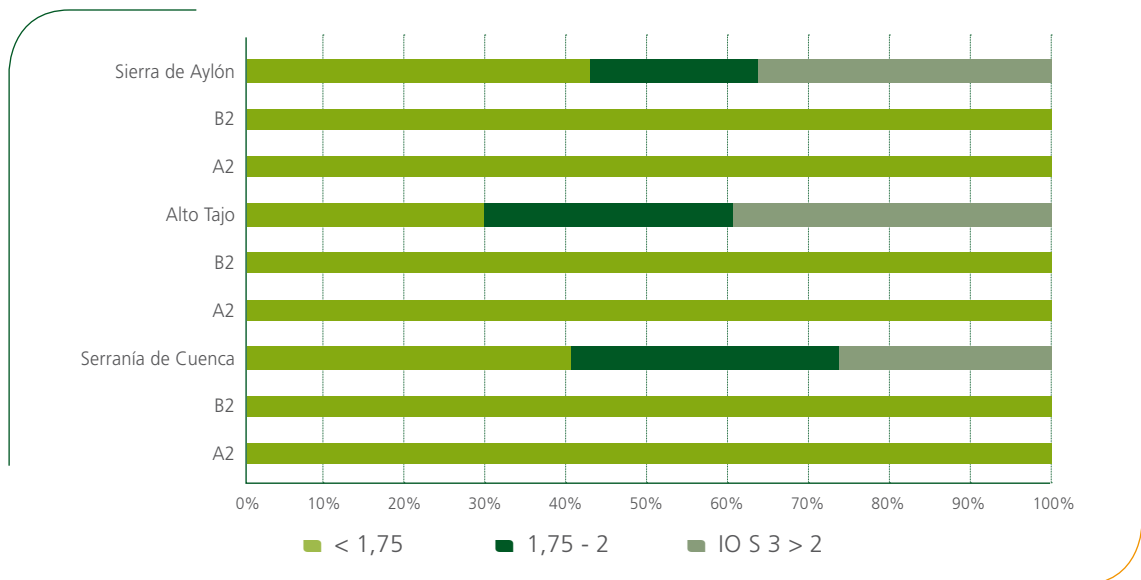


Figura 13: Cambios en la proporción de superficie ocupada por los tipos de sequía estival en tres LICs del norte de la región: Sierra de Aylón (91357 ha), Alto Tajo (140068 ha) y Serranía de Cuenca (185318 ha). La denominación del LIC señala la barra correspondiente al clima actual. Abreviaturas como en Fig. 9.

Si la fragmentación de los territorios supramediterráneos es manifiesta en ambos escenarios, en el A2 se detecta incluso un esbozo de fragmentación de los territorios mesomediterráneos, que quedan acantonados en áreas de montaña o de transición. Es destacable asimismo la compartimentación que sufren los climas subhúmedos, que pierden conexión entre los Sistemas Central

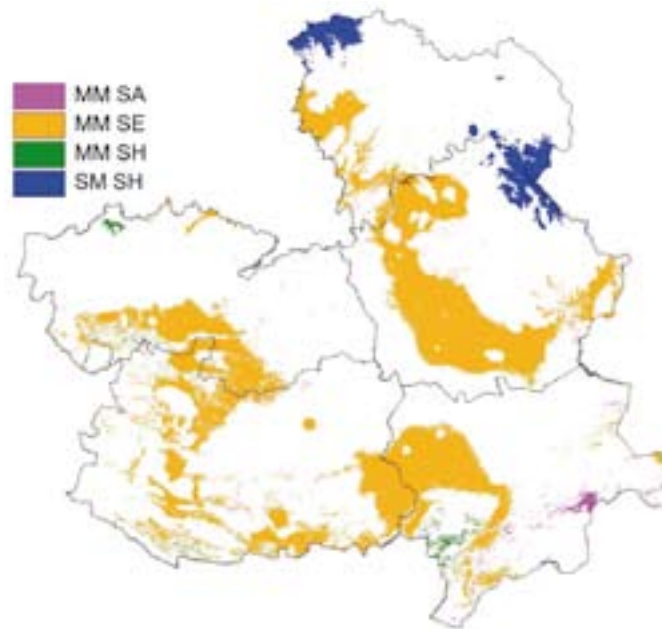
e Ibérico en el norte de la región, a la vez que se difumina la existente en la actualidad entre las sierras subbéticas, sierra Morena, y el occidente de Ciudad Real y Toledo hasta prácticamente el valle del Tiétar y el Sistema Central. Estas compartimentaciones inducidas por el calentamiento y la aridificación y condicionadas por el relieve, representan obstáculos añadidos para las migraciones de especies y la acomodación de los ecosistemas frente a las nuevas condiciones climáticas.

Un tipo de análisis que reviste particular interés en el marco de la evaluación de impactos debidos al cambio climático, es el de la localización de los territorios que mantendrían en el futuro un clima más o menos similar al actual. Su interés obedece por una parte a que las especies y tipos de hábitats presentes en ellos tienen relativamente garantizada su persistencia *in situ*, por lo que se trata de territorios de refugio frente al cambio climático. Por otra parte, estos territorios pueden actuar como fuentes de colonización de territorios adyacentes que experimenten modificaciones climáticas mayores.

Los mapas de la Fig. 14 muestran la distribución de los territorios que mantienen la misma combinación de termotipos (meso- y supramediterráneo) y ombrotipos (semiárido, seco y subhúmedo o más lluvioso) en las proyecciones de los escenarios B2 y A2, con respecto al clima actual. En el escenario B2, sólo un 22% del territorio regional se mantiene en el mismo piso bioclimático. En su casi totalidad se trata de áreas correspondientes al piso mesomediterráneo seco en situaciones de transición hacia zonas de montaña supramediterráneas, distribuidas en tres núcleos principales: los Montes de Toledo y Sierra Madrona y el arco intermedio de los Montes de Ciudad Real, la porción oriental del Campo de Montiel, y la orla meridional del Sistema Ibérico (La Alcarria, la Tierra de Alarcón y la Serranía Baja de Cuenca). Las áreas supramediterráneas que persisten en Ayllón, Serranía de Cuenca y sierra de Las Cabras son obvios ejemplos de zonas de refugio, pero apenas representan un 2% del total y un 10% del área actualmente supramediterránea. Una pequeña mancha de mesomediterráneo semiárido subsiste en el sur de la comarca de Almansa, pues el resto de este piso pasa a termomediterráneo. Las áreas mesomediterráneas subhúmedas que persisten aparecen muy dispersas en las sierras oretanas y mariánicas y tienen mayor continuidad, aunque ocupan áreas muy reducidas, en el norte de las sierras béticas y en la sierra de San Vicente. Los climas mesomediterráneos subhúmedos, que cobijan importantes tipos de hábitats ligados a los bosques esclerofilos y caducifolios ricos en elementos mediterráneos exigentes en humedad, sufrirían un desplazamiento masivo, retrayéndose de sus posiciones actuales y ocupando territorios que hoy son supramediterráneos. Por último, y como ya se ha comentado, el piso supramediterráneo seco desaparecería prácticamente de la región.

En el escenario A2 tan sólo un 7% del territorio regional se mantendría en el mismo piso bioclimático que en la actualidad. También en su casi totalidad se trata de territorios meso-

Territorios que conservan el mismo piso bioclimático (B2)



Territorios que conservan el mismo piso bioclimático (A2)

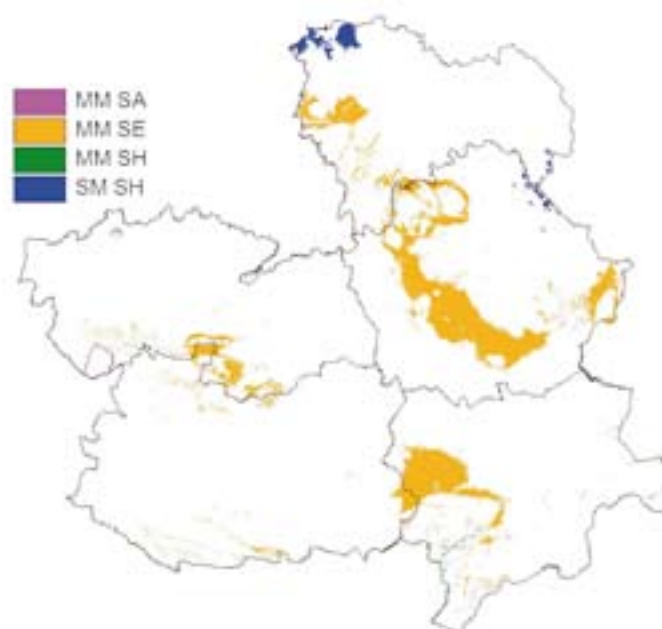


Figura 14: Localización de los territorios que mantienen el mismo piso bioclimático que en la actualidad en las proyecciones de PROMES para los escenarios SRES B2 (arriba) y A2 (abajo). Los pisos bioclimáticos son combinaciones de termotipos (MM: mesomediterráneo, SM: supramediterráneo o más frío) y ombrotipos (SA: semiárido, SE: seco, SH: subhúmedo o más lluvioso).

mediterráneos secos que muestran una distribución similar a la del otro escenario, aunque las reducciones en el W y SW de la región son más acentuadas. Los refugios supramediterráneos se constriñen sensiblemente, más en la Serranía de Cuenca que en el Sistema Central, y se pierden en las sierras béticas del sur de Albacete. Los refugios mesomediterráneos subhúmedos se reducen también pero manteniendo la misma distribución.

2.2 Objetivos de protección en los ENPs castellano-manchegos: tipos de hábitats

El conjunto de tipos de hábitats considerados en este Informe como objetivos de conservación de la Red Regional de Áreas Protegidas corresponden, como se ha expuesto en el apartado 2.1, a los catalogados como hábitats de protección especial en la legislación autonómica, por una parte, y a los incluidos en el Anexo I de la Directiva Hábitats y presentes en la región, por otra. Como ambos listados son complementarios y la delimitación de algunos tipos no coincide exactamente entre uno y otro, se ha elaborado la lista unificada de la Tabla 1, en la que, además, se han desagregado algunos hábitats en subtipos por las características diferenciadas de su distribución o de su comportamiento presumiblemente divergente frente a las tendencias regionales del cambio climático. El listado incluye referencias a las equivalencias de cada tipo de hábitat en la sintaxonomía recogida por Martín Herrero & al. (2003: 311-358) y en la *checklist* de Rivas-Martínez & al. (2001, 2002), así como las categorías de prioridad que tienen asignadas en la legislación regional y en la Directiva (tres y dos categorías respectivamente). Los tipos de hábitat no incluidos en alguno de los dos listados carecen de especificación de prioridad y de código en el mismo.

La tabla comprende un total de 101 tipos de hábitats; para 93 de ellos se ha comprobado su presencia en alguno de los ENPs de la región, y todos se hallan representados en la Red de Áreas Protegidas de Castilla-La Mancha. De ellos, 85 están incluidos en la Directiva Hábitat, 82 en el Catálogo Regional y dos tercios del total (66) en ambos. Aunque el nivel de subdivisión es algo dispar entre los distintos grupos de tipos de hábitats, permite comprobar que los bosques (30 tipos) y matorrales (23) son los más representados en el conjunto, seguidos por los humedales (18, incluyendo las turberas) y los hábitats de pastizales y prados (15, incluyendo las dehesas). Los saladares, con 9, y los hábitats rupícolas, con 6 tipos, completan el listado.

Tabla 1: Tipos de hábitats considerados como objetivos de conservación en Castilla-La Mancha. Para cada tipo de hábitat se indica:

Hab, Grupo: numeración de referencia utilizada en otras tablas del informe y grupo fisonómico-ecológico en el que se encuadra el tipo de hábitat.

CodCLM, CodDH: código del tipo de hábitat en Castilla-La Mancha según Martín Herrero & al. (2003: 311-358) y código del Anexo I de la Directiva Hábitat (EC 2003, Bartolomé & al. 2005), respectivamente.

PR-CLM: priorización en Castilla-La Mancha según la Ley 9/1999 (A: tipos de hábitats naturales escasos, limitados, vulnerables o de importancia para la biodiversidad; B: tipos de hábitats seminaturales de interés especial; C: tipos de hábitats protegidos según la Ley 2/1988 de Conservación de Suelos y Protección de Cubiertas Vegetales Naturales)

PR-DH: priorización en la Directiva Hábitat (I: hábitat de interés; P: hábitat de interés prioritario –sólo en parte de sus representaciones cuando se indica entre paréntesis-)

Descripción: denominación de los tipos de hábitats en la Directiva Hábitat (según Bartolomé & al. 2005, con modificaciones y especificaciones para adaptarla a sus representaciones en Castilla-La Mancha)

Equivalencias en Checklist: sintáxones (unidades de la clasificación fitosociológica de la vegetación) y códigos de la Checklist (Rivas-Martínez & al. 2001, 2002) incluidos en el tipo de hábitat.

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
S1	Saladares	33	1310	A	I	Vegetación anual pionera de saladares, con <i>Salicornia</i> spp. y otras especies: comunidades gramínoideas	22 Saginetea maritimae
S2	Saladares	38	1310	A	I	Vegetación anual pionera de saladares, con <i>Salicornia</i> spp. y otras especies: comunidades crasas	25 Thero-Suaedetea
S3	Saladares	15.1	1410	A	I	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>): juncuales salinos	20.1 Juncion maritimi
S4	Saladares	15.2	1410	A	I	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>): praderas salinas de <i>Puccinellia</i> spp. y <i>Aeluropus litoralis</i>	20.3 Puccinellion caespitosae
S5	Saladares	36b	1420	A	I	Matorrales halófilos crasicaulos (<i>Sarcocornietea fruticosae</i>)	23a Salicornietalia fruticosae
S6	Saladares	22	1430	A	I	Matorrales halo-nitrófilos (<i>Pegano-Salsolietea</i>)	37a Salsolo vermiculatae-Peganelalia p.p.
S7	Saladares	36a	1510	A	P	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>): albardinares halófilos (<i>Lygeum spartum</i>)	23b Limonietalia
S8	Saladares	32	#	A		Vegetación sumergida de lagunas salobres (<i>Ruppiaetea</i> , <i>Charetea</i>)	6 Ruppiaetea [Charetea: cf. H2]
S9	Saladares	25.3	#	A		Formaciones de castañuelas (<i>Scirpus maritimus</i>)	12.7 Scirpion compacti
H1	Humedales	13	3110	A	I	Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)	10a Littorelletalia uniflorae
H2	Humedales	5	3140	A	I	Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación béntica de <i>Chara</i> spp. [CLM: incl. aguas salobres]	1 Charetea
H3	Humedales	#	3150		I	Lagos eutróficos naturales con vegetación de <i>Nymphaeion</i> , <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i> : <i>Potametalia</i> p.p., <i>Utricularion</i>	2 Lemnetea 3a Potametalia p.p. 3b Utricularietalia
H4	Humedales	27.1	3150	A	I	Lagos eutróficos naturales con vegetación de <i>Nymphaeion</i> , <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i> : <i>Nymphaeion</i>	3.2 Nymphaeion albae

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
H5	Humedales	41.1	3160	A	I	Lagos y estanques distróficos naturales: Sphagno-Utricularion	15.1 Sphagno-Utricularion
H6	Humedales	14	3170	A	P	Estanques temporales mediterráneos	9 Isoeto-Nanojuncetea [CLM: excl. Verbenion supinae]
F1	Humedales fluviales	#	3250		I	Cauces pedregosos de ríos mediterráneos con Glaucium flavum	33.12 Glaucion flavi
F2	Humedales fluviales	#	3260		I	Ríos de planicie o montaña con vegetación de Ranunculion fluitantis y Callitricho-Batrachion	3.4 Ranunculion fluitantis 3.3 Ranunculion aquatilis p.p.
F3	Humedales fluviales	#	3270		I	Ríos de orillas fangosas con vegetación de Chenopodion rubri p.p. y de Bidention p.p.	8a Bidentetalia tripartitae p.p. (ríos)
F4	Humedales fluviales	#	3280		I	Ríos mediterráneos de caudal permanente del Paspalo-Agrostion con cortinas vegetales ribereñas de Salix y Populus alba	59.10 Paspalo-Agrostion verticillatae p.p. (ríos)
F5	Humedales fluviales	#	3290		I	Ríos mediterráneos de caudal intermitente del Paspalo-Agrostion	59.10 Paspalo-Agrostion verticillatae p.p. (ríos)
F6	Humedales fluviales	25.1+2	#	A		Vegetación ribereña helofítica de grandes cárcices amacollados	12.5 Caricion reuterianae 12.4 Magnocaricion elatae
T1	Turberas	21.1	7110	A	P	Turberas altas activas	13 Oxycocco-Sphagnetea
T2	Turberas	#	7120		I	Turberas altas degradadas que todavía pueden regenerarse de manera natural	13 Oxycocco-Sphagnetea
T3	Turberas	37.1+2	7140	A	I	«Mires» de transición	14b Caricetalia nigrae
T4	Turberas	37.4	7150	A	I	Depresiones sobre sustratos turbosos del Rhynchosporion	14.1 Rhynchosporion albae
T5	Turberas	25.1	7210	A	P	Turberas calcáreas de Cladium mariscus (masiegares) con especies del Caricion davallianae	12.4 Magnocaricion elatae p.p. (masiegares)
T6	Turberas	37.3	7230	A	I	Turberas bajas alcalinas (Caricion davallianae)	14.4 Caricion davallianae
R1	Rupícola	1+17.1	7220	A	P	Manantiales petrificantes con formación de tufa (Cratoneurion)	11.2 Cratoneurion commutati 26. Adiantetea
R2	Rupícola	39	8130	A	I	Gleras o pedregales mediterráneos occidentales	33 Thlaspietea
R3	Rupícola	2+3+23	8210	A	I	Vegetación rupícola calcícola	27a Potentilletalia caulescentis 27c Asplenietalia glandulosi 29. Petrocoptido-Sarcocapnetea 30.1 Polypodion serrati
R4	Rupícola	2+3+24	8220	A	I	Vegetación rupícola silicícola	27b Androsacetalia vandellii 27e Cheilanthesetalia marantho-maderensis 32 Phagnalo-Rumicetea p.max.p. 30.2 Bartramio-Polypodion serrati

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
R5	Rupícola	#	8230		I	Roquedos silíceos con vegetación pionera (Sedo-Scleranthion, Sedo albi-Veronicion dillenii)	55a Sedo-Scleranthetalia 50.4 Sedion pedicellato-andegavensis
R6	Rupícola	#	8310	(A)	I	Cuevas no explotadas por el turismo	[CLM: elemento geomorfológico protegido]
P01	Prados y pastizales	12.2	2330	A	I	Dunas continentales con pastizales abiertos con Corynephorus y Agrostis	50.5 Corynephoru-Malcolmion patulae
P02	Prados y pastizales	#	6110		P	Prados calcáreos cársticos o basófilos (Alyso-Sedion albi)	55b Alyso-Sedetalia (50c Trachynietalia) 64.6 Hypericion ericoidis
P03	Prados y pastizales	8	6160	A	I	Pastizales ibéricos de alta montaña silíceos con Festuca indigesta	49.2 Minuartio-Festucion curvifoliae 49.5 Hieracio-Plantaginion radicatae p.p.
P04	Prados y pastizales	34.1	#	A		Comunidades de ventisqueros orosubmediterráneos	48.3 Mucizionion sedoidis
P05	Prados y pastizales	10	6170	A	I	Pastizales alpinos y subalpinos calcáreos	52.7 Sideritido-Arenarion aggregatae (=Festuco-Poion ligulatae) 52.2 Ononidion striatae (pastos de Festuca gautieri)
P06	Prados y pastizales	9	6210	B	(P)	Prados secos semi-naturales y facies de matorral sobre sustratos calcáreos (Festuco-Brometalia) (P: parajes con notables orquídeas)	51a Brometalia erecti (Potentillo-Brachypodion)
P07	Prados y pastizales	#	6220		P	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales de Thero-Brachypodietea (majadales, cerverales y pastos anuales)	50c Trachynietalia 54 Poetea bulbosae 56.1 Thero-Brachypodion retusi
P08	Prados y pastizales	19	6230	A	P	Cervunales (céspedes silicícolas de montaña de Nardus stricta)	60.4 Campanulo-Nardion strictae 60.1 Nardion strictae
P09	Prados y pastizales	16.5+6	6410	A	I	Pajonales de Molinia y juncales higrófilos (Molinion caeruleae, Juncion acutiflori)	59.1 Molinion caeruleae 59.3 Juncion acutiflori
P10	Prados y pastizales	16.3	6420	A	I	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas de Molinio-Holoschoenion (juncales churreros)	59.7 Molinio-Holoschoenion [CLM: sólo basófilos]
P11	Prados y pastizales	11+18.1	6430	A	I	Vegetación de megaforbios higrófilos	42.1 Adenostylin alliariae* 40 Galio-Urticetea p.p.(Convolvulion sepium, Filipendulion*, Bromo-Eupatorion*, Galio-Alliarion) [CLM: sólo aguas frías (*)]
P12	Prados y pastizales	16.1	6510	A	I	Prados de siega (Arrhenatherion)	59.4 Arrhenatherion
P13	Prados y pastizales	16.2+4	#	B		Prados silicícolas higrófilos de diente o siega	59.2 Calthion palustris 59.6 Cynosurion cristati
D1	Dehesas	98	6310	A	I	Dehesas perennifolias de Quercus spp.	Dehesas luso-extremadurenses de Q. rotundifolia y Q. suber

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
D2	Dehesas	99	#	A		Dehesas de caducifolios o de coníferas	Dehesas de Quercus pyrenaica, Q. faginea, Fraxinus angustifolia, Pinus spp.
M01	Matorrales	31.4+5	1520	A	P	Vegetación gipsícola ibérica (Gypsophiletalia)	64c Gypsophiletalia
M02	Matorrales	4.2	4020	A	P	Brezales higrófilos atlánticos de Erica ciliaris y E. tetralix	61.7 Genistion micrantho-anglicae
M03	Matorrales	4.2.1	#	A		Brezales de galería (Erica arborea, Erica lusitanica)	61.7.2 Cisto psilosepali-Ericetum lusitanicae (+Galerías de Erica arborea)
M04	Matorrales	#	4030		I	Brezales europeos: brezales y jaral-brezales luso-extremadurenses	61.2b Ericenion umbellatae
M05	Matorrales	4.1+6.1	4030	A	I	Brezales europeos: brezales supramediterráneos (ayllonenses y celtibérico-alcarreños)	61.2a Ericenion aragonensis 62.2 Cistion laurifolii p.p.
M06	Matorrales	26.2+4	4060	A	I	Brezales alpinos y boreales: sabinares rastreros	74.7 Pruno-Juniperion sabiniae 74.1 Pino-Juniperion sabiniae (formaciones abiertas)
M07	Matorrales	7.1	4090	A	I	Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga: cambronales (Echinopartum ibericum) y escobonales supramediterráneos	65.1 Genistion floridae p.p. [sin Cytisus oromediterraneus; cf. M11]
M08	Matorrales	31.2+3+6+8	4090	A	I	Brezales oromediterráneos endémicos con aliaga: matorrales pulvinulares calcícolas y dolomíticas	64.4 Lavandulo-Echinopartum boissieri 64.8 Xeroacantho-Erinaceion 64.14 Andryalion agardhii 64.5 Sideritido-Salvion lavandulifoliae p.p.
M09	Matorrales	#	5110	A	I	Formaciones estables xerotermófilas de Buxus sempervirens en pendientes rocosas	66.1 Berberidion p.p. (bojedas) 66.3 Lonicero-Berberidion hispanicae (bojedas)
M10	Matorrales	30.1+2	#	A		Espinares caducifolios supramediterráneos con agracejos (Berberis spp.) o guillomos (Amelanchier ovalis) [incluyen bojedas]	66.1 Berberidion p.p. 66.3 Lonicero-Berberidion hispanicae
M11	Matorrales	7.1+26.1	5120	A	I	Piornales serranos supra-oromediterráneos (Cytisus oromediterraneus)	74.5 Cytision oromediterranei 65.1 Genistion floridae p.p. (con Cytisus oromediterraneus)
M12	Matorrales	30.1+2	5130	A	I	Formaciones de Juniperus communis en brezales o pastizales calcáreos	66.1 Berberidion p.p. (enebrales de J. communis) 66.3 Lonicero-Berberidion hispanicae (enebrales de J. communis)
M13	Matorrales	28.5.5	5210	A	I	Matorrales arborescentes de Juniperus spp. (J. phoenicea, J. oxycedrus, J. communis): sabinares negrales [CLM: sólo termófilos]	75.7 Rhamno-Quercion cocciferae p.p.: sabinares negrales [CLM: sólo termófilos] [enebrales de J. communis: cf. M05, M12]

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
M14	Matorrales	31.1	5330	A	I	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos: tomillares semiáridos termófilos	64.13 Sideritidion bourgaeanae
M15	Matorrales	#	5330		I	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos: retamares (Retama sphaerocarpa)	65.2 Retamion sphaerocarphae [CLM: cf. M21]
M16	Matorrales	28.2+5	5330	A	I	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos: arbustadas esclerofilas termófilas (lentiscales, acebuchares) luso-extremadurenses	75.7 Rhamno-Quercion cocciferae (Asparago albi-Rhamnetum fontqueri)
M17	Matorrales	28.4+5+2	5330	A	I	Matorrales termomediterráneos y pre-estépicos: arbustadas termófilas iberolevántinas	28.4 Genisto-Phlomidion almeriense 75.5 Asparago albi-Rhamnion oleoidis (lentiscales levantinos) 75.7 Rhamno-Quercion cocciferae (coscojares termófilos)
M18	Matorrales	28.3	#	C		Madroñales luso-extremadurenses (Arbutus unedo)	75.12.10 Phyllireo-Arbutetum (Ericion arboreae)
M19	Matorrales	28.5	#	C		Coscojares (Quercus coccifera)	75.7 Rhamno-Quercion cocciferae p.p. (coscojares)
M20	Matorrales	28.3+5	#	A		Maquias silicícolas levantinas (Teline patens, Erica arborea, E. scoparia)	75.12 Ericion arboreae p.p. 75.7 Rhamno-Quercion cocciferae p.p. (Hedero-Telinetum patentis)
M21	Matorrales	6.2+7.2+31.7	#	A		Jaguarzales, codesedas y tomillares sabulícolas	62.3.4 Halimietum commutati 62.3.5 Halimio-Halimietum commutati 65.2.5 Lavandulo-Adenocarpetum aurei 64.1 Rosmarinon p.p.
M22	Matorrales	20.1	92D0	A	I	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae): adelfares (Nerium oleander)	70.4 Rubo-Nerion oleandri (adelfares)
M23	Matorrales	35.6	92D0	A	I	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae): tamujares (Flueggea tinctoria)	71.7 Flueggeion tinctoriae
BD0	Bosques caducifolios	29.5	9120	A	I	Hayedos acidófilos atlánticos (Ilici-Fagion)	76.8 Ilici-Fagion
BD1	Bosques caducifolios	29.3	9180	A	P	Bosques mixtos de tilos de barrancos, laderas y escarpes (Tilio-Acerion)	76.2 Tilio-Acerion
BD2	Bosques caducifolios	29.2	#	A		Abedulares (Betula spp.) y tremulares (Populus tremula)	76.14 Betulion fontqueri-celtibericae
BR1	Bosques caducifolios	35.2+1	91B0	A	I	Fresnedas de Fraxinus angustifolia	71.2b Fraxino angustifoliae-Ulmenion (71.3 Osmundo-Alnion p.p.)
BD3	Bosques caducifolios	28.8	91B0	A	I	Fresnedas de Fraxinus ornus	76.10.4 Fraxino orni-Quercetum fagineae 75.13.3 Viburno-Fraxinetum orni

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
BR2	Bosques caducifolios	35.1	91E0	A	P	Bosques aluviales de <i>Alnus glutinosa</i> y <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>): alisedas	71.3 Osmundo-Alnion (alisedas)
BD4	Bosques caducifolios	29.6	9230	A	I	Robledales atlánticos de carballos (<i>Quercus robur</i>) o melojos (<i>Quercus pyrenaica</i>): melojares	76.7 Quercion pyrenaicae
BD5	Bosques caducifolios	29.5+6	#	A		Robledales albares (<i>Quercus petraea</i>)	(76.7 Quercion pyrenaicae - 76.8 Ilici-Fagion)
BD6	Bosques caducifolios	#	9240		I	Robledales (quejigares) ibéricos de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus canariensis</i>	76.10 Aceri-Quercion fagineae 75.2 Quercion broteroi (quejigares lusitanos y morunos)
BD7	Bosques caducifolios	29.4	#	A		Arcedas de <i>Acer monspessulanum</i> o <i>Acer granatense</i>	76.10 Aceri-Quercion fagineae (acerales) 76.7 Quercion pyrenaicae (acerales)
BD8	Bosques caducifolios	29.1+4	#	A		Avellanares (<i>Corylus avellana</i>)	76.12 Corylo-Populion tremulae 76.10 Aceri-Quercion fagineae
BD9	Bosques caducifolios	#	9260		I	Bosques de <i>Castanea sativa</i>	
BR3	Bosques caducifolios	35.2	92A0	A	I	Bosques de galería de <i>Salix</i> y <i>Populus</i> : choperas o alamedas (<i>Populus</i> spp.)	71.2 Populion albae
BR4	Bosques caducifolios	35.1+3+4+5	92A0	A	I	Bosques de galería de <i>Salix</i> y <i>Populus</i> : saucedas de galería (<i>Salix</i> spp.)	71b Salicetalia purpureae 71.3 Osmundo-Alnion (saucedas negras)
BR5	Bosques caducifolios	35.1.3	92B0	A	I	Bosques de galería de ríos mediterráneos de caudal intermitente con rododendros y otros: abedulares de <i>Betula fontqueri parvibracteata</i>	71.3.4 Galio-Betuletum parvibracteatae
BR6	Bosques caducifolios	20.2+3	92D0	A	I	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae): tarayales (<i>Tamarix</i> spp.)	70.1 Tamaricion africanae 70.3 Tamaricion boveano-canariensis
BR7	Bosques perennifolios	28.1.1	92D0	A	I	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae): loreras (<i>Prunus lusitanica</i>)	75.13.11 Viburno tini-Prunetum lusitanicae
BR8	Bosques caducifolios	35.1.1	92D0	A	I	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae): saucedas negras con <i>Myrica gale</i>	71.3.2 Frangulo alni-Myricetum gale
BS1	Bosques perennifolios	28.8+6	9320	A	I	Bosques de <i>Olea</i> y <i>Ceratonia</i> : acebuchares	75.2b Paeonio-Quercenion rotundifoliae (acebuchares termófilos) 75.3 Querco-Oleion sylvestris
BS2	Bosques perennifolios	#	9330		I	Alcornocales de <i>Quercus suber</i>	75.2.7 Sanguisorbo-Quercetum suberis

Tabla 1 (Continuación)

Hab	Grupo	CodCLM	CodDH	PR-CLM	PR-DH	Descripción (Directiva 92/43 y especificaciones)	Equivalencias en Checklist
BS3	Bosques perennifolios	28.6+8	9330	A	I	Alcornocales termófilos	75.2.7 Sanguisorbo-Quercetum suberis (termófilos con mirtos o lentiscos) 75.3 Quercus-Oleion sylvestris
BS4	Bosques perennifolios	28.7	9340	A	I	Encinares de Quercus ilex y Quercus rotundifolia: encinares con sabina albar	75.1b Quercenion rotundifoliae p.p.
BS5	Bosques perennifolios	#	9340		I	Encinares de Quercus ilex y Quercus rotundifolia	75.1b Quercenion rotundifoliae 75.2b Paeonio-Quercenion rotundifoliae
BS6	Bosques perennifolios	28.6+7+8	9340	A	I	Encinares (Quercus rotundifolia) termófilos levantinos y luso-extremadurenses	75.1b Quercenion rotundifoliae (termófilos) 75.2b Paeonio-Quercenion rotundifoliae (term.) 75.3 Quercus-Oleion sylvestris
BS7	Bosques perennifolios	29+35	9380	A	I	Acebedas (bosques de Ilex aquifolium)	Acebedas (76 Quercus-Fagetea, 71 Salici-Populetea)
BC1	Bosques de coníferas	#	9530		I	Pinares (sub-)mediterráneos de pinos negros endémicos	Pinares de P. nigra subsp. salzmannii
BC2	Bosques de coníferas	#	9540		I	Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos	Pinares naturales o seminaturales de P. halepensis, P. pinaster y P. pinea
BC3	Bosques de coníferas	26.3	9560	A	P	Bosques endémicos de Juniperus spp.: sabinas albares (Juniperus thurifera)	74.2 Juniperion thuriferae
BC4	Bosques de coníferas	28.6	9560	A	P	Bosques endémicos de Juniperus spp.: enebrales de Juniperus oxycedrus	75.2.b Paeonio-Quercenion rotundifoliae p.p. (enebrales de J. oxycedrus)
BC5	Bosques de coníferas	29	9580	A	I	Tejedadas mediterráneas (bosques de Taxus baccata)	Tejedadas

2.3 Evaluación de impactos potenciales sobre los tipos de hábitats y los ENPs

Para cada tipo de hábitat listado en la Tabla 1 se documentó su presencia o ausencia en cada uno de los 104 ENPs de Castilla-La Mancha, y se evaluó su susceptibilidad frente a las proyecciones del cambio climático en el ENP correspondiente, como se indica en el apartado 2.3. Para presentar los resultados de la evaluación de una forma compacta y resumir coherentemente los impactos, se han analizado las afinidades de composición de hábitats mediante una clasificación de la matriz de presencia/ausencia de tipos de hábitats en ENPs, cuyo resultado se muestran en la Fig. 15.

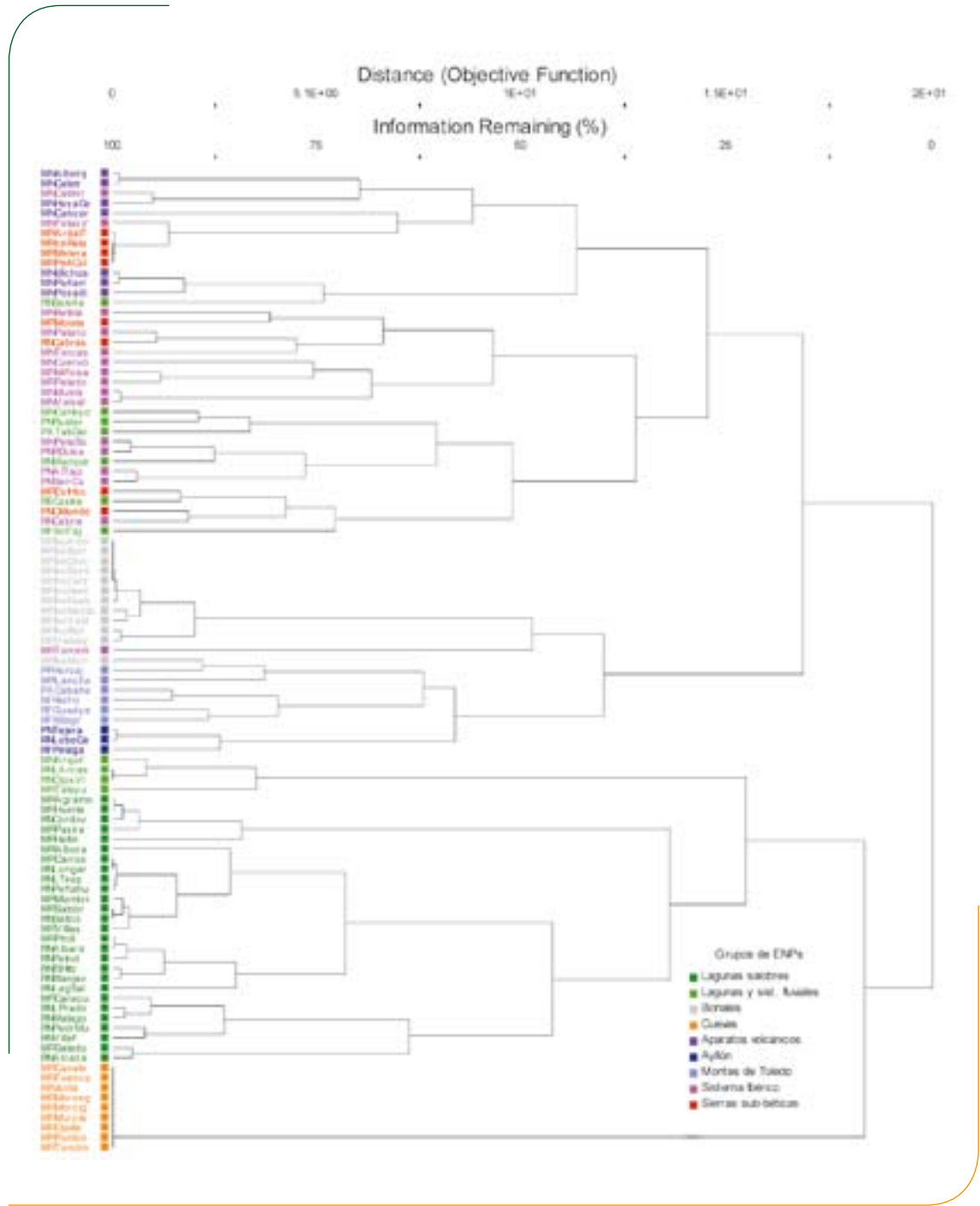


Figura 15: Clasificación de 99 ENPs de Castilla-La Mancha según su composición de tipos de hábitats (presencia/ausencia de 93 tipos de la Tabla 1), aplicando la distancia de Sorensen y una agrupación por el procedimiento beta-flexible (beta = -0.25). Las denominaciones de los ENPs aparecen abreviadas y precedidas de dos letras indicativas de la correspondiente figura (PA: Parque Nacional; PN: Parque Natural; RN: Reserva Natural; MR: Microrreserva; RF: Reserva Fluvial; MN: Monumento Natural; PP: Paisaje Protegido). No se han incluido en el análisis seis Monumentos Naturales pertenecientes al grupo de ENPs dedicados a aparatos volcánicos, en los que no se identificó la presencia de ningún tipo de hábitat de la Tabla 1.

La composición de hábitats separa nítidamente varios grupos de ENPs, entre los que se hallan las Microrreservas dedicadas a la conservación de cuevas, naturales o artificiales, importantes para los quirópteros; las lagunas salobres y los yesares, con frecuencia adyacentes; los ENPs de la sierra de Ayllón; un conjunto de ENPs centrado en los Montes de Toledo y áreas vecinas del occidente autonómico (Montes de Ciudad Real y valle del Tiétar); y las Microrreservas dedicadas a la conservación de bonales en las sierras oretanas y mariánicas, que tienen ciertas relaciones con los anteriores. El resto de los ENPs analizados muestra mayores interconexiones, pero resulta evidente un grupo conformado por los Monumentos Naturales dedicados a la conservación de aparatos volcánicos, y relativamente pobres en tipos de hábitats; y otro conformado por el conjunto de ENPs enclavados a lo largo del Sistema Ibérico y de las sierras subbéticas. Desglosando este último conjunto en dos grupos biogeográficos coherentes y bien diferenciados, resultan ocho grupos de ENPs, a los que hemos añadido un noveno conformado por aquellos ENPs centrados en la conservación de zonas húmedas (lagunas y sistemas fluviales) no o sólo parcialmente salobres. Este último grupo se individualiza pobremente en la clasificación, por cuanto algunos de los ENPs incluíbles en él se relacionan con los saladares (aunque separados en el dendrograma), en tanto que otros se intercalan entre los de los últimos grupos mencionados, debido a que además de los hábitats ribereños contienen también representaciones marginales de diversos hábitats adyacentes no riparios. La distribución de los ENPs de cada uno de los nueve grupos se recoge en la Fig. 16.

De esta forma, las evaluaciones de impactos potenciales se han sintetizado finalmente por referencia a estos nueve grupos de ENPs y se resumen en la Tabla 2. Para cada tipo de hábitat se indican los principales factores relacionados con el cambio climático que pueden influir en su susceptibilidad frente a él. Además de los factores asociados a efectos directos del cambio climático (calentamiento, aridificación y mediterraneización), se han añadido los relacionados con la cantidad y calidad de aguas, que son relevantes para los hábitats ligados a humedales y riberas, y se mencionan también, para aquellos tipos de hábitats susceptibles, otros dos: la mayor incidencia de incendios previsible bajo los nuevos escenarios, y los efectos, que pueden ser positivos o negativos, del abandono de usos agropecuarios. La tabla refleja mediante un código de colores la valoración cualitativa de los impactos potenciales de cada tipo de hábitat en cada grupo de ENPs, como se indica en el apartado 2.3. Cabe aclarar que en la tabla no se evalúan los tipos de hábitats que no están presentes actualmente en un grupo de ENPs, pero que podrían penetrar en el futuro en sus territorios, favorecidos por el cambio climático. En cualquier caso, la tabla destaca suficientemente los tipos de hábitats para los que cabe esperar expansiones bajo las futuras condiciones climáticas.

En los comentarios siguientes, centrados en los tipos de hábitats más característicos y más frecuentes (>25%) de cada grupo de ENPs, se resumen los resultados de la evaluación y se aclaran algunos de los criterios aplicados cuando se ha considerado pertinente. Además de caracterizar

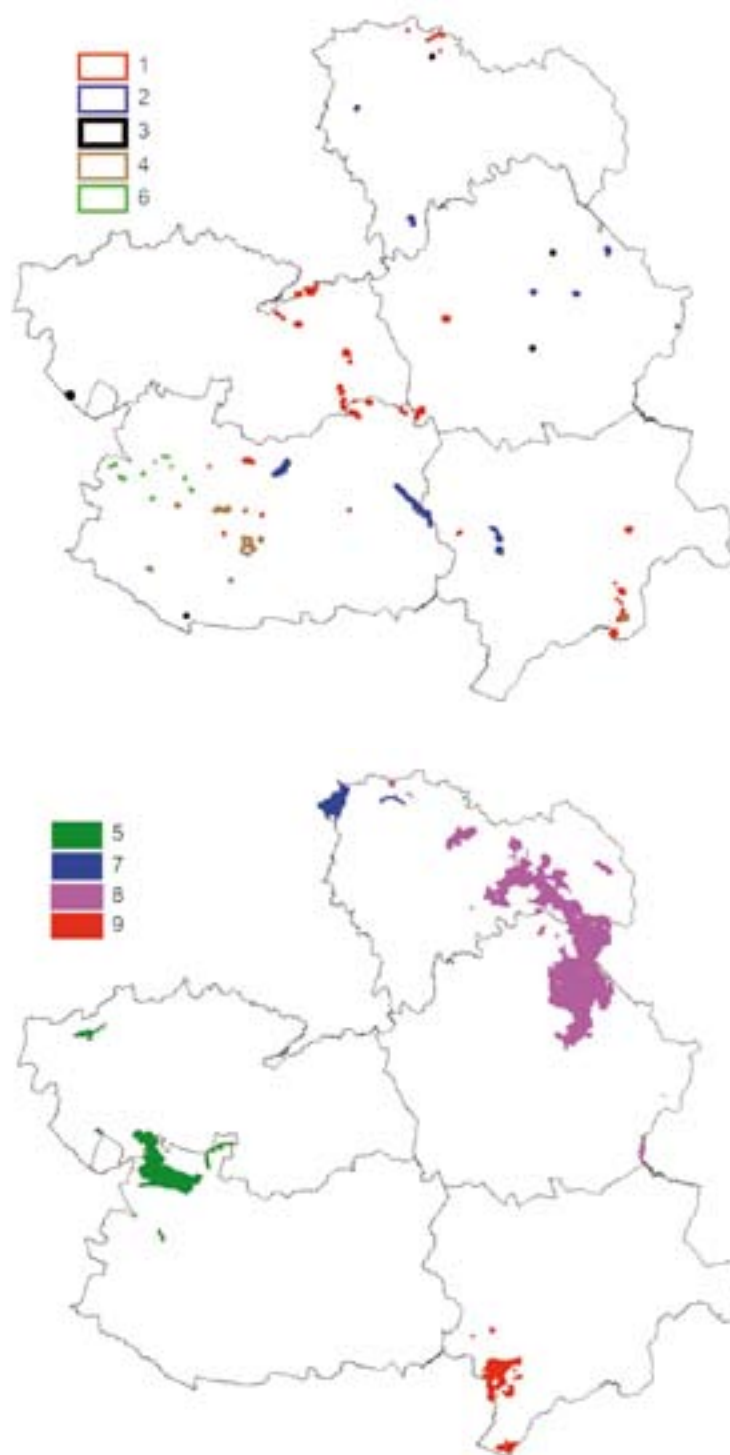


Figura 16: Distribución de los ENPs incluidos en cada uno de los nueve grupos reconocidos en la Fig. 15. 1: Lagunas salobres y yesares (28 ENPs); 2: Lagunas y sistemas fluvio-lacustres (11); 3: Cuevas (9); 4: Aparatos volcánicos (10); 5: Montes de Toledo (6); 6: Bonales oretanos y mariánicos (12); 7: Sierra de Ayllón (3); 8: Sistema Ibérico (17); 9: Sierras subbéticas (8).

brevemente cada grupo de ENPs, las Fig. 18-19 resumen las proyecciones de cambio climático para termotipos y ombrotipos en los dos escenarios. Se argumentan también los factores clave –importantes en el diseño de programas de seguimiento– que pueden afectar el curso futuro de los objetivos de conservación en cada grupo de ENPs, las incertidumbres asociadas y las estrategias de adaptación aplicables. En la Tabla 3 y la Fig. 17 se sintetizan, por grupos de ENPs, los resultados de la evaluación reflejada en la Tabla 2.

Lagunas salobres y yesares

Representados sobre todo en el cuadrante sudoriental de la región por un grupo nutrido de ENPs en general de dimensiones reducidas (Reservas Naturales y Microrreservas). Los tipos de hábitats más característicos son los ligados al complejo de la vegetación halófila de saladares interiores, que en principio pueden soportar los nuevos termotipos y ombrotipos previstos en estos territorios (Fig. 18), así como el incremento de la salinización asociado a la aridificación, a la consecuente mayor irregularidad de las inundaciones y al alargamiento de los períodos de desecación. Estas tendencias pueden favorecer a los hábitats halófilos a expensas de aquellos que requieren inundaciones más prolongadas y regulares y que se localizan en los mismos saladares o en las lagunas del grupo siguiente (2). Es por ello que el conjunto de los hábitats halófilos resistentes a la desecación puede reaccionar expandiéndose en el conjunto de la región, probablemente con reajustes internos en la preponderancia relativa de los hábitats concretos dependiendo de sus exigencias de hidromorfía. Los tipos de vegetación ligados a las estepas yesíferas también deberían mantenerse bajo climas más cálidos y áridos, con reajustes en su composición y con posibilidad de expandirse hacia áreas adyacentes en la medida en que la pérdida de productividad fomente el abandono agrícola.

La casi totalidad de estos ENPs se hallan inmersos en paisajes dominados por la agricultura, por lo que la reducción de los impactos asociados a estos usos, incluyendo la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos, representa una de las principales estrategias de adaptación para favorecer la resiliencia de los sistemas ligados a los saladares. La evaluación individualizada de impactos en cada ENP tropieza con la dificultad de trasladar los modelos climáticos a modelos hidrológicos concretos para cada laguna o saladar, que tienen dependencias variadas de los flujos superficiales y subterráneos. Esta insuficiencia puede limitar las posibilidades de identificar refugios y establecer prioridades en las actuaciones de protección. La utilización de aguas residuales urbanas convenientemente depuradas para reforzar la alimentación hídrica de estas lagunas, practicada hoy en algunas de ellas, puede ser una opción a desarrollar (Cirujano & Medina 2002). Por lo demás, se trata de sistemas con buen nivel de representación (que deberá completarse con algunos de los LICs propuestos) y replicación, y en los que la opción de translocar especies, si se confirma necesaria para su conservación, puede ser más exitosa que en otros grupos de ENPs.

Tabla 2: Tipos de hábitats, porcentaje de los ENPs de cada grupo en los que están presentes, evaluación cualitativa de impactos potenciales inducidos por el cambio climático y principales factores asociados que los determinan (leyendas de códigos de colores y factores al pie de la Tabla). El número de ENPs contenidos en cada grupo se indica en la Fig. 16.

Factores principales que influyen en la reducción (o en su caso la expansión) de cada tipo de hábitat: T: Calentamiento (elevación de las temperaturas), A: Aridificación, M: Mediterraneización, H: Cambios en los regímenes hidrológicos (reducción de caudales o de períodos de inundación), S: Salinización de suelos y aguas, E: Eutrofización de aguas, B: Abandono de usos agrícolas o ganaderos, I: Susceptibilidad frente a la intensificación del régimen de incendios.

Tipo Hab.	Grupos Factores:	Lagunas salobres	Lagunas y sist. fluv.	Bonales	Volcanes	Cuevas	Ayllón	Montes Toledo	Sistema Ibérico	Sierras béticas
S1	A H S	78							6	
S2	A H S	67							6	
S3	A H S	74	27						6	
S4	A H S B	63							6	
S5	A H S	52								
S6	A S	41	9							
S7	A S B	63								
S8	A H S E	44	9							
S9	A H S	41	9							
H1	T A H E		18	83				33	6	
H2	A H E	37	73					17	19	
H3	A H E	15	64					33	19	
H4	A H E		18					33	6	
H5	T A H E								13	
H6	A H S E	11	27		20			50	13	
F1	H							17	13	
F2	A H	7	9				33	50	13	
F3	H									
F4	A H							17		
F5	A H		9							
F6	A H E	4	27	17			33	100	19	
T1	T A M H E			75			33	17		
T2	T A M H E									
T3	T A M H E			17			100	33	6	
T4	T A M H E			8				17		
T5	A H	4	64						13	
T6	T A M H E								13	
R1	A H	4	18						13	25
R2	T		9				67	17	44	63
R3	T	4	18						81	88
R4	T				20		67	33	13	13
R5	T				10				6	
R6	-					100			25	13
P01	B							17		

Tabla 2 (continuación):

Tipo Hab.	Grupos Factores:	Lagunas salobres	Lagunas y sist. fluv.	Bonales	Volcanes	Cuevas	Ayllón	Montes Toledo	Sistema Ibérico	Sierras béticas
P02	B	4	18						31	
P03	T B						67			
P04	T A						33			
P05	T B		9						19	13
P06	T A B		9						38	
P07	T A M B	7	36		10			50	75	63
P08	T A M H B						100		19	
P09	T A M H B		18	92	10		67	83	19	
P10	A H B	11	73		30			67	25	25
P11	T A H		9				100	17	6	
P12	T A H B		9				67		13	
P13	T A H B						67	17	13	
D1	A B		9		10			50	6	13
D2	A B								6	
M01	T A B	19								
M02	A H			100			33	83		
M03	A H							50		13
M04	T A							67		
M05	T A M						100	17	13	
M06	T M								13	25
M07	T A						67	17		
M08	T B								31	25
M09	T A		9						25	13
M10	T A		9						50	25
M11	T A						67		6	
M12	T A								25	13
M13	T A								25	13
M14	T A M B	4								
M15	T M B		27		10			33	6	25
M16	T A M B				40			17		
M17	T A M B				10				6	
M18	A							50		
M19	T M B	4	27		40				13	75
M20	T A M									
M21	B							17		
M22	T A H									13
M23	T A H		9					17		
BD0	T A M						33			
BD1	T A M								25	
BD2	T A M H						100			
BR1	A M H		9				33	83	13	13
BD3	A									

Tabla 2 (continuación):

Tipo Hab.	Grupos Factores:	Lagunas salobres	Lagunas y sist. fluv.	Bonales	Volcanes	Cuevas	Ayllón	Montes Toledo	Sistema Ibérico	Sierras béticas
BR2	A M H E						67	33		
BD4	T A M			8			100	50	19	
BD5	T A M								13	
BD6	A M		9					50	44	25
BD7	T A							17	6	
BD8	A H								19	25
BD9	A M									
BR3	A H		36					17	31	25
BR4	A H		36	25			100	83	38	25
BR5	A H							50		
BR6	A H S	7	27						6	
BR7	A H E							33		
BR8	A H									
BS1	T A M									
BS2	A B I							33		
BS3	T A M									
BS4	T I		18						6	13
BS5	T A M	4	27		60			17	38	100
BS6	T A M	4			10			33	13	13
BS7	T A M								6	13
BC1	T A M I		9						44	13
BC2	T A I		9		10				25	63
BC3	T I		18						31	
BC4	A I		18		30					13
BC5	T A M						67	33	13	13

Evaluación cualitativa de impactos potenciales






-  Reducción acusada en las proyecciones para el escenario B2 y muy acusada en A2.
-  Reducción significativa en B2 o acusada al menos en A2.
-  Reducción moderada en B2 y en A2, o reducción limitada a sólo algunos subtipos del tipo de hábitat, o reducción y pérdida de especies previsible pero de magnitud incierta.
-  Tendencia al mantenimiento, o incertidumbre sobre si puede predominar la reducción o la expansión.
-  Tendencia a la expansión bajo las nuevas condiciones climáticas.

Tabla 3: Número de hábitats representados en cada grupo de ENPs según los impactos potenciales esperables del cambio climático (código de colores según la tabla precedente). Entre paréntesis se indica el número de tipos de hábitat presentes en al menos el 25% de los ENPs incluidos en cada grupo.

Grupo ENPs	1 Lagunas salobres y yesares	2 Lagunas y sist. fluvio-lacustres	3 Cuevas	4 Aparatos volcánicos	5 Montes de Toledo	6 Bonales oretanos y mariánicos	7 Sierra de Ayllón	8 Sistema Ibérico	9 Sierras béticas
	0 (0)	2 (0)	0	1 (0)	14 (9)	7 (4)	6	7 (1)	4 (2)
	7 (2)	19 (5)	0	4 (1)	17 (13)	2 (1)	10	23 (8)	14 (6)
	6 (0)	6 (3)	0	4 (3)	2 (1)	0	8	16 (5)	4 (3)
	6 (3)	7 (3)	1	2 (0)	6 (2)	0	0	8 (2)	4 (2)
	7 (4)	5 (3)	0	4 (1)	5 (2)	0	0	9 (3)	6 (3)
Total:	26 (9)	41 (14)	1	15 (5)	44 (27)	9 (5)	24	63 (19)	32 (16)

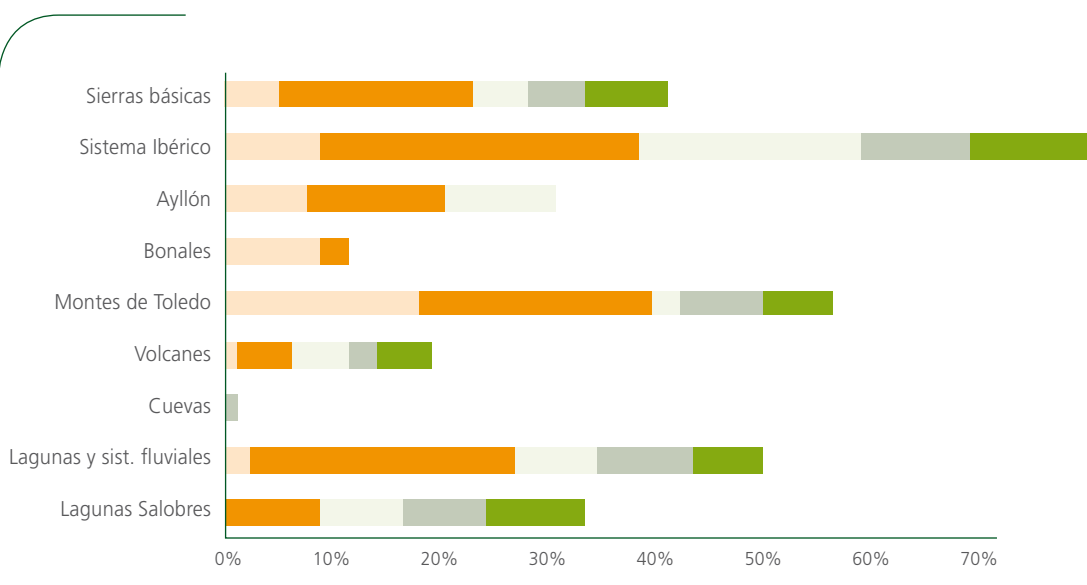


Figura 17: Número de tipos de hábitats presentes en cada grupo de ENPs según los impactos potenciales esperables del cambio climático (código de colores como en Tabla 3).

En conjunto, aproximadamente la mitad de los hábitats asociados a este grupo de ENPs pueden sufrir reducciones significativas bajo las proyecciones de clima futuro disponibles. Los impactos pueden ser más graves para la fauna, y especialmente para la ornitofauna propia de humedales, si, como es previsible, los períodos de inundación se tornan más breves e irregulares.

Lagunas y sistemas fluvio-lacustres

Grupo de ENPs representado a lo largo y ancho del territorio autonómico (Fig. 16), por lo que las respuestas previsibles serán variadas, con mayores posibilidades de conservación en el norte y mayor vulnerabilidad en el sur de la región. Comprende ENPs en general de dimensiones reducidas, encuadrados en figuras de protección diversas, entre las que predomina la Reserva Natural, pero se cuentan también Reservas Fluviales, Microrreservas, Monumentos Naturales e incluso el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. Algunos de los ENPs incluidos en el grupo comparten tipos de hábitats con las lagunas salobres del grupo precedente, en tanto que otros incluyen superficies adyacentes a los sistemas ribereños con tipos de hábitats comunes con los de grupos de ENPs dominados por sistemas no riparios.

Los tipos de hábitats acuáticos o ligados a condiciones de hidromorfía son, como en el grupo precedente, los que previsiblemente sufrirán impactos negativos debido a la aridificación (Fig. 18) y sus implicaciones en la reducción de caudales (niveles y períodos de inundación), el descenso de las capas freáticas y el deterioro de la calidad de las aguas motivado por el incremento de las concentraciones de nutrientes y contaminantes. La mayor susceptibilidad correspondería a los hábitats dependientes de condiciones de hidromorfía o caudales permanentes: comunidades de grandes cárices reófilos, masiegares, tobas, pajonales de *Molinia*, etc. En las galerías riparias es previsible la expansión de las arbustedas y bosqueillos propios de cauces temporales (tamujares, adelfares, tarayales) a costa de los bosques que requieren flujos permanentes (alamedas, fresnedas, etc.). Algunos freatófitos exóticos podrían verse favorecidos también por la modificación de las condiciones hidrológicas.

Para aproximadamente dos tercios de los tipos de hábitats representados en el grupo se prevén impactos potenciales negativos significativos. La evaluación individualizada de los ENPs afronta una problemática similar a la del grupo anterior, derivada de la dificultad de obtener buenos modelos hidrológicos de las lagunas y cursos fluviales en las proyecciones de clima futuro. La identificación de posibles enclaves de refugio es una de las tareas que deberá desarrollarse para proteger a algunos de los tipos de hábitats más sensibles. La dinámica del entorno agrícola de muchos de los ENPs incluidos en el grupo, la limitación de las extracciones de aguas subterráneas, la mejora de la calidad de las aguas, y la restauración de la vegetación ribereña natural se cuentan entre las medidas orientadas a favorecer la resiliencia de los sistemas ribereños. En los cauces fluviales, la recuperación de la cobertura arbórea de las riberas puede paliar al menos localmente los efectos del ascenso de la temperatura de las aguas, que entrañará impactos críticos para la fauna acuática. Como en el grupo anterior, la alimentación artificial con aguas depuradas, que se practica hoy en algunas lagunas, puede ser una opción a desarrollar, previa evaluación de sus posibles efectos desfavorables para ciertos componentes de la biota.

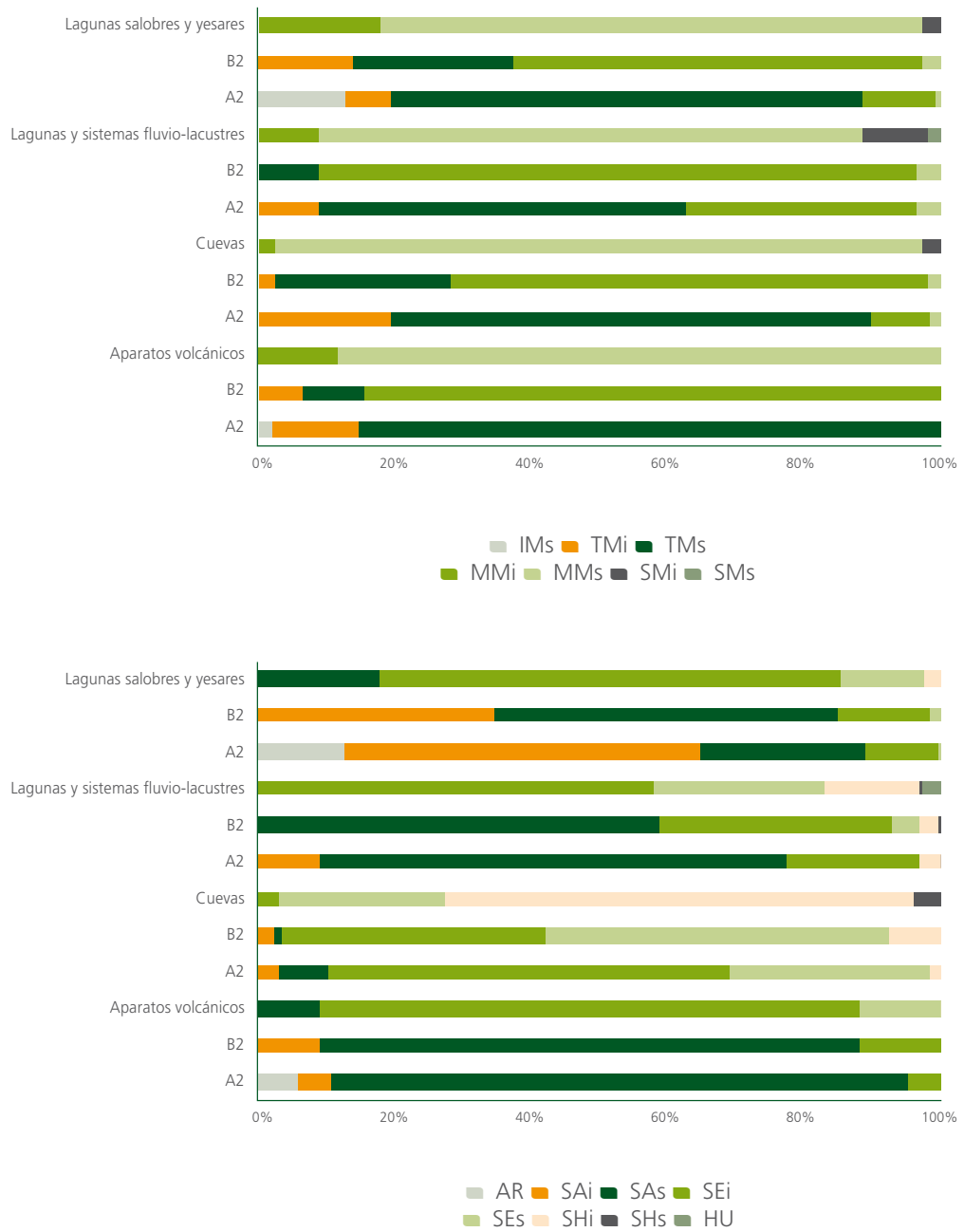


Figura 18: Cambios en la superficie ocupada por los distintos termotipos (arriba) y ombrotipos (abajo) en los diferentes grupos de espacios naturales protegidos de Castilla-La Mancha. La denominación de los grupos de ENPs señala la barra correspondiente al clima actual. Abreviaturas como en las Fig. 6 y 8.



Figura 19: Cambios en la superficie ocupada por los distintos termotipos (arriba) y ombrotipos (abajo) en los diferentes grupos de espacios naturales protegidos de Castilla-La Mancha. La denominación de los grupos de ENPs señala la barra correspondiente al clima actual. Abreviaturas como en las Fig. 6 y 8.

Cuevas

Grupo que comprende 9 ENPs dispersos por el norte, centro y sur de la región, en los que el principal y único tipo de hábitat presente corresponde a cuevas naturales o artificiales que revisten el interés de constituir guaridas importantes para diversas especies de quirópteros. La mayoría de las especies propias de estas Microrreservas tienen distribuciones actuales que permiten suponer que serían capaces de subsistir en los climas meso- o termomediterráneos secos que indican las proyecciones analizadas para el fin de siglo (Fig. 18), por lo que, en tanto no se disponga de modelos más detallados, las principales medidas a adoptar consistirían en la gestión adecuada del hábitat en torno a estos refugios. Capítulo aparte y bastante desconocido es el de los impactos que pueden sufrir las comunidades asociadas a los sistemas acuáticos subterráneos cársticos de algunas cuevas, como resultado de las modificaciones hidrológicas asociadas al cambio climático.

Aparatos volcánicos

Grupo integrado por 10 Monumentos Naturales concentrados casi en su totalidad en el Campo de Calatrava, cuyo objetivo de protección común es un elemento geomorfológico para el que el cambio climático no representa amenaza alguna. No obstante, algunos de ellos contienen representaciones de bosques y arbustedas naturales incluidas entre los hábitats protegidos, por lo que en las futuras condiciones climáticas, que contemplan la sustitución del ombrotipo seco actualmente predominante por ombrotipos semiáridos (Fig. 18), las arbustedas y matorrales podrían ampliar su extensión a expensas de los bosques. Algunos aparatos volcánicos contienen también humedales temporales (maares) que albergan representaciones de hábitats objeto de protección, para los que son previsibles tendencias regresivas por las mismas razones que se han expuesto respecto al Grupo 2.

Montes de Toledo

Comprende 6 ENPs de tipología y extensión variada pero bien definidos por su repertorio de tipos de hábitats, compartidos con otras áreas protegidas (LICs y ZEPAs) del occidente regional, incluíbles biogeográficamente en la subprovincia Luso-Extremadurese. Las proyecciones del clima para el final del siglo indican la desaparición del termotipo supramediterráneo y una fuerte reducción de los ombrotipos subhúmedos (Fig. 19), lo que supondría disminuciones muy importantes o completas del área actualmente ocupada por ciertos bosques caducifolios (melojares, quejigares) y matorrales de montaña (escobonales, cambronales de *Echinopartum*, brezales supramediterráneos). También experimentarían mermas otros bosques, arbustedas y matorrales esclerófilos exigentes en precipitaciones, como los alcornoques, los madroñales o los jaral-brezales. En contrapartida, cabe esperar expansiones de tipos de matorral más xerófilos (retamares, jarales, lentiscas), así como de los encinares (y en particular de los subtipos termófilos), aunque estos últimos podrían perder, en

las zonas bajas cuyo clima se torne semiárido, parte del terreno que ganen en altitud. Esta última tendencia sería más acusada en los LICs enclavados en las sierras mariánicas. Para las dehesas se prevén también retracciones, puesto que es improbable que los usos agroforestales necesarios para su desarrollo se extiendan en altitud, adentrándose en topografías desfavorables, y en cambio la aridificación de las zonas bajas promoverá el abandono.

En los Montes de Toledo y los sistemas montañosos relacionados hay buenas representaciones de distintos hábitats ligados a humedales y sistemas fluviales bien conservados, que sufrirían los efectos adversos de la aridificación como se ha expuesto en el apartado del Grupo 2; sobre los bonales, que también cuentan con buenas representaciones en este grupo, se aportan detalles en el apartado siguiente. Para otros hábitats acuáticos o higrófilos pueden pronosticarse también reducciones de su representación, con las incertidumbres asociadas a la dificultad de modelar los cambios en los regímenes hidrológicos. Respecto a los bosques riparios, cabe esperar impactos negativos en los tipos ligados a caudales permanentes y consecuentes expansiones de las arbustadas propias de cauces temporales, como los tamujares. Algunos bosques riparios con elevado interés de conservación, como los abedulares, las loreras o las alisedas, se cuentan entre los más vulnerables.

En conjunto, tres cuartas partes de los tipos de hábitats representados en estos espacios pueden experimentar impactos potenciales negativos significativos. La protección rigurosa de las representaciones de los tipos de hábitats más vulnerables y la amortiguación de presiones originadas por los usos del territorio serán las principales medidas de adaptación inmediatas. La segunda de ellas requerirá de procedimientos especiales de gestión debido a la gran proporción de propiedad privada, sobre todo en los LICs y ZEPAs. La regulación de los usos ganaderos y cinegéticos, cuyo mantenimiento bajo ombrotipos más áridos será problemático, constituye otro tema importante para la gestión; la intensificación cinegética supondría impactos añadidos para la conservación de ciertos tipos de hábitats. La modesta envergadura altitudinal de las sierras propias de este grupo de espacios limita sus posibilidades de cobijar enclaves refugiales, aunque deben analizarse en detalle (el LIC Montes de Toledo, por ejemplo, triplica la superficie remanente correspondiente al ombrotipo subhúmedo en el escenario A2, en relación con la que tendrían los ENPs actuales en el mismo escenario). Las migraciones hacia áreas más septentrionales están limitadas por la orientación de los sistemas montañosos y por la aridificación que sobrevendrá a lo largo de la fosa del Tajo; no obstante, para algunas especies las conexiones entre las sierras mariánicas y oretanas a través de los Montes de Ciudad Real pueden tener cierta funcionalidad.

Bonales oretanos y mariánicos

Comprenden un conjunto de 12 Microrreservas distribuidas por los Montes de Toledo, los de Ciudad Real y Sierra Madrona, y muy homogéneas en cuanto a sus objetivos de

protección, concentrados en los hábitats y especies ligados a los sistemas de turberas. Se trata de elementos muy sensibles a la desecación, incluso superficial, que promovería la interrupción del proceso de formación de turba, la mineralización de la materia orgánica acumulada y el reemplazo progresivo por prados con menores exigencias de hidromorfía y por vegetación arbustiva o arbórea. Las proyecciones apuntan hacia una fuerte aridificación de estos territorios, que pasarían de climas actuales mesomediterráneos secos superiores-subhúmedos inferiores, a termo- y mesomediterráneos (B2) o termomediterráneos (A2) secos inferiores (Fig. 18), condiciones claramente desfavorables para el desarrollo de la totalidad de los tipos de hábitats asociados. Además, parece que la mayoría de estas turberas tengan un origen relativamente moderno y es improbable que en su historia reciente hayan experimentado climas similares a los proyectados.

Aún con las incertidumbres sobre los impactos hidrológicos reales de la aridificación previsible, las posibilidades de adaptación son escasas y pasan por evitar las alteraciones del régimen hidrológico, restaurándolo en caso necesario; regular los impactos de la ganadería, que podrían intensificarse a medida que se reducen las disponibilidades hídricas (aunque cierta presión ganadera puede ser beneficiosa para algunas especies: Jiménez 2004); y articular programas de seguimiento para detectar señales tempranas de declive y confirmar posibles enclaves de refugio. Con las proyecciones disponibles, sólo tres de las 12 microrreservas incluidas en este grupo podrían mantener un ombroclima seco superior en el escenario A2: Barranco de Zarzalagorda, Cerro Barranquilla y Valdeyernos.

Sierra de Ayllón

Incluye tres espacios protegidos enclavados en el confín septentrional de la región y oriental del Sistema Central, a los que puede añadirse el LIC del mismo nombre. Se trata de territorios de litología silíceo dominados por climas supramediterráneos húmedos o más fríos, con aridez estival atenuada, en los que se hallan las cumbres más elevadas de la región. Las proyecciones del clima para finales del siglo indican la desaparición del termotipo orosubmediterráneo y la predominancia del termotipo supramediterráneo inferior y los ombrotipos subhúmedos (Fig. 19), así como una acusada mediterraneización por incremento de la aridez estival (Fig. 13). Estas tendencias implicarían una reducción muy acusada o extrema de los pastizales de alta montaña, de las comunidades de ventisqueros (debido a la disminución y acortamiento de la cobertura nival), de los pionales oromediterráneos, de los brezales y de bosques de óptimo eurosiberiano como hayedos y abedules. Aunque cabe esperar que subsistan enclaves refugiales para estos tipos de hábitats, la fuerte reducción de sus áreas de ocupación supondría mermas en la diversidad de las especies asociadas. También cabe esperar impactos potenciales negativos sobre los prados de siega, que podrían ser abandonados conforme disminuye su productividad con la aridificación, y sobre los tipos de hábitats rupícolas, en los que sobre todo las especies de alta montaña se enrarecerán. Los hábitats

riparios y de humedales, que también revisten interés en el territorio, acogerán impactos negativos pero menos intensos que los referidos en otros grupos de ENPs más meridionales.

Como es esperable en áreas de montaña, la casi totalidad de los tipos de hábitats de interés podrían sufrir potencialmente efectos adversos. Las vías de escape hacia el norte se verían parcialmente comprometidas por la discontinuidad de las áreas tanto supramediterráneas como subhúmedas entre los Sistemas Central e Ibérico (Fig. 6 y 8). Las opciones de adaptación deben cifrarse en incrementar la protección de los hábitats más vulnerables, aliviar presiones originadas por ciertos usos del territorio y profundizar en la detección y seguimiento de enclaves de refugio. Como se ha comentado anteriormente, ampliar la superficie protegida en este confín del territorio autonómico puede representar otra opción, puesto que el LIC aprobado captura más del doble de superficie con ombrotipos lluviosos que los tres ENPs actualmente declarados.

Sistema Ibérico

Es el grupo más extenso, con 16 ENPs de tipología variada extendidos desde el nordeste de Guadalajara hasta el sur de Cuenca, y el que contiene mayor diversidad de hábitats protegidos (63). Se trata de territorios de montaña, principalmente calcáreos, en los que el termotipo supramediterráneo es predominante y la representación de climas húmedos con veranos lluviosos importante (Fig. 13 y 19). Las proyecciones de cambio climático indican la desaparición casi total del termotipo supramediterráneo superior en el escenario B2, y la extensión considerable de termotipos mesomediterráneos en el A2; además, los ombrotipos húmedos se reducen considerablemente en B2 (Fig. 19) y desaparecen en A2, así como los veranos con aridez atenuada o nula (Fig. 13).

Estas tendencias supondrían reducciones considerables en los espacios climáticos potenciales de los hábitats de alta montaña (sabinars rastreros, matorrales y pastos psicroxerófilos) y de los bosques caducifolios exigentes en disponibilidades hídricas (quejigares, melojares, robleales, tilares). El marcado retroceso de los climas supramediterráneos secos apunta también hacia la regresión de ciertos tipos de bosques que hoy son característicos de estos territorios, como los encinares con sabinas y los sabinars albares. Estos últimos también podrían verse negativamente afectados por una intensificación del régimen pírco asociada al calentamiento y la mediterraneización, debido a la incapacidad de la sabina albar para regenerarse tras los incendios (Vázquez & al. 2002). El mismo problema podría surgir en el caso de los pinares de *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* y *P. sylvestris*. Los pinares albares son además un ejemplo de tipo de hábitat actualmente no considerado entre los objetivos de protección (no están incluidos en la Directiva Hábitats ni en el catálogo regional de hábitats de protección especial) pero con una alta vulnerabilidad frente al cambio climático en sus representaciones de la Serranía de

Cuenca, los Montes Universales y las sierras de Ayllón y Pela. La regresión de las formaciones forestales mencionadas tendría como contrapartida la expansión previsible de bosques esclerófilos (encinares) o de coníferas (pinos de pino carrasco y resinero) y de matorrales mediterráneos más resistentes a la sequía y con mejores respuestas regenerativas frente al fuego. Los hábitats riparios y de humedales, que también cuentan con representaciones de interés en el territorio, acogerán impactos negativos, aunque menos intensos que los esperables en otros grupos de ENPs más meridionales.

Aproximadamente las tres cuartas partes de los tipos de hábitats de interés representados en este grupo podrían sufrir impactos potenciales adversos. La migración hacia el norte por la vía del Sistema Ibérico podría ser operativa para ciertas especies, que podrían encontrar refugios favorables en macizos más septentrionales, fuera del territorio autonómico. Las opciones de adaptación deben cifrarse en incrementar la protección de los hábitats más vulnerables, profundizar en la detección y seguimiento de enclaves de refugio y aliviar presiones asociadas a usos del territorio, dentro de los espacios y en su entorno. La importancia de la explotación forestal en buena parte de estos ENPs puede ser una oportunidad para desarrollar actuaciones de gestión de los montes que, además de favorecer la sostenibilidad (véase, por ejemplo, el PORN del Parque Natural de la Serranía de Cuenca, DOCM 159: 16781-16817. 2006), contribuyan a su resiliencia frente al cambio climático.

Sierras subbéticas

Comprende 9 ENPs enclavados en el sistema de alineaciones subbéticas del sur de Albacete (sierras de Alcaraz, Segura, los Calares y Las Cabras) y sus estribaciones. Los termotipos actuales se reparten entre los pisos meso- y supramediterráneo, con una reducida representación oromediterránea en las cumbres de la sierra de Las Cabras. En las proyecciones para el escenario B2, desaparecerían prácticamente los termotipos oromediterráneo y supramediterráneo superior, pasando el mesomediterráneo a ser dominante; en el escenario A2 la reducción afectaría virtualmente a todo el supramediterráneo. Del ombrotipo subhúmedo dominante, con representaciones minoritarias del húmedo, se pasaría en ambos escenarios a un reparto del territorio entre el seco y el subhúmedo inferior; el húmedo desaparecería y el subhúmedo superior casi también (Fig. 19).

La aridificación y el calentamiento entrañan impactos potenciales graves para la vegetación de alta montaña (sabinas rastreros, matorrales orófilos, pastos psicroxerófilos) y para los bosques caducifolios y de coníferas exigentes en disponibilidades hídricas (quejigares, arcedas, pinos salgareños, tejedas, acebedas). Los hábitats ligados a ríos y humedales son también candidatos a sufrir impactos negativos, más acusados que en los sistemas montañosos del norte de la región. Los hábitats rupícolas mantendrán sus enclaves, como en otros territorios de montaña, pero con modificaciones de composición, por cuanto las especies de propias de la alta montaña

se enrarecerán. El nuevo clima favorecerá la expansión de arbustedas, matorrales, pinares de carrasco y encinares termófilos, así como, en las riberas, la vegetación propia de cauces de flujo intermitente. La presencia de hábitats de estos últimos tipos en las zonas bajas de los ENPs de este grupo hace que la proporción de hábitats susceptibles de impactos negativos significativos se limite a unos dos tercios del total.

Las posibilidades de adaptación son similares a las de los grupos de ENPs de montaña precedentes, con algunas particularidades. La migración hacia el norte de las especies típicas de áreas de montaña está muy obstaculizada por la configuración topográfica. La litología propia de las laderas medias y bajas puede favorecer, en circunstancias de pérdida de cobertura vegetal por incendios o sequías –que serán más probables a medida que avance la aridificación–, el desencadenamiento de procesos de erosión y desertificación. La gestión forestal es importante en varios de los espacios del grupo y por ello deben tenerse en cuenta sus posibles contribuciones a las estrategias de adaptación. Los cambios de uso que puedan sobrevenir en los mosaicos agrícolas que rodean a estos ENPs son otro de los elementos a considerar a la hora de articular medidas que favorezcan su resiliencia frente al cambio climático.

Otras áreas protegidas

Como se ha expuesto en el apartado 2.3, las insuficiencias de información sobre los tipos de hábitats presentes en el resto de las áreas protegidas de la región, junto con la variedad de figuras incluidas y de objetivos de conservación y procedimientos de gestión, nos han llevado a excluirlas del análisis precedente. Sin embargo, suman en conjunto una extensión casi seis veces superior a la de los ENPs y por ello tienen una importancia capital en la elaboración de estrategias de adaptación al cambio climático.

Los Refugios de Fauna y de Pesca (Fig. 20) conforman un pequeño conjunto en el que la principal y casi única regulación protectora es la prohibición de la caza o de la pesca con objeto de favorecer la conservación de especies de interés, no necesariamente incluidas en el Catálogo regional de Especies Protegidas. Los Refugios de Pesca y la mayor parte de los Refugios de Fauna podrían clasificarse por sus características entre los del Grupo 2 (Lagunas y sistemas fluvio-lacustres) antes comentado; otros encajarían en los grupos geográficamente relacionados. Por tratarse de espacios orientados a la conservación de especies concretas, una correcta evaluación de los impactos del cambio climático debe incluir análisis individualizados de la susceptibilidad de dichas especies. En su casi totalidad están incluidos ya en el conjunto de LICs y ZEPAs de la Red Natura 2000. Un número importante de Refugios de Fauna se han declarado posteriormente bajo otras figuras de ENPs en sentido estricto (Reservas Naturales, principalmente), por lo que sería recomendable unificar dentro de estas últimas figuras su delimitación y su gestión.

Las Áreas Críticas designadas en el marco de planes de conservación de las especies protegidas tienen características muy diferentes en el caso de la flora y de la fauna. Las primeras (Fig. 20) ocupan superficies muy reducidas (algunas de ellas se han declarado finalmente como Microreservas) a las que podrían extrapolarse impactos potenciales similares a los expuestos en los grupos de ENPs en cuyo entorno se ubican. Las Áreas Críticas de especies animales (Fig. 20) son, en cambio, mucho más extensas, se localizan en las dos provincias occidentales de la región y se superponen casi completamente con las superficies de LICs y ZEPAs. En ambos casos, el análisis individualizado de la susceptibilidad de cada especie frente al cambio climático es imprescindible para disponer de una adecuada evaluación de impactos.

Los 72 LICs delimitados para la Red Natura 2000 (Fig. 21) incorporan en sus perímetros la casi totalidad de los ENPs y otras áreas protegidas de la región, y se han definido teniendo en cuenta especies y tipos de hábitats como objetivos de conservación, por lo que configuran el núcleo central de la futura red regional de espacios protegidos. Una evaluación pormenorizada de impactos potenciales del cambio climático en los LICs sería un objetivo necesario a corto plazo y permitiría valorar la presumible mayor eficiencia de estas áreas frente a los actuales ENPs. En cualquier caso, la distribución de los LICs concuerda a grandes rasgos con los grupos de ENPs previamente delimitados, por lo que las tendencias generales comentadas para cada grupo serían en principio extrapolables a los LICs afines.

Las 38 ZEPAs actualmente declaradas componen el grupo más extenso de áreas protegidas, con casi $1.6 \cdot 10^6$ ha (Fig. 21). Exceptuando las dedicadas a las aves esteparias, que se localizan principalmente en las zonas agrícolas manchegas, el resto se superpone ampliamente con los LICs. Como en otros espacios centrados en la conservación de especies, los análisis individualizados de éstas son necesarios para disponer de adecuadas evaluaciones de impactos.

Por último, las Zonas Periféricas (Fig. 21) que se han delimitado en las declaraciones de algunos ENPs, constituyen áreas adicionales con regulaciones de usos del territorio orientadas a la conservación. Sólo parte de estas Zonas Periféricas está incluida en LICs o ZEPAs. La gestión del entorno de los ENPs se considera uno de los elementos clave para favorecer la resiliencia de los sistemas y la readaptación de las especies frente al cambio climático, por lo que el papel que pueden desempeñar estas áreas será importante. Uno de los problemas que deberán afrontarse reside en que la gestión de zonas periféricas queda fuera del ámbito de los PRUG o de los planes de gestión de los ENPs, por lo que jurídicamente podría ser necesario elaborar nuevos PORN cuando se desee modificar la gestión de zonas periféricas ya declaradas o establecer nuevas zonas periféricas en espacios ya declarados.



Figura 20: Otras áreas protegidas en Castilla-La Mancha: Refugios de Fauna, Refugios de Pesca y Áreas Críticas de flora (arriba), y Áreas Críticas de fauna (abajo).

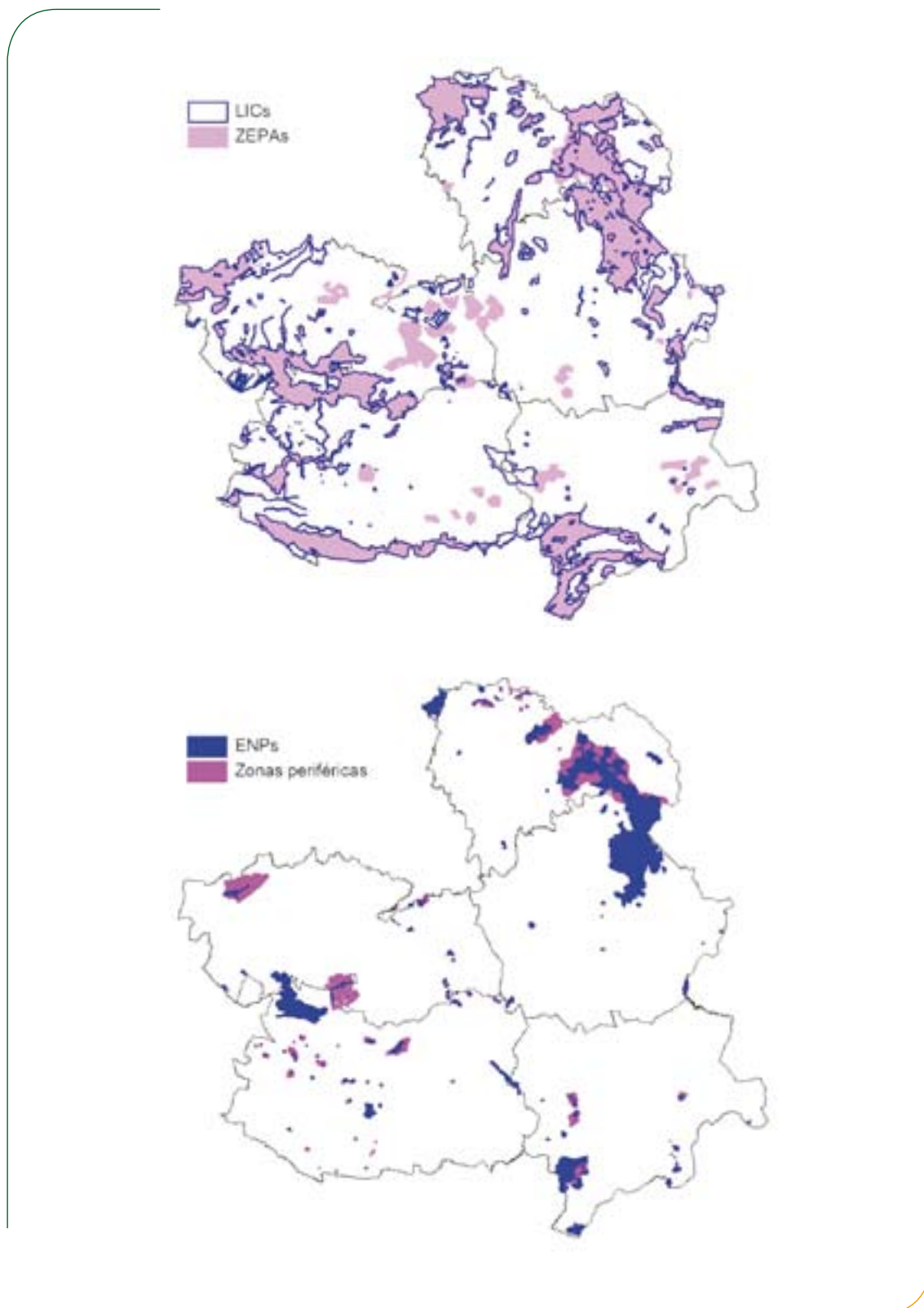


Figura 21: Otras áreas protegidas en Castilla-La Mancha: LICs y ZEPAs (arriba) y Zonas Periféricas (abajo).

3. Conclusiones y recomendaciones

3.1 Principales conclusiones de la evaluación

La evaluación preliminar de impactos potenciales que se ha presentado confirma tres componentes principales del cambio climático de acuerdo con los escenarios y proyecciones examinados: el calentamiento, cifrado en un corrimiento de entre medio y un termotipo completo para los escenarios B2 y A2 respectivamente; la aridificación, inducida más por la elevación de las temperaturas que por una disminución neta de las precipitaciones, con desplazamientos de entre $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ de ombrotipo en los escenarios B2 y A2, aproximadamente; y la mediterraneización, que supone la desaparición prácticamente total en la región de los climas sin sequía estival o con sequía atenuada.

La magnitud proyectada para el ascenso de las temperaturas supondría impactos muy importantes para los hábitats y especies de alta montaña, e importantes para los de montaña media, que sufrirían reducciones de distribución significativas; además, los primeros desaparecerían virtualmente de ciertos ENPs. Los desplazamientos latitudinales de algunos límites bioclimáticos son considerables: el límite entre los pisos termo- y mesomediterráneo en el escenario A2 llega a desplazarse más de 200 km hacia el norte en algunas zonas. La mediterraneización constituye una seria amenaza para la persistencia de especies y hábitats ligados a climas con sequía estival atenuada o nula, que tienen representaciones meridionales extremas en las montañas del norte de la región; pero también ejercería impactos en otras montañas del centro y sur de Castilla-La Mancha, donde sus efectos se superpondrían a los más generales derivados de la aridificación. Esta última es el componente del cambio climático con impactos potenciales más amplios, debido a sus repercusiones sobre la hidrología superficial y por tanto sobre las especies y hábitats ribereños, en particular en las dos provincias occidentales y en la meseta manchega; pero también por las consecuencias de la expansión de climas semiáridos, que excluyen o marginan a la mayoría de los bosques actuales como vegetación potencial natural, y la retracción de los ombrotipos moderadamente lluviosos requeridos por distintos bosques caducifolios o mixtos, arbustadas y matorrales.

De la severidad de las proyecciones analizadas da cuenta el hecho de que sólo un 20% de la extensión regional mantendría climas similares a los actuales en términos de sus correlatos biológicos en el escenario B2, proporción que se reduce a la tercera parte en el escenario A2. Es destacable asimismo la fragmentación y desconexión en las proyecciones de ambos escenarios tanto de las áreas supramediterráneas como de los ombrotipos subhúmedos o más lluviosos, lo que añade obstáculos para la migración y reacomodación de las especies.

La evaluación de impactos potenciales por grupos de ENPs sitúa los mayores problemas en los sistemas montañosos, predominantemente silíceos, del occidente regional (Ayllón y estribaciones,

Montes de Toledo y Sierra Morena), donde más de las tres cuartas partes de los tipos de hábitats presentes podrían experimentar afecciones significativas. Entre éstos se halla el conjunto de la vegetación de alta montaña; los bosques, arbustadas y matorrales sensibles a la mediterraneización o a la aridificación, y los ligados a riberas y humedales. En segundo lugar se sitúan los ENPs del Sistema Ibérico, las serranías subbéticas y el grupo de las lagunas y sistemas fluvio-lacustres, que registran en promedio unas dos terceras partes de tipos de hábitats afectados. Como en el caso anterior, muchos de estos hábitats se cuentan entre los principales objetivos de conservación de los correspondientes ENPs. Saladares y yesares, aparatos volcánicos y cuevas serían los grupos de ENPs potencialmente menos afectados por el cambio climático proyectado.

Por lo tanto, las mayores vulnerabilidades se detectan entre las especies y hábitats de alta y media montaña, sobre todo si además son sensibles a la sequía estival, así como las ligadas a humedales permanentes. El conjunto de las especies y hábitats mediterráneos exigentes en precipitaciones sufriría también retracciones importantes y generalizadas, con excepción quizá del valle del Tiétar. El dominio de climas más cálidos y áridos que los actuales favorecería, por el contrario, la expansión de especies termófilas y xerófilas, así como de especies generalistas y adaptadas a las perturbaciones, e incrementaría el riesgo de invasiones (Valladares & al. 2005, Fernández-González & al. 2005).

3.2 Estrategias de adaptación

Los retos a los se enfrenta la articulación de estrategias de adaptación al cambio climático provienen de la magnitud y de la extraordinaria rapidez con la que está ocurriendo. Velocidad y magnitud comprometen la resiliencia de los sistemas afectados, entendida como el grado de cambio o alteración que un sistema puede absorber sin experimentar modificaciones sustanciales en sus estructuras y procesos (Holling 1973, Gunderson 2000, Hansen & al. 2003). A estos dos aspectos se añaden las incertidumbres de los modelos y proyecciones de evolución futura del clima (Brunet & al. 2008), que dificultan considerablemente la evaluación de los posibles impactos. Además, las incertidumbres se incrementan a la hora de evaluar los impactos, a causa de la complejidad de los procesos involucrados y de nuestro conocimiento limitado y parcial de muchos de ellos, así como de la capacidad de respuesta de los sistemas afectados. La acumulación de incertidumbres a distintos niveles complica el panorama de la toma de decisiones y, por consiguiente, de la articulación de medidas de adaptación.

En lo que concierne a la conservación de la biodiversidad, las principales respuestas de las especies frente al cambio climático pasan por la aclimatación a las nuevas condiciones locales (plasticidad fenotípica o modificación genética) o por la migración hacia áreas, en general de mayor altitud o latitud, que proporcionen condiciones favorables para la subsistencia. La capacidad de respuesta evolutiva (microevolutiva) en los plazos disponibles será limitada, tanto en su alcance

biológico como en la proporción de especies capaces de responder por esta vía (Bradshaw & Holzapfel 2006, Franks & al. 2007). La redistribución de las especies, o, dicho de un modo más general, su reacomodación, tropezará con los obstáculos creados por siglos de transformación del paisaje a cargo de distintos usos del territorio, que han fragmentado los hábitats dificultando las posibilidades de migración para muchas especies. Las presiones antrópicas ejercidas sobre las especies y hábitats (contaminación, sobreexplotación de especies y de recursos hídricos y edáficos, competencia con especies invasoras) deterioran su capacidad de resiliencia y agudizan su vulnerabilidad frente a los cambios ambientales. Y los distintos niveles de incertidumbre suponen aceptar la premisa de que ignoramos los detalles de la distribución futura de las especies y de la composición de las nuevas comunidades, más allá de tendencias generales. Esta caracterización de la situación subraya las limitaciones de la gestión posible, pero a la vez permite reconocer los principios más sólidos en los que cabe basarla: favorecer la resiliencia (amortiguando presiones antrópicas e impactos ocasionados por eventos extremos) y facilitar la reacomodación (identificando áreas de refugio y fomentando la conectividad entre hábitats) de las especies frente al cambio climático, como estrategias para conservar la máxima proporción de biodiversidad, aunque sea en muchos casos a través de representaciones mínimas, y hasta que reviertan las condiciones o dispongan de tiempo suficiente para desplazarse las especies menos móviles. Los ENPs pueden desempeñar funciones clave en el marco de estos dos principios, cuyo desarrollo implica una serie de líneas o perfiles de actuación que se exponen seguidamente (Halpin 1997, Hansen & al. 2003, CCSP 2008).

- (1) *Protección efectiva* de los objetivos de conservación, y en particular de las características estructurales y especies y procesos clave de los ecosistemas. Esta protección reviste mayor importancia si cabe en las zonas estratégicas de acuerdo con las proyecciones de cambio climático, entre las que se cuentan las áreas de solapamiento de las distribuciones actuales y futuras (proyectadas) de las especies vulnerables, o las áreas intermedias entre unas y otras. En lo que respecta a los ecosistemas, la protección debe entenderse orientada principalmente a mantener la calidad y las funciones más que la composición o las especies concretas (Harris & al. 2006).
- (2) *Reducción de las presiones antropógenas* sobre los sistemas naturales y seminaturales: contaminación, fragmentación, degradación de hábitats, sobreexplotación de especies, suelos y aguas, introducción de invasoras, etc. Deben incluirse aquí también ciertas medidas de adaptación de las prácticas ganaderas, pascícolas y agrícolas (cargas y calendarios de siega y pastoreo) a las modificaciones fenológicas impuestas por el cambio climático. Esta línea es la que suscita el mayor grado de acuerdo entre expertos y acumula mayores evidencias de operatividad, y supone en esencia mantener los esquemas de gestión propios de los ENPs, reduciendo o amortiguando las presiones de origen no estrictamente climático que disminuyen la capacidad de resiliencia de especies y hábitats. Parte de estas presiones, sobre todo cuando se producen en el entorno

de ENPs, representan obstáculos para la reacomodación, por lo que la gestión de las zonas periféricas e intermedias entre ENPs cobrará particular importancia.

- (3) *Optimizar la representatividad de los objetivos de conservación en ENPs.* En la medida en que muchas especies y tipos de hábitats experimentarán mermas en su abundancia y distribución a consecuencia del cambio climático, ya temporales o a más largo plazo, es recomendable incrementar sus representaciones en las redes de ENPs en relación a su susceptibilidad, cuando ello sea posible. Se contempla no sólo el aumento de superficie de ocupación o de contingentes poblacionales de especies o hábitats actualmente protegidos, sino también la ampliación y diversificación de objetivos con hábitats, especies, poblaciones o genotipos hoy no protegidos formalmente pero que se verán amenazados a medida que cambien las condiciones climáticas. La redefinición de los objetivos de conservación conllevará la exclusión de aquellos que se vean favorecidos por el cambio climático, aunque estos casos serán ciertamente menos frecuentes.
- (4) *Incrementar el nivel de replicación de los objetivos de conservación en ENPs.* Se trata de garantizar representaciones múltiples de especies y hábitats en distintos ENPs, como forma de asegurar su conservación frente a eventos extremos con impactos localmente irreversibles, perturbaciones asociadas, plagas o, en general, declives abruptos de su abundancia provocados por una combinación de estos y otros factores. Disponer de varias representaciones geográficamente separadas de una especie reduce la probabilidad de su extinción regional a causa de eventos catastróficos (vendavales, sequías, incendios severos, erosión, episodios de eutrofización y contaminación de aguas asociados tanto a la reducción de caudales como la ocurrencia de lluvias torrenciales, etc.), que todas las evidencias indican que serán más frecuentes a medida que avance el cambio climático. La redundancia en las representaciones permite asimismo abordar procedimientos de gestión adaptativa con garantías, aplicando por ejemplo diferentes tratamientos o actuaciones en distintas situaciones y contrastando sus efectos (Millar & al. 2007).
- (5) *Adaptar la restauración.* Las actuaciones de restauración, entendidas en su más amplio sentido, desempeñarán un papel clave en el fomento de la resiliencia y la reacomodación, pero para ser plenamente operativas deberán reenfocarse y planificarse con meticulosidad (Andel & Aronson 2005, Harris & al. 2006, Valladares & Gianoli 2007). En lo que concierne a los ENPs, la selección de hábitats susceptibles de restauración debe tener en cuenta las áreas más adecuadas de acuerdo con las proyecciones de cambio climático, entre las que se cuentan las que pueden asegurar el mantenimiento de especies vulnerables o las que pueden acoger poblaciones migrantes, según lo expuesto respecto a la línea 1. En las actuaciones de restauración practicadas en el entorno de ENPs es además importante evitar la utilización de especies exóticas (Vilà & al. 2008), sobre todo si tienen potencialidad invasora, y hay que tener en consideración que pueden adquirirla bajo las nuevas condiciones o cuando el cambio climático genere nichos para la colonización como consecuencia del enrarecimiento de las especies autóctonas. La restauración de

riberas, acuíferos y regímenes hidrológicos naturales se ha comentado ya como una estrategia adaptativa importante en sistemas fluviales y lacustres. En particular, la reforestación con árboles nativos de sombra y la creación de zonas húmedas permanentes en las riberas restauradas pueden contrarrestar las tendencias hacia la reducción e intermitencia de caudales y favorecer la heterogeneidad de los hábitats ribereños. La planificación de actuaciones frente a la incidencia previsiblemente más frecuente de episodios catastróficos (sequías prolongadas, plagas, incendios severos) es otro de los aspectos de la restauración a tener en cuenta. En el manejo de las masas forestales y en las reforestaciones será recomendable utilizar con mayor asiduidad mezclas de especies con distintos requerimientos ecológicos, introducir especies resistentes al fuego (y en particular capaces de recuperar la cobertura con rapidez tras un incendio), evitar densidades excesivas, favorecer la asincronía o la diversidad de edades de las masas, fomentar la diversidad genética en las plantaciones (y no sólo los genotipos más productivos), etc., con el fin de crear sistemas con mayor resiliencia frente al cambio climático y las perturbaciones asociadas (Imbert & al. 2004, Zavala & al. 2004). La importancia en los sistemas mediterráneos de la heterogeneidad ambiental y de los procesos de facilitación son otros de los aspectos a incorporar en los planes de restauración.

Aunque las proyecciones disponibles son todavía poco concluyentes, cabe la posibilidad de que al menos en partes de la región predomine el abandono de usos ganaderos o agrícolas a causa de las mermas de productividad bajo los climas futuros (ver apartado siguiente). El riesgo de expansión de matorrales en estas áreas puede inducir dinámicas desfavorables para el riesgo de propagación de incendios (Moreno 2005). El recurso de los fuegos prescritos como herramienta para mimetizar el régimen natural de incendios y prevenir las consecuencias de incendios severos, de gran extensión y bajo condiciones climáticas extremas, se viene recomendando en otros países en el marco de las estrategias de adaptación (Millar & al. 2007). En general, es más recomendable fomentar la conectividad mediante la ampliación de las áreas ocupadas por sistemas seminaturales o extensificados que mediante el simple abandono de los usos del territorio. Algunas contribuciones recientes indican que, al menos a medio plazo, en Europa sería viable favorecer la extensificación frente al abandono mediante adecuadas políticas económicas agrarias (van Meijl & al. 2006).

- (6) *Refugios*. La identificación y protección de refugios frente al cambio climático es otro de los componentes más comúnmente recomendados en el marco de las estrategias de adaptación. Por refugios se entienden áreas o enclaves cuyas características climáticas o topográficas les confieren menor susceptibilidad de afección frente a las tendencias previstas de cambio climático. Pueden corresponder bien a zonas de solapamiento entre las distribuciones actuales y futuras de las especies o hábitats, bien a topografías o microtopografías que amortiguarían localmente las variaciones del clima más desfavorables para la subsistencia de dichas especies o hábitats. En consecuencia, pueden actuar como reservorios para la

recuperación futura de especies y hábitats en retroceso, o como destinos intermedios para componentes sensibles migrantes. La localización de posibles refugios para los componentes de la biodiversidad más sensibles al cambio climático podrá afinarse a medida que se disponga de proyecciones más detalladas, en tanto que las medidas de protección deberán orientarse a que estos enclaves puedan cumplir tales funciones.

Este aspecto, combinado con lo expuesto en las líneas 2, 3 y 4, supone que uno de los requisitos de las estrategias de adaptación en la conservación de la biodiversidad será el de ampliar la superficie protegida, como se ha argumentado en distintos estudios que ponen de manifiesto que, frente al cambio climático, incluso el objetivo de alcanzar un 10% de superficie protegida se queda corto (Hannah & al. 2002, Araújo & al. 2004, Hannah & al. 2007). El Reino Unido se ha planteado duplicar la superficie de ENPs para 2030 (RSPB 2008). Como norma, los ENPs de mayores dimensiones tienen más probabilidad de albergar condiciones más variadas, microhábitats favorables para especies sensibles o los mosaicos de hábitats requeridos por ciertas especies, lo que aumenta su capacidad de mantener localmente representaciones de especies y hábitats vulnerables al cambio climático. Por ello, en Europa y en particular en España la gestión adecuada de los espacios de la Red Natura 2000 será clave en las estrategias de adaptación. Además de que el conjunto de LICs y ZEPAs conforman una superficie sensiblemente mayor que la de los ENPs actuales, cubren probablemente las principales tendencias de ampliación que se prevén necesarias (áreas de montaña, territorios situados al norte de los límites de los actuales ENPs, entornos de los ENPs, refugios, etc.), aunque la evaluación detallada de su eficiencia en el marco de la adaptación al cambio climático está por hacer. La mejora de la conectividad entre ENPs es otro de los aspectos a tener en cuenta, aunque en el diseño de corredores debe recordarse que su efectividad es nula o cuestionable para muchas especies y que pueden ocasionar efectos perjudiciales para otras, así como favorecer la propagación de plagas, invasiones o perturbaciones (Groom & al. 2006).

- (7) *Translocación*. La translocación de especies representa otra de las opciones de actuación, aunque por el momento es la que cuenta con menos evidencias de operatividad (Hulme 2005, McLachlan & al. 2007) y con menos acuerdo entre los expertos sobre sus posibilidades (CCSP 2008), considerándose preferible favorecer los movimientos naturales de las especies. El balance entre beneficios de la creación artificial de nuevas poblaciones para la conservación de especies concretas y posibles perjuicios para los sistemas, es desfavorable para los primeros, al menos con el horizonte de incertidumbres bajo el que tienen forzosamente que adoptarse las decisiones (Hulme 2005, RSPB 2008), por lo que resulta en principio más interesante fomentar la conectividad entre hábitats y mantener en buen estado de conservación los principales organismos dispersores, sobre todo los que actúan a larga distancia. No obstante, la translocación puede que sea la única opción viable para especies con capacidades dispersivas muy limitadas o para sortear ciertas barreras de dispersión, tanto artificiales como naturales. Incluso en tales casos será necesario desarrollar

estudios individualizados tanto de la viabilidad de las introducciones (que tienen tasas de fracaso elevadas cuando se realizan fuera de las áreas históricas de las especies; Primack & Ros 2002) como de sus impactos sobre otras especies. Abordar programas de translocación requerirá en cualquier caso incrementar las accesiones de especies vulnerables en los bancos de germoplasma, un tema sobre el que hay acuerdo científico en que debe promoverse con urgencia (Moreno Saiz & al. 2003, Bachetta & al. 2006).

Estas líneas de actuación implican una serie de nuevas orientaciones o reenfoques en la gestión de los ENPs y de la conservación de la biodiversidad en general, que se resumen seguidamente.

- (a) *Cambio de escala y flexibilización en la toma de decisiones.* El marco de incertidumbres en el que se tendrá que mover forzosamente la gestión de los ENPs obligará, por una parte, a adoptar decisiones o modificarlas según ocurran los acontecimientos (Hobbs & al. 2006), lo que requerirá programas de seguimiento eficaces y planes de gestión más ágiles y flexibles. Por otra, las medidas de respuesta deberán decidirse desde una perspectiva geográfica amplia, y no desde la visión particular de un ENP concreto. Si la conservación de un objetivo puede alcanzarse con mayores garantías en un determinado ENP, es razonable que pueda descartarse en otros ENPs cuyas probabilidades de éxito con dicho objetivo sean escasas, en atención a la racionalidad de los recursos. El organigrama actual de los ENPs de la región, con una gestión coordinada desde el OAEN, es una oportunidad para enfocar de esta forma la toma de decisiones, sin prescindir por ello de la posibilidad de establecer coordinaciones estratégicas a escala estatal o incluso más amplia.
- (b) *Revisión de los objetivos de conservación.* Como se ha expuesto, el cambio climático determinará que un buen número de especies y tipos de hábitats susceptibles y hoy no priorizados como objetivos de protección, deban pasar a estarlo a medida que se registren retracciones de sus áreas de distribución o declives en su abundancia. Vistas las dimensiones y la rapidez del cambio climático proyectado, este caso será más frecuente que el contrario, que no obstante también es esperable que se produzca, por el cual especies hoy conceptuadas como amenazadas puedan dejar de estarlo al ampliar su distribución o su abundancia en los escenarios de clima futuro. La revisión de las categorías de amenaza de las especies requerirá con seguridad adaptar los criterios que actualmente se aplican (UICN 2001) o complementarlos con otros nuevos, para poder evaluar la situación futura en función de las proyecciones de cambio climático disponibles, de los resultados de los modelos de distribución futura de las especies y de las incertidumbres asociadas. En el caso de los tipos de hábitats la situación es aún más compleja, puesto que se carece de criterios suficientemente consensuados sobre su priorización, y además las respuestas individualistas de las especies frente al cambio climático determinarán composiciones de los hábitats diferentes a las actuales, e incluso,

probablemente, tipos de hábitats 'nuevos' o al menos no reflejados en las clasificaciones al uso (Hobbs & al. 2006).

Entre las decisiones insospechadas que acarreará el cambio climático se halla la de tener que renunciar a la conservación de ciertos objetivos de protección en determinados ENPs o incluso en regiones enteras, cuando sus requerimientos climáticos sean imposibles de asegurar en ningún enclave y la racionalización de esfuerzos en conservación aconseje concentrarlos en objetivos viables y descartar actuaciones costosas e inútiles. Este tipo de renuncias, ciertamente nuevas en el campo de la biología de la conservación, deberán adoptarse respetando el principio de precaución y considerando los altos y variados niveles de incertidumbre bajo los que se opera, para lo cual deberían estar anticipadas por predicciones sobre el curso esperable de los acontecimientos y acordadas tras la constatación de signos, derivados de programas de seguimiento, que confirmen dichas predicciones.

Otro tipo de decisiones novedosas son las que se derivarán del ingreso de ciertas especies en determinados ENPs como resultado de desplazamientos migratorios motivados por el cambio climático. La evaluación de cada situación deberá resolver si se trata de invasiones o expansiones con connotaciones perjudiciales para el ENP, o si por el contrario deben considerarse respuestas naturales que es necesario favorecer, y que incluso en ciertos casos pueden tener que considerarse como nuevos objetivos de protección para el ENP en cuestión.

- (c) *Revisión del diseño de las redes de ENPs.* La necesidad de ampliar las redes de ENPs es otra de las conclusiones claras de los estudios preliminares realizados sobre los impactos del cambio climático sobre la biodiversidad (Hannah & al. 2007, Gaston & al. 2009). Como se ha expuesto al respecto de la línea de actuación 6 en este mismo apartado, la recomendación se justifica por los requerimientos de niveles de protección más efectivos, reducción de presiones sobre la biodiversidad, mayor control del entorno de los ENPs, fomento de la conectividad entre ENPs, o identificación de áreas de refugio que pueden localizarse fuera de las redes actuales de ENPs. En Castilla-La Mancha, como en general en la Unión Europea, será por ello recomendable centrar las estrategias de adaptación en los espacios de la Red Natura 2000, más grandes y con mayores capacidades de resiliencia y reacomodación que las redes de ENPs anteriores. El desarrollo completo de las prescripciones de las Directivas de Aves y de Hábitats y la declaración y establecimiento de planes de gestión en LICs y ZEPAs que incorporen la adaptación al cambio climático, constituyen medidas urgentes en el marco de esta orientación.
- (d) *Transversalidad de la conservación de la biodiversidad.* El carácter transversal o multi-sectorial de las iniciativas a favor de la conservación de la biodiversidad es perfectamente aplicable a las correspondientes estrategias de adaptación frente al cambio climático. La transversalidad implica en este caso que la conservación de la biodiversidad debe introducirse en los planes de adaptación al cambio climático de otros sectores, entre los que se

han mencionado ya en otros puntos de este Informe: la ordenación del territorio, la gestión forestal, la restauración ecológica, la agricultura y las medidas agroambientales, etc. En relación con estas últimas, se está avanzando la argumentación de que al menos parte de los subsidios agroambientales deberían revertir hacia las estrategias de adaptación (e.g. RSPB 2008). La evaluación de impacto ambiental debe también considerar las implicaciones del cambio climático, y es recomendable extender las evaluaciones ambientales estratégicas.

- (e) *Desarrollo de procedimientos de gestión adaptativa en los ENPs.* Las incertidumbres asociadas a los impactos del cambio climático hacen difícil adoptar estrategias de adaptación verdaderamente proactivas, basadas en previsiones detalladas de los posibles impactos, de forma que antes de que éstos se verifiquen puedan ejecutarse actuaciones de respuesta. Más bien cabe esperar que la adaptación posible se mueva entre estrategias anticipativas planificadas, con medidas que se ponen en marcha cuando se aprecian señales de impactos concretos dentro de la gama de los esperables, y adaptaciones reactivas, cuando se registren impactos no previstos (IPCC 2007). Para estos tipos de estrategias, y bajo dosis de incertidumbre importantes, son particularmente adecuados los procedimientos denominados de gestión adaptativa, que se vienen recomendando en las últimas décadas para, entre otros asuntos, la gestión de recursos naturales y dentro de ellos los ENPs (Meffe & al. 2002). La gestión adaptativa (también conocida como *evaluación y gestión ambiental adaptativa*; Holling 1978) procura procesos flexibles de toma de decisiones, en los que los ajustes se adoptan de forma iterativa a partir de los resultados de las actuaciones ejecutadas, que por ello deben someterse a seguimiento y evaluación (Walters 1986, Walters & Holling 1990, Williams & al. 2007). Para ello se requiere una definición previa de los objetivos de la gestión, que a su vez conlleva establecer referencias evaluables sobre el estado de conservación favorable de especies y hábitats; estas referencias probablemente deban ser distintas de las que se asumirían en la gestión habitual de los ENPs, sin el contexto de la presión añadida del cambio climático. La programación de actuaciones requiere una formalización previa de las hipótesis sobre los factores y procesos que pueden influir o determinar la consecución de los objetivos fijados para la gestión. Las actuaciones se entienden como una oportunidad de verificación de las hipótesis planteadas, por lo que deben programarse cubriendo las diferentes posibilidades e incluyendo controles equivalentes a la opción de ausencia de actuación. El seguimiento, basado en la medición de variables e indicadores relacionados con el marco de hipótesis y con los objetivos de la gestión, tiene que diseñarse de manera que proporcione resultados capaces de contrastar las hipótesis de partida, señales anticipadas de posibles impactos no esperados, y elementos para evaluar las actuaciones y, en su caso, adoptar nuevas decisiones o corregirlas. La introducción de sistemas de gestión adaptativa en los ENPs españoles se ha recomendado desde diferentes instancias, aunque con poco éxito hasta ahora (Europarc 2005, 2008). El esfuerzo que requerirá mejorar la gestión de los ENPs ante los impactos del cambio climático, y el incipiente estado de la misma en los espacios de la Red Natura

2000, en los que parece que deben centrarse las estrategias de adaptación, pueden suponer una oportunidad para extender por fin la gestión adaptativa.

- (f) *Uso público y desarrollo rural.* La afluencia de visitantes en los ENPs puede experimentar declives a causa del cambio climático, bien porque las condiciones del clima en ciertas épocas del año se tornen menos agradables, o bien porque los impactos aparejados deterioren los atractivos naturales que concitan el interés turístico. La reducción de visitantes y sus posibles redistribuciones temporales entrañarían mermas en la captación de recursos económicos por parte de las sociedades locales, minorando las oportunidades para el desarrollo rural, al menos en aquellos ENPs en los que la actividad ecoturística es importante. Resulta difícil prever tendencias, puesto que el cambio climático afectará también a otros destinos turísticos más competitivos, como las áreas litorales; pero es recomendable generalizar los seguimientos sobre la afluencia de visitantes y sus efectos socioeconómicos en los ENPs. Además, será conveniente complementar la oferta turística de los ENPs con otros atractivos culturales menos expuestos a los avatares climáticos. Respecto al desarrollo rural, ya se ha comentado el debate sobre la necesidad de destinar financiación ambiental europea a medidas de adaptación frente al cambio climático, y teniendo en cuenta el estado bastante consolidado de la Red Natura 2000 en la Unión Europea y la importante contribución española a la misma, podríamos estar ante una oportunidad para gestionar la adaptación con respaldo económico. Promover la extensificación frente al abandono, desarrollar procedimientos de custodia del territorio o financiar iniciativas relacionadas con la conservación y el uso sostenible del entorno en los espacios de la Red serían líneas de actuación con repercusiones interesantes para el desarrollo rural. Todo ello refuerza la necesidad de una mayor conexión entre la gestión de los ENPs y las sociedades locales del entorno, que se ha reclamado y promovido durante los últimos decenios. Por su parte, las actividades de educación ambiental propias de los ENPs deben incorporar contenidos relacionados con el cambio climático, sus impactos y las medidas adaptativas en curso, incluyendo aquellos aspectos de la gestión del ENP que contribuyen a las estrategias de mitigación.

3.3 ENPs y mitigación

Los debates sobre las estrategias mundiales frente al cambio climático han permitido reivindicar un papel destacado de las áreas protegidas en relación con la mitigación. Como territorios en los que la prevalencia de la conservación favorece el mantenimiento de sistemas activos en la fijación de CO₂, las redes de ENPs pueden contribuir a la reducción de emisiones originadas por la deforestación y la degradación de suelos (REDP) y, viceversa, al almacenamiento de carbono (UNEP-WCMC 2008). Este papel es más importante cuantitativamente en los países en desarrollo sometidos a presiones de deforestación, y más eficaz en ENPs que albergan representaciones de sistemas poco manejados y masas forestales. Se ha estimado que un 15.2% del C total acumulado en bosques y suelos se localiza dentro de los ENPs actuales. En la desagregación por

regiones geográficas, los porcentajes más elevados corresponden a las áreas forestales neotropicales; para Europa, el porcentaje sería algo inferior y rondaría el 14%.

En el ámbito regional, será recomendable llevar a cabo una valoración de la capacidad de fijación de CO₂ del conjunto de las áreas protegidas, así como de las medidas de gestión que puedan contribuir a mejorar su potencialidad como sumideros de carbono y a reducir emisiones como las derivadas de incendios severos, daños por plagas en el arbolado o de una ineficiente utilización de los productos forestales (Cloughesy 2006).

3.4. Principales necesidades de investigación

Los temas que requieren incrementar nuestros conocimientos sobre los impactos del cambio climático en los ENPs son esencialmente los mismos que se refieren a sus impactos sobre la biodiversidad en general. Así, reducir las incertidumbres sobre los impactos para mejorar el marco en el que se desenvuelva la gestión, supone avanzar en al menos tres líneas de trabajo.

En primer lugar, disponer de proyecciones del cambio climático con mayor nivel de resolución espacial, puesto que varios aspectos de la toma de decisiones ya comentados requieren cierta finura de detalle, por ejemplo en la escala de un ENP concreto y en general en áreas de topografía compleja. Incrementar el número de proyecciones generadas mediante la combinación de modelos climáticos generales y regionales con niveles de resolución espacial similares, permitiría acotar las incertidumbres climáticas de forma probabilística (Wilby & al. 2004, Brunet & al. 2008). También es recomendable utilizar las proyecciones correspondientes a períodos intermedios, puesto que parece que algunas variables climáticas, como por ejemplo la precipitación, podrían seguir tendencias de cambio no lineales (Castro & al. 2005, Brunet & al. 2008), lo que podría originar comportamientos contraproducentes para la conservación de ciertas especies (por ejemplo, migraciones divergentes de las que favorecería una tendencia lineal de cambio; Fernández-González & al. 2005). Por último, otros aspectos del cambio climático que deben incorporarse a los análisis de impactos se refieren a la estacionalidad de las precipitaciones y a las posibles modificaciones en la variabilidad del clima (incidencia de ciclos de sequía, olas de calor, etc.).

En segundo lugar, la investigación de las relaciones entre las especies y el clima es hoy abordable a través de las técnicas de modelado de la distribución de especies (*species distribution models*, SDM), un campo emergente (Guisan & Zimmermann 2000, Guisan & Thuiller 2005, Araújo & Guisan 2006) que está ofreciendo proyecciones coincidentes con las tendencias ya detectadas en las modificaciones de la distribución de las especies asociadas al cambio climático ocurrido (Thuiller & al. 2005, Araújo & New 2006). Los SDM tienen limitaciones metodológicas (Botkin & al. 2007) y añaden sus propias incertidumbres internas a la previsión de impactos (Araújo & al.

2005, Barry & Elith 2006, Lawler & al. 2006, Araújo & New 2007), pero permiten evaluar la sensibilidad frente al cambio climático tanto de las especies actualmente protegidas como de otras que pueden resultar susceptibles, y ayudar en la identificación de áreas de refugio y en la revisión del diseño de ENPs (Williams & Araújo 2000, Araújo & al. 2004). Optimizar el funcionamiento de los SDM exige mejorar nuestro conocimiento sobre la distribución actual de las especies, aspecto en el cual es clave el desarrollo de bancos de datos de biodiversidad crono- y georreferenciados. La elaboración reciente de los atlas y libros rojos de distintos grupos taxonómicos, y en particular iniciativas como la del GBIF (www.gbif.es y data.gbif.org) o, en lo que se refiere a la flora vascular, los bancos de datos de los proyectos Anthos (www.anthos.es) y SIVIM (Sistema de Información de la Vegetación Ibérica y Macaronésica, www.sivim.info/sivi/), están mejorando considerablemente la situación, pero son necesarios mayores esfuerzos para recopilar y depurar las bases de datos de las distribuciones de las especies y facilitar el acceso las mismas por parte de investigadores y gestores (Lobo 2008, Font & al. 2009).

En tercer lugar, es necesario reducir las incertidumbres en cuanto a los efectos indirectos del cambio climático y sus interacciones con otros componentes del cambio global (Fig. 5). Las posibilidades a este respecto son desiguales. Las alteraciones en el régimen de ciertas perturbaciones, como los incendios, pueden estimarse al menos en lo que se refiere al incremento del riesgo (Moreno 2005) y para identificar áreas problemáticas para la gestión forestal y la conservación. Los cambios de uso del territorio han sido objeto también de modelado predictivo, aunque los resultados obtenidos contienen todavía un alto grado de incertidumbre debido a la dificultad de estimar ciertos factores tecnológicos y económicos (Alcamo & al. 2007). Para los territorios peninsulares interiores estos modelos indican tendencias a la reducción de la superficie agrícola y de pastos, acusadas en el escenario A2 y más moderadas en el B2 (Rounsevell & al. 2003, 2005, 2006; Schröter & al. 2005), en el que parte de la pérdida de cultivos tradicionales podría compensarse con la dedicación a cultivos bioenergéticos, al menos en aquellos territorios que mantengan condiciones climáticas adecuadas. El cambio climático favorecería también el reemplazo por tipos de cultivos más productivos bajo las nuevas condiciones (Olesen & al. 2007), lo que acarrearía modificaciones de los calendarios agrarios. El posible abandono agropecuario inducido por el cambio climático parece que podría dirigirse hacia la extensificación mediante instrumentos económicos, al menos a medio plazo (van Meijl & al. 2006). En cualquier caso, existen proyecciones de los usos futuros del territorio susceptibles de utilizarse en el análisis de la distribución futura de las especies (Thuiller & al. 2004). Otros aspectos importantes en la evaluación de impactos del cambio climático, como las capacidades dispersivas de las especies (Higgins & Richardson 1999), ciertas interacciones bióticas (Suttle & al. 2007, Araújo & al. 2007) o la expansión de especies invasoras y patógenas, se han ensayado también en el marco de los SDM. Por último, el desarrollo y la aplicación de modelos hidrológicos detallados será otra herramienta importante para planificar la adaptación en los sistemas lacustres y fluviales, como ya se ha comentado.

Combinando diferentes herramientas de modelado es posible, por tanto, obtener una evaluación pormenorizada y geográficamente explícita de la vulnerabilidad de especies y hábitats, que permita identificar la problemática de la conservación en cada ENP, las áreas conflictivas desde el punto de vista de su manejo, los posibles refugios y en general las zonas importantes para la conservación. Aún con estas mejoras metodológicas, los modelos raramente podrán predecir acontecimientos con el grado de precisión y determinismo requerido por los gestores para planificar estrategias detalladas de adaptación. El monto residual de incertidumbre y las consecuentes actuaciones tendrán que resolverse mediante la articulación de programas de seguimiento de los impactos del cambio climático, que deberían acompañarse, en lo que concierne a la investigación, de estudios de caso sobre la respuesta al cambio climático de especies y tipos de hábitats concretos y representativos de la variedad de situaciones esperables. La evaluación previa de vulnerabilidades permitirá extraer criterios para diseñar los seguimientos y para seleccionar especies y hábitats representativos en los que profundizar en los mecanismos de impacto del cambio climático.

En principio, los programas de seguimiento deben atender al conjunto de los impactos sobre la biodiversidad, y no sólo a la parte de ésta contenida en los ENPs. Sin embargo, los ENPs serán lugares particularmente idóneos para albergar redes de seguimiento, por su papel principal en la conservación de la biodiversidad frente al cambio climático, porque el control de usos del territorio que se practica en ellos permite excluir interferencias y efectos cruzados, porque proporcionan la vigilancia necesaria para garantizar la continuidad de ciertas técnicas de medida, y porque sus recursos humanos propios pueden contribuir eficazmente en distintos aspectos de los seguimientos. Por ello, el planteamiento más adecuado consiste en combinar redes de seguimiento generales, en parte ya operativas, con una red de observatorios concretos, ubicados preferentemente en ENPs y centrados en la monitorización de conjuntos selectos de procesos clave, especies y hábitats. Respecto a las primeras (Fernández-González & al. 2005), deben mantenerse y reforzarse los seguimientos de daños forestales, incendios (para los que sería recomendable establecer protocolos de evaluación rápida de las pautas de la dinámica postincendio aplicables sin excepción), cambios de uso del territorio y de coberturas vegetales, hidrología y aerobiología; la articulación de una red propia para el seguimiento fenológico resulta muy necesaria. La red de observatorios específicos puede diseñarse a partir del conjunto revisado de objetivos de protección y la distribución geográfica de tipos de impactos e incertidumbres asociadas. Los gradientes altitudinales inducidos por los sistemas montañosos son otro elemento a tener en cuenta en la eficacia de las redes de seguimiento (Beniston 2003). Las variables e indicadores (Díaz 2002, Fernández-González 2002) a monitorizar en esta red de observatorios dependerán de los sistemas concretos objeto del seguimiento, pero deben incluir factores del medio físico (e.g. microclima, medidas detalladas de la cantidad y calidad de las aguas), dinámica de las especies seleccionadas (entre las que, aparte de las susceptibles, hay que considerar especies clave e ingenieras e incidencia de plagas, sin olvidar la atención que debe prestarse a las inmigraciones

y a las invasiones) y variaciones en la estructura, composición y diversidad de las comunidades, para lo que será recomendable fijar parcelas o puntos de muestreo permanentes.

Los estudios de caso se requieren para profundizar en los procesos que determinan las respuestas de las especies y hábitats a los efectos del cambio climático proyectado. En particular, los aspectos a desvelar son los relacionados con las interacciones entre especies, las fases vitales críticas frente a umbrales climáticos, los mecanismos fisiológicos de respuesta y las capacidades de adaptación. La reciente y ya abundante producción científica sobre estos aspectos revela una casuística enormemente variada e indica que sin un mejor conocimiento de los procesos de respuesta, el riesgo de incurrir en medidas o actuaciones erradas puede ser relevante.

Además de las redes de seguimiento y los estudios de caso, no hay que olvidar los seguimientos de actuaciones específicas enmarcados en procedimientos de gestión adaptativa. Parte de los mismos podría superponerse o acoplarse a la red de observatorios comentada (por ejemplo para controles de los tratamientos o para tomar umbrales de referencia), pero su principal contribución debe consistir en aportar evaluaciones de los resultados de las actuaciones para ratificar o corregir la gestión. En el diseño y en su caso en la realización de parte de estos seguimientos es recomendable contar con la aportación de grupos de investigación; de hecho, una de las características de la gestión adaptativa es su estrecha relación conceptual con las rutinas de investigación científica. Los posibles estudios o actuaciones relacionados con la translocación de especies pueden integrarse, dependiendo de sus características, en estudios de caso o en seguimientos de gestión.

Los seguimientos generales y la red de observatorios deben concebirse como actuaciones a largo plazo, por lo que sus opciones de financiación, y por tanto su dimensionamiento, tendrán que planificarse con esta premisa. Los estudios de caso pueden abordarse desde proyectos de investigación con los procedimientos y plazos habituales. La organización de los seguimientos de gestión incumbe a los ENPs o grupos de ENPs involucrados, y en su caso al OAEN, en coordinación recomendable, como se ha expuesto, con grupos de investigación.

Agradecimientos

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMet) ha suministrado los archivos con las distintas proyecciones disponibles del cambio climático para España. El Organismo Autónomo de Espacios Naturales de Castilla-La Mancha ha atendido igualmente varias peticiones de información sobre los espacios protegidos.

Bibliografía

- ALCAMO J, MORENO JM, NOVÁKY B, BINDI M, COROBOV R, DEVOY RJN, GIANNAKOPOULOS C, MARTÍN E, OLESEN JE & SHVIDENKO A (2007) 12. Europe. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ & Hanson CE (Eds), *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: 541-580. Cambridge University Press, Cambridge.
- ANDEL JV & ARONSON JJ (EDS) (2005) *Restoration ecology: the new frontier*. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- ARAÚJO MB & GUI SAN A (2006) Five (or so) challenges for species distribution modelling. *J. Biogeogr.* 33: 1677-1688.
- ARAÚJO MB & LUOTO M (2007) The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. *Global Ecol. Biogeogr.* 16: 743-753.
- ARAÚJO MB & NEW M (2006) How does climate change affect biodiversity. *Science* 313: 1396-1397.
- ARAÚJO MB & NEW M (2007) Ensemble forecasting of species distribution. *Trends Ecol. Evol.* 22: 43-47.
- ARAÚJO MB, CABEZA M, THUILLER W, HANNAH L & WILLIAMS PH (2004) Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biol.* 10: 1618-1628.
- ARAÚJO MB, WHITTAKER RJ, LADLE RJ & ERHARD M (2005) Reducing uncertainty in projections of extinction risk from climate change. *Global Ecol. Biogeogr.* 14: 529-538.
- ATAURI JA & GÓMEZ-LIMÓN J (2002) Aplicación del "marco lógico" a la planificación de espacios naturales protegidos. *Ecosistemas* 11 (2).
- BACHETTA G, FENU G, MATTANA E, PIOTTO B & VIREVAIRE M (EDS) (2006) *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex-situ del germoplasma*. APAT, Agenzia per la Protezione dell' Ambiente e per i Servizi Tecnici, Roma, 248 p.
- BARRY SC & ELITH J (2006) Error and uncertainty in habitat models. *J. Appl. Ecol.* 43: 413-423.
- BARTOLOMÉ C, ÁLVAREZ J, VAQUERO J, COSTA M, CASERMEIRO MA, GIRALDO J & ZAMORA J (2005) Los tipos de hábitat de interés comunitario de España. Guía básica. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- BENISTON M (2003) Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climatic Change* 59: 5-31.
- BOTKIN DB, SAXE H, ARAÚJO MB, BETTS R, BRADSHAW RHW, CEDHAGEN T, CHESSON P, DAWSON TP, ETTERSON JR, FAITH DP, FERRIER S, GUI SAN A, HANSEN AS, HILBERT DW, LOEHLE C, MARGULES C, NEW M, SOBEL MJ & STOCKWELL DRB (2007) Forecasting the effects of global warming on biodiversity. *BioScience* 57: 227-236.
- BRADSHAW WE & HOLZAPFEL CM (2006) Climate change: evolutionary response to rapid climate change. *Science* 312: 1477-1478.

- BROOKS TM, MITTERMEIER RA, DA FONSECA GAB, GERLACH J, HOFFMANN M, LAMOREUX JF, MITTERMEIER CG, PILGRIM JD & RODRIGUES ASL (2006) Global biodiversity conservation priorities. *Science* 313: 58-61.
- BROOKS TM, PIMM SL & COLLAR NJ (1997) Deforestation predicts the number of threatened birds in insular Southeast Asia. *Conserv. Biol.* 11: 382-394.
- BROOKS TM, PIMM SL & OYUGI JO (1999) Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conserv. Biol.* 13: 1140-1150.
- BRUNET M, CASADO MJ, DE CASTRO M, GALÁN P, LÓPEZ JA, MARTÍN JM, PASTOR A, PETISCO E, RAMOS P, RIBALAYGUA J, RODRÍGUEZ E, SANZ I & TORRES L (2008) Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España. AEMet (Agencia Española de Meteorología), Madrid.
- CAMARERO JJ, LLORET F, CORCUERA L, GIL-PELEGRÍN E (2004) Cambio global y decaimiento del bosque. In: Valladares F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 397-424. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- CBD SECRETARIAT (2001). *Handbook of the Convention on Biological Diversity*. Earthscan Publ. Ltd, London, 690 p.
- CCSP (US CLIMATE CHANGE SCIENCE PROGRAM) (2008) Preliminary review of adaptation options for climate-sensitive ecosystems and resources. A Report by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. [Julius, S.H., J.M. West (eds.), J.S. Baron, B. Griffith, L.A. Joyce, P. Kareiva, B.D. Keller, M.A. Palmer, C.H. Peterson, and J.M. Scott (Authors)]. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 873 p.
- CEC (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES) (2004) Report from the Commission on the implementation of the Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Commission of the European Communities, Brussels, 32 p.
- CHAPE S., BLYTH S., FISH L., FOX P. & SPALDING M. (2003). 2003 United Nations List of Protected Areas. International Union for Conservation of Nature & UNEP World Conservation Monitoring Centre, Gland (Switzerland) & Cambridge (UK).
- CHRISTENSEN JH & CHRISTENSEN OB (2007) A summary of the PRUDENCE model projections of changes in European climate during this century. *Climatic Change* 81: 7-30.
- CIRUJANO S & MEDINA L (2002) Plantas acuáticas de las lagunas y humedales de Castilla-La Mancha. Real Jardín Botánico-Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Madrid.
- CLOUGHESY M (ED) (2006) *Forests, carbon, and climate change: a synthesis of science findings*. Oregon Forest Resources Institute, Portland, Oregon, USA.
- DE CASTRO M, MARTÍN-VIDE J & ALONSO S (2005) El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI. In: Moreno JM (Ed) *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático* pp 1-64). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- DELBAERE BCW (ED) (2002) *Biodiversity indicators and monitoring: moving towards implementation*. European Center for Nature Conservation, Tilburg, The Netherlands.

- DÍAZ M (2002). Elementos y procesos clave para el funcionamiento de los sistemas naturales: las medidas con significado funcional como alternativa a los indicadores clásicos. In: Ramírez L. (Ed.) Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas: 229-264. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- DUDLEY N (ED) (2008) Guidelines for applying protected area management categories. IUCN, Gland (Switzerland).
- EC (EUROPEAN COMMISSION) (1992) Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. O.J. L206, 22.07.1992.
- EC (EUROPEAN COMMISSION) (2003) Interpretation Manual of European Union Habitats. Version EUR 25. European Commission-DG XI, Bruxelles.
- EEA (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY) (2007) Halting the loss of biodiversity by 2010: proposal for a first set of indicators to monitor progress in Europe 2007. European Environment Agency Technical report No 11, Copenhagen, 182 p.
- EUROPARC-ESPAÑA (2002) El Plan de Acción para los espacios naturales protegidos del Estado Español. Europarc-España, Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
- EUROPARC-ESPAÑA (2005) Diseño de planes de seguimiento en espacios naturales protegidos. Manual para gestores y técnicos. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid
- EUROPARC-ESPAÑA (2006) Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2005. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, 160 pp.
- EUROPARC-ESPAÑA (2008) Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2007. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.
- EUROPARC-ESPAÑA (2008) Planificar para gestionar los espacios naturales protegidos. Fundación Fernando González Bernáldez, Serie Manuales nº 7, Madrid.
- EUROPARC-ESPAÑA (2008) Procedimiento de asignación de las categorías de manejo UICN a los espacios naturales protegidos. Fundación Fernando González Bernáldez, Serie Manuales nº 6, Madrid.
- EUROSITE (1998) Guía Europea para la preparación de planes de gestión de espacios naturales. Consellería de Medi Ambient, Ordenació del Territori i Litoral - Govern Balear, Palma de Mallorca
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F (2004) Bioclimatología. In: Izco J (Ed.), Botánica (2ª ed.): 715-794. McGraw-Hill Interamericana, Madrid.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F (2009) El cambio climático: impacto en la biodiversidad vegetal. In: Luis Calabuig, E. (Ed.), Cambio climático global (VIII Foro sobre Desarrollo y Medio Ambiente): 68-79. Fundación MonteLeón - Obra Social de Caja España, León.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LOIDI J & MORENO JC (2005) Impactos sobre la biodiversidad vegetal. In: Moreno JM (Ed) Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático: 183-247. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F. (2002). Indicadores de biodiversidad: el estado actual de la investigación. In: Ramírez L. (Ed.) Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas: 265-294. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- FONT X, RODRÍGUEZ-ROJO MP, ACEDO C, BIURRUN I, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LENCE C, LOIDI J & NINOT JM (2009) SIVIM: an on-line database of the Iberian and Macaronesian vegetation. *Waldökologie* 7 (en prensa).
- FRANKS SJ, SIM S & WEIS AE (2007) Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104: 1278-1282.
- GARCÍA MORAL R (2000) Planificación de las áreas protegidas del estado español. *Europarc-España*, Madrid.
- GASTON KJ, JACKSON SF, CANTÚ-SALAZAR L & CRUZ-PIÑÓN G (2009) The ecological performance of protected areas. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39: 93-113.
- GÓMEZ-LIMÓN J, DE LUCIO JV & MÚGICA M (2000) Los espacios naturales protegidos del Estado Español en el umbral del siglo XXI. De la declaración a la gestión activa. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid, 94 p.
- GONZÁLEZ LM & SAN MIGUEL A (EDS.) (2004). Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la Red Natura 2000. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 327 p.
- GONZÁLEZ MARTÍN JA & VÁZQUEZ GONZÁLEZ A (EDS) (2000) Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 5ª ed., Toledo, 740 p.
- GROOM MJ, MEFFE GK & CARROLL CR (2006) *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Press, Sunderland, MA.
- GUISAN A & THUILLER W (2005) Predicting species distributions: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009
- GUISAN A & ZIMMERMANN NE (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Modelling* 135: 147-186
- GUNDERSON LH (2000) Ecological resilience-in theory and application. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 31: 425-439.
- HALPIN PN (1997) Global climate change and natural-area protection: management responses and research directions. *Ecol. Appl.* 7: 828-843.
- HANNAH L, MIDGLEY G & MILLAR D (2002) Climate change-integrated conservation strategies. *Global Ecol. Biogeogr.* 11: 485-495.
- HANNAH L, MIDGLEY G, ANDELMAN S, ARAÚJO MB, HUGHES G, MARTÍNEZ-MEYER E, PEARSON R & WILLIAMS PH (2007) Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and Environment* 5: 131-138.
- HANNAH L, MIDGLEY G, ANDELMAN S, ARAÚJO MB, HUGHES G, MARTÍNEZ-MEYER E, PEARSON R & WILLIAMS PH (2007) Protected area needs in a changing climate. *Frontiers in Ecology and Environment* 5: 131-138.

- HANSEN LJ, BIRINGER JL & HOFFMAN JR (2003) *Buying Time: a User's Manual for Building Resistance and Resilience to Climate Change in Natural Systems*. World Wildlife Foundation, Washington, DC.
- HARRIS JA, HOBBS RJ, HIGGS E & ARONSON J (2006) Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecol.* 14: 170-176.
- HEYWOOD VH (ED.) (1995). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1140 p.
- HIGGINS SI, RICHARDSON DM (1999) Predicting plant migration rates in a changing world: the role of long-distance dispersal. *American Naturalist* 153: 464-475.
- HOBBS RJ, ARICO S, ARONSON J, BARON JS, BRIDGEWATER P, CRAMER VA, EPSTEIN PR, EWEL JJ, KLINK CA, LUGO AE, NORTON D, OJIMA D, RICHARDSON DM, SANDERSON EW, VALLADARES F, VILÀ M, ZAMORA R & ZOBEL M (2006) Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecol. Biogeogr.* 15: 1-7.
- HODAR JA, ZAMORA R, PEÑUELAS J (2004) El efecto del cambio global en las interacciones planta-animal. In: Valladares F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 461-478. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- HOLLING CS (1973) Resilience and stability of ecological systems. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 4: 1-23.
- HOLLING CS (1978) *Adaptive Environmental Assessment and Management*. Blackburn Press, Caldwell, NJ.
- HULME PE (2005) Adapting to climate change: is there scope for ecological management in the face of a global threat? *J. Appl. Ecol.* 42: 784-794.
- IMBERT B, BLANCO JA, CASTILLO FJ (2004) Gestión forestal y ciclos de nutrientes en el marco del cambio global. In: Valladares F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 479-508. Ministerio de 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 IPCC [Equipo de redacción principal: R.K. Pachauri & A. Reisinger (directores de la publicación)], Ginebra, 104 p.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: the Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IUCN (1994). *Guidelines for Protected Areas Management Categories*. World Conservation Monitoring Centre & International Union for Conservation of Nature, Cambridge – Gland.
- IUCN (1994). *United Nations List of National Parks and Protected Areas*. World Conservation Monitoring Centre & International Union for Conservation of Nature, Cambridge – Gland.

- IUCN (1995). IUCN Red List Categories. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland.
- IUCN (1998). Lista de las Naciones Unidas de Areas Protegidas 1997. IUCN, Gland - Cambridge.
- JIMÉNEZ GARCÍA-HERRERA J (2000) Los problemas ecológicos de los espacios naturales protegidos. In: González Martín JA & Vázquez González A (Eds), Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha: 113-121. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 5ª ed., Toledo.
- JIMÉNEZ GARCÍA-HERRERA J (2000) Situación jurídica de los espacios naturales de Castilla-La Mancha. In: González Martín JA & Vázquez González A (Eds), Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha: 101-112. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 5ª ed., Toledo.
- JIMÉNEZ GARCÍA-HERRERA J (2004) Programa de conservación de *Rhynchospora alba* (L.) Vahl. Parque Nacional de Cabañeros, 40 p.
- JIMÉNEZ JAÉN, A (2000) El régimen jurídico de los espacios naturales protegidos. McGraw-Hill.
- JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA (2000). Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 5ª ed., Albacete, 740 p.
- JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA (2001). Especial Red Natura 2000. Lugares de importancia comunitaria (LIC). *Medio Ambiente en Castilla-La Mancha* 7: 3-49.
- LAWLER JJ, WHITE D, NEILSON RP & BLAUSTEIN AR (2006) Predicting climate induced range shifts: model differences and model reliability. *Global Change Biol.* 12: 1568-1584
- LLORET F (2004) Régimen de incendios y regeneración. In: Valladares F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 101-128. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- LOBO JM (2008) More complex distribution models or more representative data? *Biodiversity Informatics* 5: 14-19.
- LÓPEZ DE CARRIÓN M, DÍAZ M, CARBONELL R & BONAL R (2006) Libro rojo de los vertebrados de Castilla-La Mancha. Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Talavera de la Reina.
- LÓPEZ OMAT A & CORREAS E (2003). Gestión de áreas protegidas mediterráneas. IUCN, Cambridge – Gland.
- LUIS CALABUIG, E DE (ED.) (2009) Cambio climático global (VIII Foro sobre Desarrollo y Medio Ambiente). Fundación MonteLeón - Obra Social de Caja España, León.
- MARTÍN HERRERO J (1995) La protección de los espacios naturales y la vida silvestre en Castilla-La Mancha. *Montes* 39: 22-30.
- MARTÍN HERRERO J, CIRUJANO S, MORENO M, PERIS JB & STÜBING G (2003). La vegetación protegida en Castilla-La Mancha. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, 375 p.

- MARTÍN HERRERO J, FRONTAURA MC & PLAZA F (2004) Microrreservas. Una figura útil para la estrategia de conservación de la naturaleza. *Medio Ambiente Castilla-La Mancha* 11: 1-48.
- MCLACHLAN JS, HELLMANN J & SCHWARTZ M (2007) A framework for debate of assisted migration in an era of climate change. *Conserv. Biol.* 21: 297-302
- MEFFE GK, NIELSEN LA, KNIGHT RL & SCHENBORN DA (2002) *Ecosystem management*. Island Press, Washington.
- MILLAR CI, STEPHENSON NL & STEPHENS SL (2007) Climate change and forests of the future: managing in the face of uncertainty. *Ecol. Appl.* 17: 2145-2151.
- MILLER K, ALLEGRETTI MH, JOHNSON N & JONSSON B (1995). Measures for conservation of biodiversity and sustainable use of its components. In: Heywood V.H. (Ed.), *Global Biodiversity Assessment*: 915-1062. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- MIMA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE) (2003) *Atlas y Manual de los Hábitat de España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MORENO JM (2005) Impactos sobre los riesgos naturales de origen climático. C) Riesgo de incendios forestales. In: Moreno JM (Ed) *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático* pp 581-615). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- MORENO JM (ED.) (2005) *Evaluación preliminar de los impactos del cambio climático en España*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MORENO SAIZ JC, DOMÍNGUEZ LOZANO F & SAINZ OLLERO H (2003) Recent progress in conservation of threatened Spanish vascular flora: a critical review. *Biol. Conserv.* 113: 419-431.
- MORENO SAIZ JC, MARTÍNEZ TORRES R & TAPIA F (2003) Análisis del estado de conservación de la flora española. In: Bañares A & & al. (Eds), *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*: 963-972. Ministerio de Medio Ambiente, Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid.
- MORILLO C & GÓMEZ-CAMPO C (2000) Conservation in Spain: 1980-2000. *Biol. Conserv.* 95: 165-174.
- MULERO MENDIGORRI A (2002) *La protección de espacios naturales en España*. Ed. Mundi-Prensa.
- NAKIĆENOVIĆ N, ALCAMO J, DAVIS G, DE VRIES B, FENHANN J, GAFFIN S, GREGORY K, GRÜBLER A, JUNG TY, KRAM T, LA ROVERE EL, MICHAELIS L, MORI S, MORITA T, PEPPER W, PITCHER H, PRICE L, RAIHI K, ROEHL A, ROGNER H-H, SANKOVSKI A, SCHLESINGER M, SHUKLA P, SMITH S, SWART R, VAN ROOIJEN S, VICTOR N & DADI Z (2000) *Emissions scenarios: a special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge - New York.
- NICOLÁS JI & MARTÍN HERRERO J (2005) La conservación de la flora y la vegetación en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. *Conservación Vegetal* 9: 13-19.
- NINYEROLA M, PONS X & ROURE JM (2005) *Atlas climático digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Argania Ed., Universidad Autónoma de Barcelona.

- NUCHE R (ED.) (2003) Patrimonio geológico de Castilla-La Mancha. ENRESA, Madrid.
- OLESEN JE, CARTER TR, DÍAZ-AMBRONA CH, FRONZEK S, HEIDMANN T, HICKLER T, HOLT T, MÍNGUEZ MI, MORALES P, PALUTIKOF J, QUEMADA M, RUIZ-RAMOS M, RUBÆK G, SAU F, SMITH B & SYKES M (2007) Uncertainties in projected impacts of climate change on European agriculture and terrestrial ecosystems based on scenarios from regional climate models. *Climatic Change* 81: 123-143.
- ORELLA JC (1999) Desarrollo de la Directiva Habitats 92/43 CEE. In: Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid (Ed.), Primeros Encuentros Científicos del Parque Natural de Peñalara y del Valle de El Paular: 85-90. Madrid.
- OSE (OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA) (2005) Sostenibilidad en España 2005. Informe de primavera. Madrid.
- PARMESAN C (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 37: 637-669.
- PARMESAN C & YOHE G (2003) A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42.
- PARRY ML, CANZIANI OF, PALUTIKOF JP, VAN DER LINDEN PJ & HANSON CE (EDS) (2007) *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge
- PEÑUELAS J, SABATÉ S, FILELLA I, GRACIA C (2004) Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres: observación, experimentación y simulación. In: Valladares F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*: 425-460. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- PILLET F (ED) (2007) *Geografía de Castilla-La Mancha*. Al mud, ediciones de Castilla-La Mancha, Ciudad Real.
- PRIMACK RB & ROS J (2002) *Introducción a la biología de la conservación*. Ariel Ciencia, Barcelona, 375 p.
- PURVIS A & HECTOR A (2000) Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- RIVAS-MARTÍNEZ S & COL. (2007) Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España [Memoria del Mapa de Vegetación Potencial de España] Parte I. *Itinera Geobot.* 17: 5-435.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, DÍAZ TE, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, IZCO J, LOIDI J, LOUSA M & PENAS A (2002) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the Syntaxonomical Checklist of 2001. *Itinera Geobot.* 15: 5-922.
- RIVAS-MARTÍNEZ S, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F, LOIDI J, LOUSA M & PENAS A (2001) Syntaxonomical Checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341.

- ROUNSEVELL MDA, ANNETTS JE, AUDSLEY E, MAYR T & REGINSTER I (2003) Modelling the spatial distribution of agricultural land use at the regional scale. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95: 465-479
- ROUNSEVELL MDA, EWERT F, REGINSTER I, LEEMANS R & CARTER TR (2005) Future scenarios of European agricultural land use. II. Projecting changes in cropland and grassland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 107: 117-135.
- ROUNSEVELL MDA, REGINSTER I, ARAÚJO MB, CARTER TR, DENDONCKER N, EWERT F, HOUSE JI, KANKAANPÄÄ S, LEEMANS R, METZGER MJ, SCHMIDT C, SMITH P & TUCK G (2006) A coherent set of future land use change scenarios for Europe. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114: 57-68.
- RSPB (2008) Climate change, wildlife and adaptation. Bedfordshire, UK.
- SALA OE, CHAPIN III FS, ARMESTO JJ, BERLOW E, BLOOMFIELD J & & AL. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- SCHRÖTER D, CRAMER W, LEEMANS R, PRENTICE IC, ARAÚJO MB, ARNELL AW, BONDEAU A, BUGMANN H, CARTER TR, GRACIA CA, DE LA VEGA-LEINERT AC, ERHARD M, EWERT F, GLENDINING M, HOUSE JI, KANKAANPÄÄ S, KLEIN RJT, LAVOREL S, LINDNER M, METZGER MJ, MEYER J, MITCHELL TD, REGINSTER I, ROUNSEVELL M, SABATÉ S, SITCH S, SMITH B, SMITH J, SMITH P, SYKES MT, THONICKE K, THUILLER W, TUCK G, ZAEHLE S & ZIERL B (2005) Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science* 310: 1333-1337.
- SUTTLE KB, THOMSEN MA & POWER ME (2007) Species interactions reverse grassland responses to changing climate. *Science* 315: 640-642.
- THOMAS CD, CAMERONA, GREEN RE, BAKKENES M, BEAUMONT LJ, COLLINGHAM YC, ERASMUS BFN, FERREIRA DE SIQUEIRA M, GRAINGER A, HANNAH L, HUGHES L, HUNTLEY B, VAN JAARVELD AS, MIDGLEY GF, MILES L, ORTEGA-HUERTA MA, PETERSON AT, PHILLIPS OL & WILLIAMS SE (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- THUILLER W, ARAÚJO MB & LAVOREL S (2004) Do we need land use data to model species distribution in Europe? *J. Biogeogr.* 31: 353-361.
- THUILLER W, LAVOREL S & ARAÚJO MB (2005) Niche properties and geographical extent as predictors of species sensitivity to climate change. *Global Ecol. Biogeogr.* 14: 347-357.
- THUILLER W, LAVOREL S, ARAÚJO MB, SYKES MT & PRENTICE LC (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 102: 8245-8250.
- UICN (2001). Categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, Gland, Suiza.
- UNEP-WCMC (2008) State of the world's protected areas: an annual review of global conservation progress. UNEP-WCMC, Cambridge, 36 p.
- VALLADARES F & GIANOLI E (2007) How much ecology do we need to know to restore Mediterranean ecosystems? *Restoration Ecol.* 15: 363-368.
- VALLADARES F, PEÑUELAS J & DE LUIS CALABUIG E (2005) Impactos sobre los ecosistemas

- terrestres. In: Moreno JM (Ed) Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático pp 65-112). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- VAN MEIJL H, VAN RHEENEN T, TABEAU A & EICKHOUT B (2006) The impact of different policy environments on agricultural land use in Europe. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114: 21-38.
- VÁZQUEZ A, PÉREZ B, FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ F & MORENO JM (2002) Recent fire regime characteristics and potential natural vegetation relationships in Spain. *J. Veg. Sci.* 13: 663-676.
- VILÀ M, VALLADARES F, TRAVESET A, SANTAMARÍA L & CASTRO P (COORD.) (2008) Invasiones biológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 215 p.
- WALTERS C (1986) Adaptive management of renewable resources. McGraw Hill, New York.
- WALTERS CJ & HOLLING CS (1990) Large-scale management experiments and learning by doing. *Ecology* 71: 2060-2068.
- WILBY RL, CHARLES SP, ZORITA E, TIMBAL B, WHETTON P & MEARNS LO (2004) Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods. IPCC, Task Group on Data and Scenarios Support for Impact and Climate Assessment, 27 p.
- WILLIAMS JW, JACKSON ST & KUTZBACH JE (2007) Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104: 5738-5742.
- WILLIAMS PH & ARAÚJO MB (2000) Using probability of persistence to identify important areas for biodiversity conservation. *Proceedings of the Royal Society, London B* 267: 1959-1966.
- WILLIAMS BK, SZARO RC, SHAPIRO CD (2007) Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Technical Guide. Adaptive Management Working Group, U.S. Department of the Interior, Washington, DC.
- ZAVALA MA, ZAMORA R, PULIDO F, BLANCO JA, BOSCO J, MARAÑÓN T, CASTILLO FJ & VALLADARES F (2004) Nuevas perspectivas en la conservación, restauración y gestión sostenible del bosque mediterráneo. In: Valladares F (Ed) *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* pp 509-530). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid