

8. RESULTADOS



Los resultados obtenidos en este proyecto son muchos y complejos ya que incluyen, por ejemplo, mapas climáticos para cada taxón con todas las combinaciones contempladas de escenario, modelo y horizonte, elaborados con múltiples variables; una serie de descriptores en forma de estadísticos e índices, y una propuesta inicial de medidas de adaptación basadas en ellos. También incluyen análisis territoriales realizados considerando el conjunto de taxones modelizado. Todo ello ha sido sintetizado en una colección de fichas con el fin de presentar de forma gráfica los miles de mapas y datos que se han generado. En este capítulo se describen brevemente los resultados obtenidos en el proyecto, que pueden además obtenerse, desarrollados de forma exhaustiva en el wiki de proyecto (ver capítulo 10).

8.1. Estructura de las fichas

A partir de los datos de mapas y modelos se ha elaborado una ficha por cada taxón que muestra una síntesis de la información obtenida. Esta síntesis incluye los resultados principales, que dan una idea de la situación actual y el estatus proyectado para cada combinación de modelo, escenario y horizonte temporal, así como comentarios descriptivos, un análisis inicial de los resultados y sus implicaciones y, cuando procede, unas recomendaciones iniciales de opciones de adaptación.

En la Figura 2 se muestra la estructura de general de la ficha y a continuación se explica el significado de cada elemento. En la ficha se diferencian tres secciones principales:

- Cabecera
- Panel izquierdo
- Panel derecho

La cabecera incluye cuatro elementos:

- Fotografía del taxón, que a veces se trata de una vista general y otras de un detalle de hojas, flores o frutos. En algunas ocasiones sólo hay un icono genérico ante la ausencia de fotografías.
- Nombre científico, donde se han usado los reconocidos en la Flora Ibérica incluyendo, cuando ha sido necesario, el sinónimo usado en el Mapa Forestal de España.
- Descripción del taxón, donde se presentan las características básicas de la distribución de la especie y sus principales relaciones con variables topográficas y cli-

máticas, destacando las que han sido más importantes en la construcción de los modelos de distribución potencial.

- Las descripciones de los taxones amenazados se han basado en las fichas respectivas del Atlas y Libro Rojo, elaboradas por muy diferentes especialistas.
- Estatus de conservación actual, de acuerdo con la codificación de la Lista Roja de la Flora Vasculosa española en su edición del año 2008. Para esta clasificación se siguen las categorías y criterios expresados en Moreno et al. (2008) de acuerdo con las definidas por la UICN (2001):
 - CR, en peligro crítico: se enfrenta a un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.
 - EN, en peligro: se enfrenta a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.
 - VU, vulnerable: se enfrenta a un riesgo alto de extinción en estado silvestre.
 - NT, casi amenazado: no satisface actualmente los criterios para las categorías CR, EN o VU pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.
 - LC, preocupación menor: no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías anteriores suponiendo taxones abundantes y de amplia distribución.

El panel izquierdo incluye los siguientes elementos:

- Mapa de situación actual, donde se reflejan dos superficies:

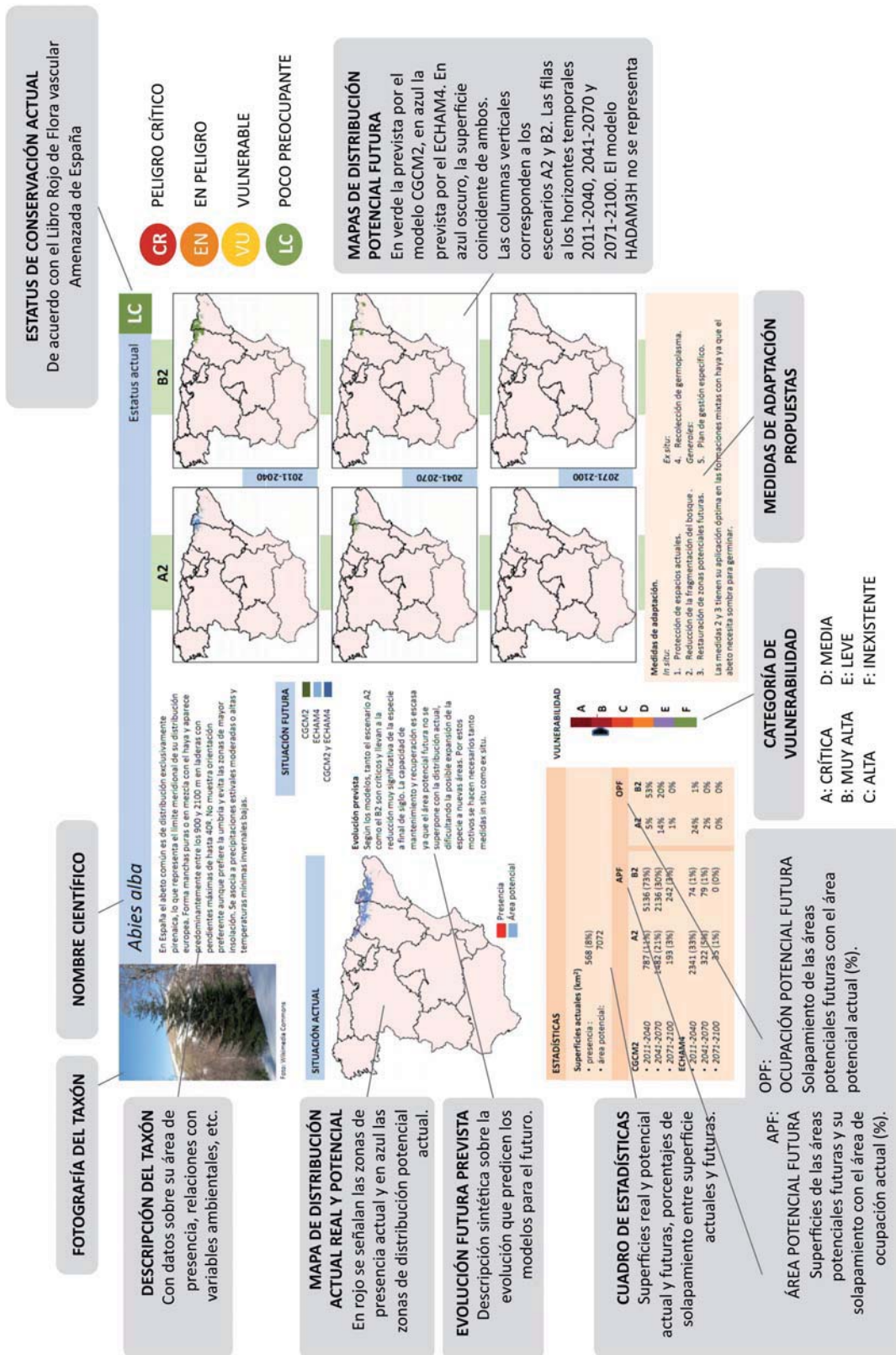


Figura 2. Esquema de ficha resumen (explicación en el texto); en este ejemplo se trata de la ficha del abeto común (*Abies alba*).

- En rojo aparece la presencia actual según la fuente de datos usada (MFE en el ejemplo). A efectos gráficos, en el caso de las especies amenazadas, que presentan mínimas superficies de ocupación, las cuadrículas se han aumentado hasta abarcar 5x5 km de superficie para mejorar su visibilidad.
- En azul aparece el área de distribución potencial actual, generada a partir de los datos climáticos del periodo 1961-1990.
- Cuadro de Estadísticas, cuya explicación es la siguiente:
 - En la zona superior aparecen la superficie o área ocupada actual en km² (AOA), el área potencial actual (APA) y, entre paréntesis, el porcentaje de área potencial actual realmente ocupada (AOA ∩ APA). Todos los porcentajes de las fichas están redondeados al 1%.
 - En la zona inferior aparece una tabla similar a la Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de estadísticas sintéticas (explicación en el texto).

	APF (APF ∩ APA)		APF ∩ AOA	
	A2	B2	A2	B2
CGCM2				
2011-2040	61730 (114%)	46800 (86%)	71%	40%
2041-2070	33000 (61%)	40390 (74%)	44%	37%
2071-2100	9250 (17%)	40480 (75%)	13%	52%
ECHAM4				
2011-2040	9455 (18%)	24850 (46%)	7%	11%
2041-2070	3812 (7%)	25140 (47%)	2%	13%
2071-2100	5040 (9%)	12470 (23%)	3%	8%

Esta tabla muestra resultados para los modelos CGCM2 y ECHAM4, escenarios A2 y B2 y los tres horizontes temporales. Las dos columnas bajo el título APF (área potencial futura) representan las superficies del área de distribución potencial obtenidas en cada modelo, por ejemplo, 61.730 km² según la combinación CGCM2/A2 para el periodo 2011-2040. El porcentaje entre paréntesis representa la intersección del APF con el área potencial actual (APA); el 114% del ejemplo indica una expansión del área potencial).

Las dos columnas siguientes muestran la fracción del área ocupada en la actualidad (AOA) que está incluida en el área potencial futura (APF); el 71% del ejemplo bajo el escenario A2 indica que el área con presencia del taxón en la actualidad se mantendría como área potencial en el futuro bajo ese escenario, según la proyección basada en el modelo CGCM2.

Mientras que las cifras de las primeras columnas reflejan la evolución (crecimiento o reducción) del área potencial, el valor de las últimas refleja la posibilidad de mantenimiento o necesidad de desplazamiento/expansión de las poblaciones, ya que si existe un área potencial futura amplia pero que no coincide con el área de distribución actual es probable que la especie tenga mayor dificultad en colonizar los nuevos territorios potencialmente idóneos porque son disjuntos espacialmente. Si el área futura se reduce pero coincide con el área actual, podemos prever que la especie se mantendrá donde está actualmente o en una parte de su área actual.

- Evolución futura prevista, donde se describen las tendencias mostradas en los mapas y las estadísticas, haciendo énfasis, en su caso, en las zonas más afectadas.

- Categoría de vulnerabilidad, de acuerdo con el índice descrito en el apartado 6.5 y que responden a una escala de 6 grados, desde A (crítica) a F (inexistente).

El panel derecho incluye los siguientes elementos:

- Mapas de distribución potencial futura: 6 mapas donde se refleja el área potencial futura para las combinaciones de 2 modelos climáticos, 3 escenarios socioeconómicos y 3 horizontes temporales. El modelo HADAM3H, disponible solamente para el horizonte 2071-2100, no se muestra en estos mapas (disponible en la wiki del proyecto, ver capítulo 10).

Cada mapa muestra áreas en tres colores correspondiendo a los dos modelos representados y a su superposición:

- Verde: área potencial prevista para el modelo CGCM2 que no coincide con el área del ECHAM4.
- Azul claro: área potencial prevista para el modelo ECHAM4 que no coincide con el área del CGCM2.
- Azul oscuro: área potencial donde ambos modelos coinciden.
- Medidas de adaptación, donde se identifican de forma sintética algunas medidas que razonablemente permitirían reducir el impacto del cambio climático proyectado sobre cada taxón.

8.2. Vulnerabilidad

Los valores se han estimado a partir de las estadísticas de la combinación CGCM2/B2/2041-2070, elegida por ser normalmente la de efectos más moderados y representar un horizonte a medio plazo (2041-2070). El recuento total de taxones por categoría de vulnerabilidad se muestra en la Tabla 6 y las categorías para cada taxón en las tablas 7 y 8.

Las tablas muestran que se proyectan impactos muy significativos para muchos taxones de la flora amenazada, pues aproximadamente la mitad presenta índices críticos de vulnerabilidad (70 taxones en la categoría A). Las es-

Tabla 6. Recuento de taxones por categoría de vulnerabilidad (MFE: taxones del Mapa Forestal de España; ESP: taxones de Flora Amenazada). A: vulnerabilidad crítica; B: muy alta; C: alta; D: media; E: leve; F: inexistente

IV	A	B	C	D	E	F
MFE	8	9	12	23	11	12
ESP	70	6	4	5	8	52

pecies del MFE se ven afectadas pero en general con menos intensidad. Es importante resaltar, sin embargo, que hay especies en categorías muy altas de vulnerabilidad que actualmente conforman bosques o formaciones de dehesa que representan una fracción muy significativa de la cubierta vegetal peninsular. Las especies forestales más afectadas son:

- *Abies pinsapo* (pinsapo).
- *Abies alba* (abeto común).
- *Quercus ilex* subsp *ilex* (encina).
- *Quercus petraea* (roble albar).
- *Quercus suber* (alcornoque).

El grado de vulnerabilidad de estos taxones como puede servir como indicador para definir prioridades en las políticas y actuaciones de conservación adaptativa, considerando el papel que representan (por ejemplo, las quercíneas) en el conjunto de la vegetación peninsular.

8.3. Riqueza específica potencial

8.3.1. Evolución de la riqueza específica potencial

A partir de los taxones del Mapa Forestal de España se han elaborado los mapas de riqueza específica potencial actuales y futuros para las diferentes combinaciones de escenarios y modelos. La Figura 3 es el ejemplo correspondiente a la combinación A2/CGCM2.

La interpretación visual de los mapas muestra una progresiva reducción de la riqueza específica potencial con un deterioro general

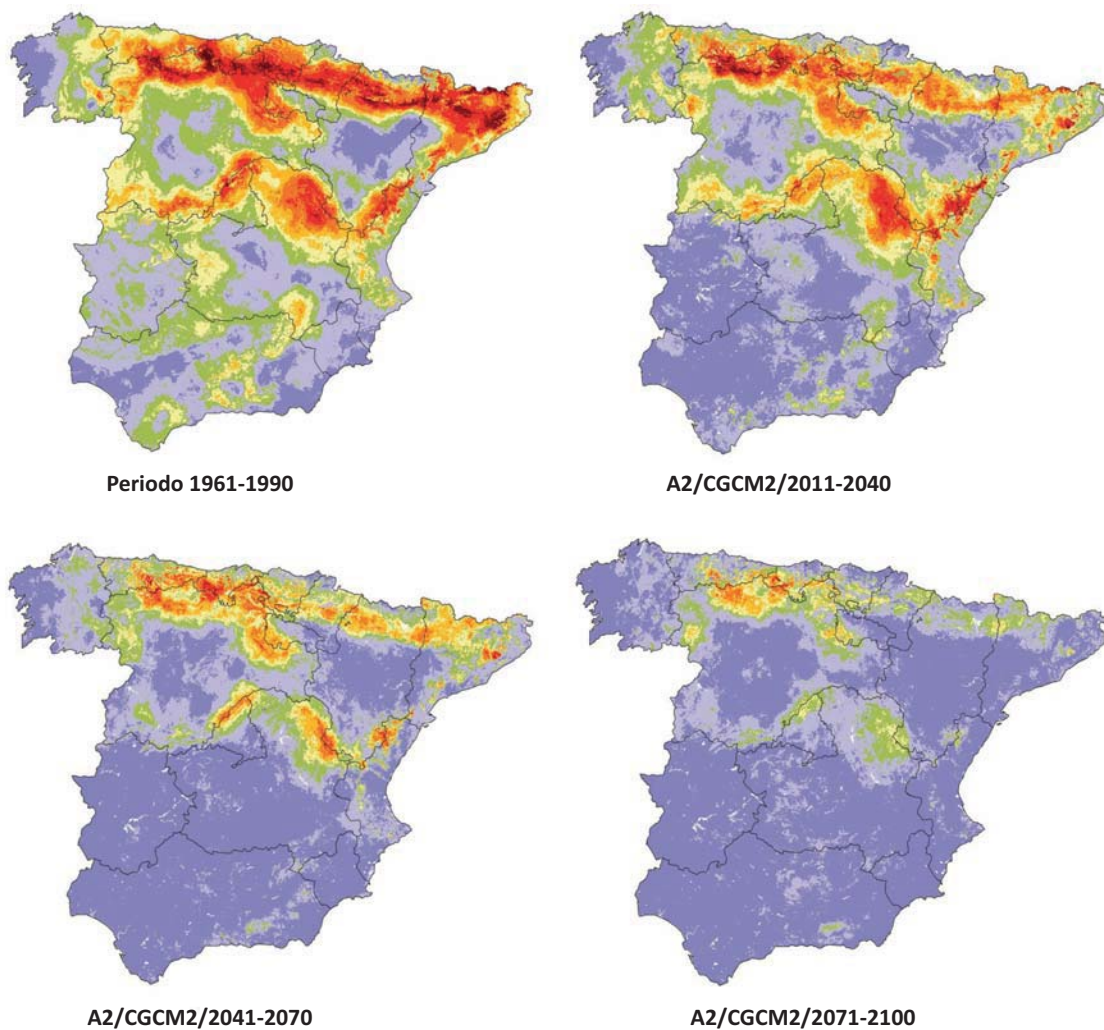


Figura 3. Riqueza específica potencial para el periodo actual y los tres horizontes temporales previstos en la combinación A2/CGCM2. Los valores se representan desde el azul (menos de 6 especies) hasta el rojo (más de 40 especies potenciales).

de las condiciones para albergar especies, y un gradiente de pérdida más intensa en la zona Sur y algo menos en la Norte. Quedan con valores relativamente altos algunas zonas del Norte de Castilla y León y de Asturias y Cantabria principalmente. Esto es coherente con las tendencias climáticas predichas, que señalan un incremento de temperaturas general pero afectando en mayor grado a la mitad meridional de la Península Ibérica. La totalidad de mapas para las diversas combinaciones de modelos y escenarios puede localizarse en el wiki del proyecto.

8.3.2. Delimitación de zonas críticas

La delimitación de zonas críticas o de máxima afectación se ha realizado para cada combinación escenario y modelo de acuerdo con el procedimiento siguiente:

- media aritmética de los mapas de pérdida o ganancia de especies para los tres horizontes temporales.
- segmentación del mapa resultante en tres clases:

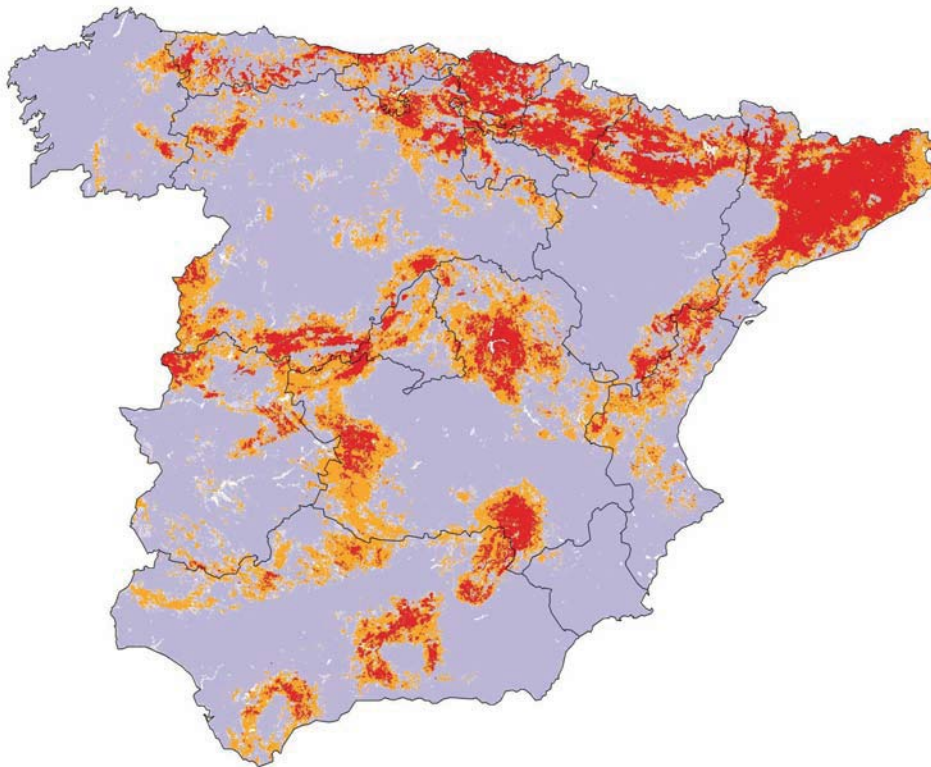


Figura 4. Zonas críticas por pérdida de riqueza específica para la combinación A2/CGCM2. Naranja: pérdida de 9 o más especies (percentil 0,75); rojo: pérdida de 13 o más especies (percentil 0,90).

- pérdida moderada o sin pérdida: hasta el percentil 75 del diferencial de especies.
- pérdida importante: entre el percentil 75 y el 90 del diferencial de especies.
- pérdida severa: superior al percentil 90 del diferencial de especies.

En el caso de la combinación A2/CGCM2, corresponde al percentil 75 la pérdida de nicho climático para 9 especies y al percentil 90 la del nicho de 13 especies. La Figura 4 muestra los resultados para esta combinación.

8.3.3. Interpretación de los mapas

Los valores de los mapas de riqueza específica están acotados por un límite inferior de cero especies y uno superior potencialmente equivalente al número total de especies analizadas. Este último número no se alcanza ya

que hay especies con requerimientos ambientales diferentes cuyas áreas potenciales son disjuntas.

En los mapas destacan zonas con muy baja riqueza que deben ser interpretadas. El mapa de riqueza actual muestra sus mínimos en zonas como el fondo del valle del Guadalquivir, la costa de Almería y Murcia, los Monegros y la costa occidental de Galicia. Estas zonas no tienen la misma interpretación y, por ejemplo, los valores de la zona gallega sólo pueden explicarse por la ausencia de vegetación actual, derivada de la intensa ocupación humana, que ha hecho que el muestreo de especies autóctonas tenga muy escasos puntos de presencia en esos lugares. Probablemente ocurre lo mismo con la cuenca media y baja del Guadalquivir y con las costas mediterráneas. En cambio, la zona de los Monegros parece obedecer a un mínimo real de potencialidad ya que apenas ha sido intervenida artificialmente y sus

características climáticas son muy limitantes y específicas.

En el otro extremo aparecen las zonas de alta riqueza, asociadas a la montaña media y alta de la mitad septentrional de España. Son zonas en general menos intervenidas por sus condiciones topográficas y donde deben priorizarse la mayoría de las actuaciones de conservación y adaptación.

Las áreas que mantienen valores de riqueza potencial relativamente alta a lo largo del siglo pueden considerarse como posibles áreas de refugio ya que mantienen un nicho climático adecuado para algunos taxones incluyendo muchos no consideradas en el trabajo pero acompañantes de las especies más conspicuas. En cualquier caso, no debe perderse de vista que estos mapas están elaborados con las especies del Mapa Forestal de España y su interpretación debe tener en cuenta esta circunstancia.

Se han elaborado estadísticas completas sobre la evolución de la riqueza específica potencial para las Comunidades Autónomas y para las diferentes categorías de espacios naturales protegidos. La información completa puede consultarse en el wiki y una síntesis en los apartados siguientes.

8.3.4. Estadísticas territoriales

La planificación y gestión de espacios naturales protegidos y otros territorios hace aconsejable aportar estadísticas sobre la evolución individualizada de estas zonas. Aunque no es esperable que se separen de las tendencias generales, una información más específica permitirá valorar la intensidad con que cada zona puede verse afectada. Es especialmente interesante la información que se obtenga referente a los espacios protegidos, pues suponen, al menos teóricamente, las áreas mejor conservadas donde la vegetación natural es más probable que se haya conservado con menor influencia antrópica. No obstante, toda esta información debe interpretarse con precaución dadas las limitaciones metodológicas que ya hemos comentado anteriormente.

Las estadísticas se han realizado calculando los valores de riqueza específica media (REM) para cada zona a valorar. A continuación se presentan los resultados sintéticos para las principales categorías de espacios naturales protegidos de España. En algunos casos se han considerado solamente aquellos espacios con una superficie de 200 km² o más por considerar que las estadísticas de superficie menores son poco relevantes dada la resolución espacial de los resultados en este trabajo.

Parques Nacionales

Como en el caso anterior se ha calculado la riqueza específica media para cada espacio en el presente y en todas las combinaciones de escenarios, modelos y horizontes. En este caso se han incluido todos los Parques Nacionales peninsulares aunque debe tenerse en cuenta que el caso de las Tablas de Daimiel es especial por su reducida extensión (1928 ha). Los resultados son los siguientes:

- Los modelos prevén una reducción importante de los valores de REM en todos los Parques Nacionales.
- los valores actuales máximos son para los PPNN de los Picos de Europa y Cabañeros.
- tomando como referencia el horizonte 2041-2070, los cambios porcentuales medios (en el conjunto de PPNN) son los siguientes:
 - A2/CGCM2: -31%
 - A2/ECHAM4: -41%
 - B2/CGCM2: -28%
 - B2/ECHAM4: -36%
- en términos de cambio relativo, los Parques más sensibles son Monfragüe y Cabañeros, con pérdidas medias cercanas al 80%, y los menos sensibles Ordesa y Monte Perdido, Doñana y Picos de Europa. Más concretamente:
 - Ordesa y Monte Perdido muestra estadísticas erráticas según el escenario y modelo pero solamente muestra pérdidas para la combinación A2/CGCM2. Con

el resto de combinaciones se mantiene adecuado para muchas especies actualmente no presentes, con ganancias potenciales significativas.

- La situación de Doñana es similar a la actual. No obstante, se trata de un espacio singular y poco comparable con el resto de PP. NN. debido a que la mayoría de las especies modelizadas no están presentes y, consecuentemente, su valor de REM es muy pequeño.
- Para Picos de Europa se prevén pérdidas medias de alrededor del 15% de REM.

LIC (Lugares de Importancia Comunitaria) y ZEC (Zonas Especiales de Conservación)

Los LIC y ZEC en España son numerosos, si bien la mayoría presenta superficies reducidas. Por este motivo se ha seguido la regla de tomar en consideración solamente aquellos con una superficie mínima de 200 km², excluyendo los espacios marinos. El listado resultante incluye 143 espacios por lo que debe considerarse como una primera aproximación a lo que podrían ser los efectos del cambio climático sobre esta parte de la Red Natura 2000. No debemos olvidar, además, que nuestro estudio no ha considerado los espacios insulares. Por todo ello, las conclusiones únicamente pueden extenderse a una parte de la amplia Red Natura 2000 española, abarcando parcialmente espacios de las regiones mediterránea, atlántica y alpina. Los resultados de síntesis obtenidos para esta muestra de espacios son los siguientes:

- los valores actuales máximos de REM se observan para los espacios Alta Garrotxa-Massís de Les Salines, Alto Tajo, Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina, Gorbeia, Hoces del Alto Ebro y Rudrón, L'Alt Maestrat, Liébana, Massís del Montseny, Montaña Central de León, Montes Obarenes, Serranía de Cuenca, Sierra de La Tesla-Valdivielso, Sierra y Cañones de Guara, Valle de San Emiliano y Valles Altos del Nansa y Saja y Alto Campoo.

- todos los espacios ven reducidos sus valores de REM en porcentajes importantes salvo dos, que muestran valores erráticos pero positivos en su media aritmética (Sierra de Gador y Enix y Posets-Maladeta).
- tomando como referencia el horizonte 2041-2070, los cambios porcentuales medios (en conjunto de espacios considerados) son los siguientes:
 - A2/CGCM2: -43%
 - A2/ECHAM4: -73%
 - B2/CGCM2: -36%
 - B2/ECHAM4: -71%
- las frecuencias de cambio en términos porcentuales para la totalidad de espacios considerados son las siguientes:
 - 0% : 2
 - 0 a -10% : 4
 - -11 a -20% : 7
 - -21 a -30% : 12
 - -31 a -40% : 33
 - -41 a -50% : 31

ZEPA, Zonas de Especial Protección para las Aves

Como ocurre con los LIC y ZEC, cuantitativamente las ZEPA son numerosas en España, y la mayoría de ellas tienen superficies reducidas por lo cual hemos tomado en consideración solamente aquellos espacios con superficie mínima de 200 km². El listado resultante incluye 141 espacios y, como ya se indicó anteriormente, los resultados deben considerarse con precaución y en ningún caso extenderse al conjunto de la Red Natura 2000 en España. Una síntesis de los resultados es la siguiente:

- los valores actuales máximos de REM se observan en los espacios Alta Garrotxa-Massís de Les Salines, Alto Tajo, Fuentes Carrionas y Fuente Cobre-Montaña Palentina, Hoces del Alto Ebro y Rudrón, Liébana, Montes Obarenes, Serranía de Cuenca, Sierra de La Tesla-Valdivielso y Valle de San Emiliano. Son espacios altamente coincidentes con los LIC y ZEC an-

teriormente mencionados debido a que es muy frecuente que espacios declarados como tal hayan sido también propuestos como ZEPA posteriormente por las CCAA.

- todas las ZEPA consideradas ven reducidos sus valores de REM en porcentajes importantes salvo el espacio Viñamala, que muestra valores erráticos pero positivos en su media aritmética. El valor medio de cambio general es de -54%.
- tomando como referencia el horizonte 2041-2070, los cambios porcentuales medios (en el conjunto de las ZEPA consideradas) son los siguientes:
 - A2/CGCM2: -45%
 - A2/ECHAM4: -71%
 - B2/CGCM2: -36%
 - B2/ECHAM4: -70%
- los menores valores de REM corresponde a las ZEPA siguientes: Área Esteparia de la Mancha Norte, Cabo de Gata-Níjar, Doñana, Estepas de Belchite-El Planerón-La Lomaza, Estepas de Monegrillo y Pina, La Retuerta y Saladas de Sástago y Río Huerva y Las Planas. La interpretación de estos valores debe hacerse considerando el origen del valor de riqueza específica y las características peculiares de estos espacios, en áreas con limitaciones ambientales para el desarrollo de la vegetación.

Reservas de la Biosfera

El listado de espacios considerados, una vez eliminados los marinos y los menores de 200 km², incluye 31 recintos. Es un número aceptable, y los resultados pueden considerarse en este caso que –salvando las limitaciones metodológicas y la no consideración del medio insular– como representativos de las Reservas de la Biosfera de la España peninsular. Una síntesis de los resultados es la siguiente:

- los valores actuales máximos de REM se observan en los espacios “Alto Bernesga”, “Babia”, “Valles de Omaña y Luna”, “Argüellos” y “Somiedo”.

- todas las Reservas de la Biosfera consideradas ven reducidos sus valores de REM en porcentajes importantes excepto dos, que muestran valores erráticos –aunque positivos– en su media aritmética (“Doñana” y “Ordesa-Viñamala”).
- tomando como referencia el horizonte 2041-2070, los cambios porcentuales medios (en el conjunto de las Reservas de la Biosfera que hemos considerado) son los siguientes:
 - A2/CGCM2: -42%
 - A2/ECHAM4: -69%
 - B2/CGCM2: -42%
 - B2/ECHAM4: -69%
- los menores valores de REM corresponde a las siguientes Reservas: “Doñana”, “Cabo de Gata-Níjar” y “La Mancha Húmeda”, lo cual resulta lógico al considerar el origen del valor de riqueza específica y las características de estos espacios, con limitaciones ambientales al desarrollo de la vegetación.

En síntesis, las estadísticas territoriales nos informan de los resultados cuantitativos de las proyecciones de cambio climático a diferentes escalas: todo el territorio nacional, una comunidad autónoma o a escala de espacios o redes de espacios naturales protegidos. Los resultados son coherentes y, en general, muestran elevados porcentajes de pérdida de riqueza vegetal a todas las escalas. No obstante, recomendamos considerar con cautela estos resultados. Aunque la tendencia parece clara, los porcentajes de pérdida pueden estar enmascarados por muchos factores, comenzando por la escala considerada para llevar a cabo los análisis.

Sin embargo, estos resultados también nos previenen de que es probable que muchos de los espacios actualmente protegidos no cumplan la función para la que fueron declarados en el futuro, al menguar y verse alterada su biodiversidad. Ello ocurriría, de manera especial, con los espacios de la Red Natura 2000 designados por contener determinados tipos de hábitat. El caso de las

Reservas de la Biosfera, designadas para compatibilizar usos tradicionales, desarrollo sostenible y conservación de la biodiversidad, también supone un importante reto, en especial si consideramos que los recursos naturales objeto de explotación tradicional es muy probable que se vean afectados.

Aunque las cifras aquí obtenidas son, por todo lo indicado, meramente orientativas, confiamos que los resultados sirvan para hacer reflexionar a los gestores del medio natural sobre la necesidad de comenzar a buscar soluciones ante esta problemática sobre el medio natural protegido.