



PLAN DIRECTOR PARA LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA

UNA ESTRATEGIA DE INFRAESTRUCTURA VERDE

MEMORIA Y DIAGNÓSTICO

MAYO 2018



Europa
invierte en las zonas rurales



PLAN DIRECTOR PARA LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCIA
UNA ESTRATEGIA DE INFRAESTRUCTURA VERDE

MEMORIA Y DIAGNÓSTICO
MAYO 2018

PLAN DIRECTOR PARA LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCIA

INDICE GENERAL

DOCUMENTO 1. Memoria y diagnóstico

DOCUMENTO 2. Parte 1. Presentación de la propuesta. Áreas Estratégicas para la Mejora de la Conectividad Ecológica

DOCUMENTO 2. Parte 2. Programa de medidas. Programa de seguimiento

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 La conectividad ecológica.....	1
1.1.1 Conectividad ecológica y conservación de la biodiversidad.....	1
1.1.2 La pérdida de conectividad ecológica.....	2
1.1.3 Estrategias generales para la conectividad.....	8
1.2 Principales antecedentes para la redacción del Plan.....	11
2. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y VIGENCIA.....	19
2.1 Justificación.....	19
2.2 Ámbito de aplicación.....	20
2.3 Vigencia.....	21
3. FINALIDAD, OBJETIVOS Y PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN.....	23
3.1 Finalidad y objetivos.....	23
3.2 El Plan en el contexto de las estrategias de Infraestructura Verde, evaluación y mejora de los Servicios Ecosistémicos.....	32
3.3. Otros principios estratégicos inspiradores del Plan.....	38
4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN.....	43
4.1 El Plan como instrumento director y de coordinación.....	43
4.2 Análisis del marco de planificación y de gestión vigente.....	44
4.3 Análisis de ámbitos competenciales e instrumentos de planificación.....	51
5. PROCESO GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN.....	67
6. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA.....	73
6.1 La conectividad del medio terrestre.....	75
6.1.1 Información de base.....	75
6.1.2. Diagnóstico de la conectividad ecológica terrestre en Andalucía.....	80
6.1.3 Ejes estratégicos de la conectividad terrestre en Andalucía.....	100
6.1.4 Análisis de los déficits y las potenciales relativos a la conectividad de los ejes conectores estratégicos.....	107
6.2 La conectividad de los sistemas acuáticos epicontinentales.....	119
6.2.1 La información de base.....	119
6.2.2 Evaluación de la calidad y facilidad de restauración de las riberas... 	125
6.2.3 Evaluación del estado de las masas de agua.....	130
6.2.4 Distribución y abundancia de HIC relevantes.....	143

6.2.5	Impacto sobre las poblaciones de peces.....	144
6.2.6	Conclusiones generales.....	149
6.3	La conectividad del medio marino.....	151
6.4	Conectividad ecológica y biodiversidad en Andalucía.....	156
6.4.1	Flora vascular.....	157
6.4.2	Invertebrados.....	159
6.4.3	Peces continentales y diádromos.....	161
6.4.4	Anfibios.....	162
6.4.5	Reptiles.....	163
6.4.6	Aves.....	164
6.4.7	Mamíferos.....	165
6.5	Futuros retos de la conservación de la conectividad ecológica ante el cambio global.....	167
7.	ÍNDICE DE CONECTIVIDAD TERRESTRE DE ANDALUCÍA (ICTA).....	171
7.1	Proceso metodológico.....	171
7.1.1	Criterios de definición del ICTA.....	171
7.1.2	Desarrollo metodológico.....	172
7.2	Determinación del índice de conectividad ecológica.....	174
8.	REFERENCIAS.....	183
	ANEJO 1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONECTIVIDAD TERRESTRE DE ANDALUCÍA (ICTA).....	
	ANEJO 2: ANTECEDENTES DE REFERENCIA PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN.....	

1. INTRODUCCIÓN

La redacción del Plan director para la mejora de la conectividad en Andalucía (en adelante el Plan o el Plan director) se enmarca en un contexto que viene determinado por la realidad del territorio de Andalucía y la información disponible sobre la misma, por el estado de los conocimientos actuales de orden científico y técnico sobre la conectividad y por los antecedentes sobre la materia en el ámbito internacional, europeo, estatal y andaluz que han conducido a la formulación del mismo.

En este apartado se introduce el concepto de la conectividad ecológica y se expone el marco creado por los antecedentes sobre la materia en los diferentes ámbitos geográficos en los que sitúa Andalucía. El diagnóstico de la realidad del territorio de la región desde la perspectiva de la conectividad ecológica en función de la información disponible se presenta en el apartado 6.

1.1 La conectividad ecológica

1.1.1 Conectividad ecológica y conservación de la biodiversidad

Más de 30 años de estudios científicos demuestran que la conectividad ecológica es necesaria para conservar la biodiversidad (Diamond, 1975; Manserg y Scotts, 1989; Hanski y Gilpin, 1997; Beier, 1995; Forman, 1995; Berggren et al., 2002; Bennett, 2003). La conectividad ecológica permite que las especies se puedan desplazar y dispersar por el territorio para conseguir alimento, encontrar refugios o hábitats de reproducción; asimismo, garantiza el intercambio genético entre los organismos de distintas poblaciones.

La posibilidad de conectar funcionalmente los diversos componentes de una metapoblación (población formada por distintos núcleos poblacionales) permite compensar, en cierta medida, la fragilidad y la vulnerabilidad de los hábitats y poblaciones de dimensiones reducidas, al posibilitar recolonizaciones de áreas en las que una determinada especie se ha extinguido localmente. Así, la conectividad ecológica permite a los organismos hacer frente a los acontecimientos catastróficos, ya que una población que haya experimentado una drástica reducción de sus efectivos a consecuencia de una eventualidad, podrá recibir individuos de otras poblaciones donantes que harán posible su recuperación en un plazo de tiempo más o menos prolongado. Igualmente, la conectividad permite migraciones de supervivencia y la colonización de nuevos espacios que no se podrían producir en un entorno con barreras a la dispersión.

La conectividad ecológica hace referencia tanto a los movimientos de las especies animales, como al de las especies vegetales y al mantenimiento de los flujos de materia y energía (Martínez Alandi et al. 2009).

Por otra parte, cada vez es más patente que el cambio climático supone una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad. Las medidas que se proponen para reducir sus efectos se dirigen preferentemente a la mejora de la resiliencia de los ecosistemas, es decir, se orientan a favorecer una adecuada capacidad de adaptación y respuesta en los sistemas naturales. El cambio climático obligará a los organismos a desplazarse desde los territorios que ocupan actualmente, y que tal vez devendrán poco favorables, hacia otras áreas que resultarán más adecuadas a sus requerimientos ecológicos. La conectividad ecológica, al permitir y facilitar el desplazamiento de los organismos entre los hábitats que les sean favorables, aumentará la capacidad de respuesta. En consecuencia, garantizar la permeabilidad de la matriz territorial a los movimientos de los organismos es clave para incrementar su velocidad de respuesta frente al cambio climático (Martínez Alandi et al. 2009).

1.1.2 La pérdida de conectividad ecológica

Todos los estudios realizados en las últimas décadas desde los principales organismos internacionales y europeos constatan que estamos asistiendo a una pérdida continuada de biodiversidad, tanto a nivel de paisajes, como de hábitats, de poblaciones y de especies.

En Europa, la presión mayor sobre la conservación de los ecosistemas radica en la fragmentación, la degradación y la destrucción del hábitat debidas a la modificación en los usos del suelo (*Frenar la pérdida de biodiversidad para el 2010 y más allá*, Comisión de las Comunidades Europeas 2006). El 30% del territorio de la Unión Europea presenta un grado de fragmentación entre moderado y alto (*Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*, Comisión Europea 2011). La implantación de infraestructuras, el incremento de las zonas urbanas y de la urbanización dispersa, así como la intensificación, la homogeneización o el abandono de la actividad agraria, han comportado la reducción, el deterioro y la fragmentación de los espacios naturales y seminaturales.

Fragmentación de los hábitats y conectividad ecológica se encuentran relacionadas inversamente, de manera que, con frecuencia, la fragmentación va unida a la pérdida significativa de conectividad. Sin embargo, un territorio fragmentado estructuralmente puede mantener un cierto grado de conectividad entre las teselas de hábitat que lo conforman si la matriz que separa estas teselas es permeable a los movimientos de los organismos (Figura 1.1).

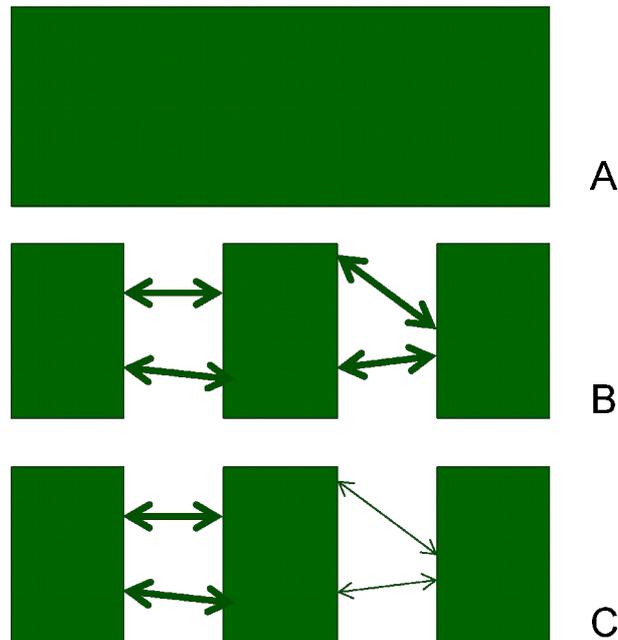


Figura 1.1. Ejemplo de la relación entre conectividad ecológica y fragmentación de los hábitats. A. Hábitat no fragmentado estructuralmente y bien conectado (no fragmentado funcionalmente). B. Hábitat fragmentado estructuralmente y conectado (no fragmentado funcionalmente). C. Hábitat fragmentado estructuralmente y funcionalmente (no conectado). *Adaptado de una idea de F. Rodà.*

Como consecuencia de los procesos de fragmentación, los espacios naturales y seminaturales son progresivamente más escasos y reducidos y quedan rodeados de barreras antrópicas o suelos muy transformados, de manera que cada vez son menos viables para el mantenimiento de las poblaciones de ciertas especies y para garantizar algunas de las funciones y servicios de los ecosistemas.

Así, por ejemplo, cuando se reduce la conectividad y se fragmentan los hábitats:

- Los animales no pueden desplazarse para buscar alimento, refugio o hábitats de reproducción. Esto conduce a un incremento de la tasa de mortalidad, enfermedades, disminución del éxito reproductor, etc.
- Se produce aislamiento genético de los individuos, lo que conduce a fenómenos de endogamia.
- Las poblaciones de los organismos animales y vegetales quedan repartidas en diversos fragmentos de hábitat y en algunos casos pueden llegar a estar constituidas por un número tan escaso de individuos que la población deja de ser viable. No reciben refuerzo de otras poblaciones cercanas que podrían ser donadoras de individuos. En último extremo, esto puede

conducir a la extinción de la población. La conectividad ecológica comporta un incremento del intercambio de individuos entre poblaciones y reduce las tasas de extinción de las especies.

Así, la fragmentación de hábitats y ecosistemas, ya sea como consecuencia de procesos de cambios de uso del suelo o de desarrollos urbanos e infraestructurales, se ha convertido en las últimas décadas en una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad a escala global. Según la evaluación de los Ecosistemas del Milenio (programa científico interdisciplinario auspiciado por Naciones Unidas para evaluar la capacidad que tienen los ecosistemas del planeta y la biodiversidad que alberga para mantener el bienestar humano de sus habitantes) esto resulta especialmente preocupante en el contexto de los países desarrollados, en especial en Europa, donde la intensificación de los modelos productivos y el incremento exponencial de la presión sobre el suelo han conducido a una situación que plantea evidentes riesgos para el mantenimiento de determinadas especies, hábitats, ecosistemas y servicios ambientales.

Estadísticas recientes de la Agencia Europea de Medio Ambiente ilustran la magnitud de los cambios producidos en las últimas décadas y manifiestan sus implicaciones ambientales. Puede destacarse, por ejemplo, que en la década de los 90 del siglo pasado fue urbanizada, en la UE, una superficie de unos 8.000 Km², lo que supone un incremento del 5% del total de la superficie construida en solo 10 años. Los ritmos de pérdida de hábitats como consecuencia de los fenómenos de dispersión urbana, que fundamentalmente afectan a los paisajes agrarios adyacentes a las grandes urbes europeas, se estiman en torno a las 1.500 ha diarias. Este proceso se ha producido también en Andalucía, incluso con intensidades superiores a las medias de la UE, en particular en los ámbitos litorales y en los entornos de las principales áreas metropolitanas. A los problemas de fragmentación asociados a estos desarrollos urbanísticos, que en muchos casos han estado desligados de las necesidades derivadas de la evolución demográfica endógena (crecimiento natural y creación de nuevos hogares en función de la estructura de las cohortes), se añaden los derivados de las nuevas infraestructuras que requieren estos espacios urbanos, las cuales resultan también en una mayor fragmentación del territorio como consecuencia de la proliferación de elementos que producen efectos de borde y barrera (infraestructuras de comunicación y transporte, de abastecimiento, etc.). Esta misma evolución se ha visto intensificada por una política de transporte fuertemente vinculada a la creación de nuevos corredores de altas prestaciones (autovías y ferrocarriles). Ello ha contribuido a la fragmentación del territorio que, aun estando lejos de los que han sufrido la dinámica urbanística antes aludida, han sido atravesados por estas infraestructuras.

Incluso las zonas de alto valor natural (Red de Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000) con frecuencia se encuentran fragmentadas o aisladas unas de otras y en algunas ocasiones incluso presentan problemas internos de fragmentación de hábitats. Como consecuencia y como ya se ha indicado en la introducción, al tratar de la conectividad ecológica, las especies encuentran grandes dificultades para desplazarse o para completar en su totalidad sus ciclos biológicos vitales. Pero los efectos de los procesos de fragmentación no se reducen a la pérdida de biodiversidad específica, sino que además pueden llegar a comprometer la conservación de ecosistemas que ejercen importantes servicios ambientales. La pérdida o deterioro de los servicios ambientales que proporcionan estos ecosistemas tiene a su vez implicaciones directas sobre las sociedades que las padecen, sobre sus actividades y sobre sus modelos socio-económicos. En última instancia, los procesos de fragmentación pueden llegar a comprometer, también, el desarrollo humano, social y económico de los territorios en los que se producen.

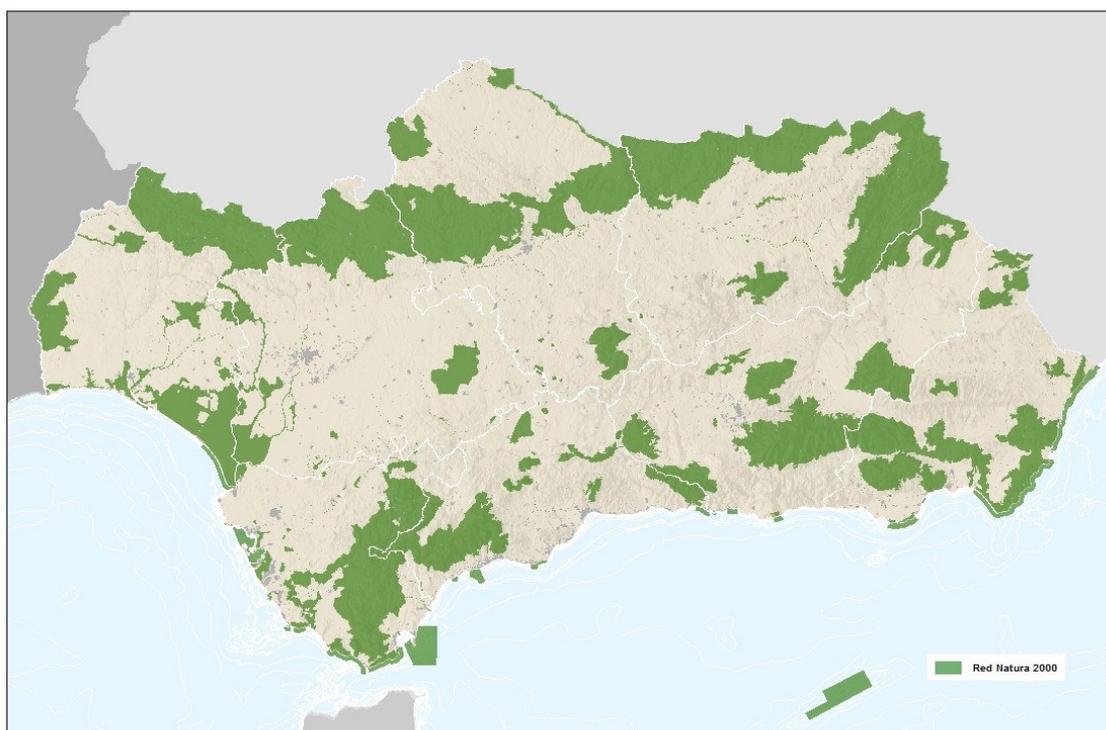


Figura 1.2. La Red Natura 2000 en Andalucía

La fragmentación del paisaje interactúa además de forma sinérgica con el resto de procesos motores del denominado “cambio global”, tales como la pérdida directa de hábitat, el cambio climático, la contaminación o la introducción de especies exóticas invasoras. Las interacciones entre estos procesos, que son los que en mayor medida ocasionan la pérdida de

biodiversidad y el deterioro de los servicios ecosistémicos, multiplican sus efectos, hasta el punto que pueden llegar a afectar gravemente el equilibrio de la relación entre las sociedades y el medio en el que se desarrollan

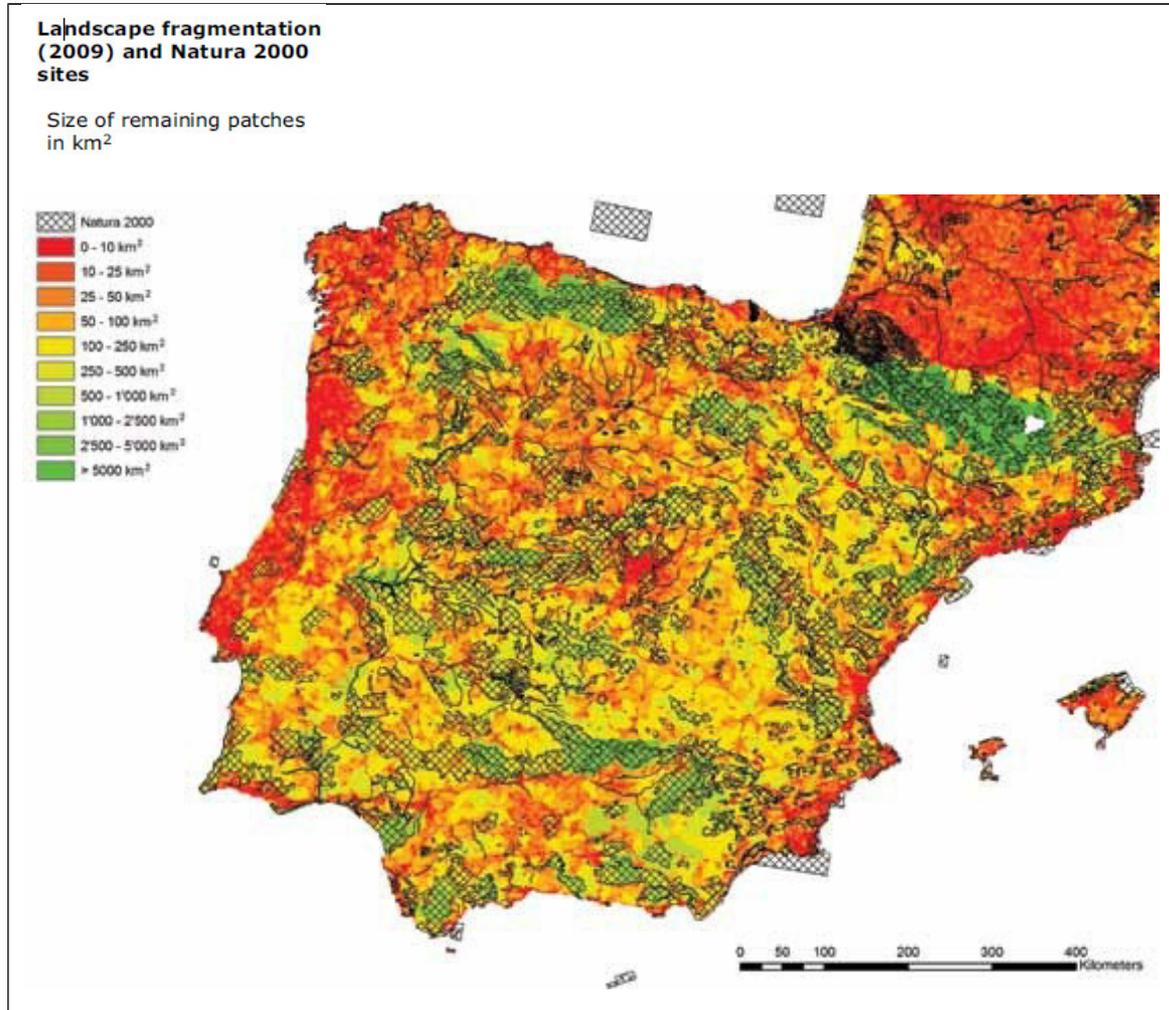


Figura 1.3. Fragmentación del paisaje en relación con los lugares de la Red Natura 2000. Tamaño (km²) de las teselas sin fragmentar. Fuente: Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural (Comisión Europea COM (2011) 244 final)

GLOSARIO

Biodiversidad o diversidad biológica: variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad).

Conectividad ecológica: atributo o propiedad del paisaje que resulta de la interacción de los patrones espaciales de las cubiertas del suelo o los hábitats con los patrones de movimiento y dispersión de los organismos (Lindenmayer & Fischer 2006).

Corredor ecológico: territorio, de extensión y configuración variables, que, debido a su disposición y a su estado de conservación, conecta funcionalmente espacios naturales de singular relevancia para la flora o la fauna silvestres, separados entre sí, permitiendo, entre otros procesos ecológicos, el intercambio genético entre poblaciones de especies silvestres o la migración de especímenes de esas especies (Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad).

Fragmentación de hábitats: proceso de división de hábitats continuos en fragmentos que, a medida que se hacen más pequeños, quedan más aislados entre sí, y que, en conjunto, ocupan solo una fracción de la superficie original del hábitat (Rosell et al. 2003).

Hábitat: entorno físico y biológico utilizado por un individuo, población o especie o, de forma más amplia, por un grupo de especies. Según la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, el hábitat de una especie es el medio definido por factores bióticos y abióticos específicos donde vive la especie en una de las fases de su ciclo biológico. Con frecuencia en el lenguaje coloquial el término se utiliza para referirse al lugar donde vive un organismo (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino 2010).

1.1.3 Estrategias generales para la conectividad

El conocimiento actual en el campo de la biología y la ecología, y su aplicación en la conservación del patrimonio natural, ha puesto de manifiesto que la conservación en base a unidades discretas de espacios naturales protegidos no se adecua al funcionamiento de los ecosistemas y especies. El cambio de enfoque en materia de conservación, de acuerdo con este desarrollo de la teoría ecológica, evidencia asimismo la importancia de superar este modelo estableciendo una estrategia de preservación del conjunto de elementos y procesos ecológicos existentes en todo el territorio.

En esta línea, todos los documentos estratégicos de conservación recientes consideran imprescindible garantizar las conexiones ecológicas entre espacios protegidos para asegurar el mantenimiento de la diversidad biológica. Esto se traduce en la necesidad de establecer un modelo de protección formado por una red de nodos (por ejemplo, los espacios protegidos) e internodos (conectores ecológicos). Los primeros merecen ser protegidos por sus valores naturales y contenidos biológicos. Los segundos permiten la interrelación de los primeros.

Es esencial tener en cuenta que este conjunto está integrado en una matriz territorial que es preciso que se encuentre escasamente fragmentada o que sea suficientemente permeable para que este diseño en red sea eficiente en los objetivos de conservación de la biodiversidad que contienen los espacios y el buen funcionamiento de las especies, poblaciones y sistemas. Así, pues, el objetivo de garantizar la conectividad ecológica a escala de todo el territorio requiere enfocar el problema desde una perspectiva integral, procurando garantizar las conexiones ecológicas y mantener niveles altos de permeabilidad ecológica en el conjunto del territorio (Mayor 2008). Existe consenso, pues, en que una estrategia conectiva adecuada será aquella que incluya el establecimiento de un entramado ecológico en el territorio (infraestructura verde), compuesto por un conjunto de espacios naturales y seminaturales, que generalmente disfrutarán de protección, conectados entre sí mediante espacios de la matriz territorial de calidad suficiente como para permitir los movimientos y la dispersión de las especies de la flora y de la fauna y el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas y de los procesos ecológicos esenciales.

En este sentido la Administración Ambiental andaluza ha impulsado un debate abierto en torno a los Espacios Naturales Protegidos andaluces, un debate que toma como punto de partida la discusión del documento director AN+20. AN+20 establece las bases conceptuales para el futuro de los Espacios Naturales Protegidos, esbozando también los procedimientos metodológicos para la integración de los paradigmas de cambio global y capital natural en la regulación, ordenación, planificación y gestión de estos territorios. Entre sus principios orientadores se incluye la necesidad de

mantener la conexión ecológica entre los espacios naturales protegidos, mediante la constitución de redes funcionales que incluyan áreas fuera de los espacios naturales protegidos, así como mediante la integración entre la política territorial y la política de conservación de los espacios naturales protegidos y a la “ambientalización” de las políticas estratégicas en la conservación de los ecosistemas.

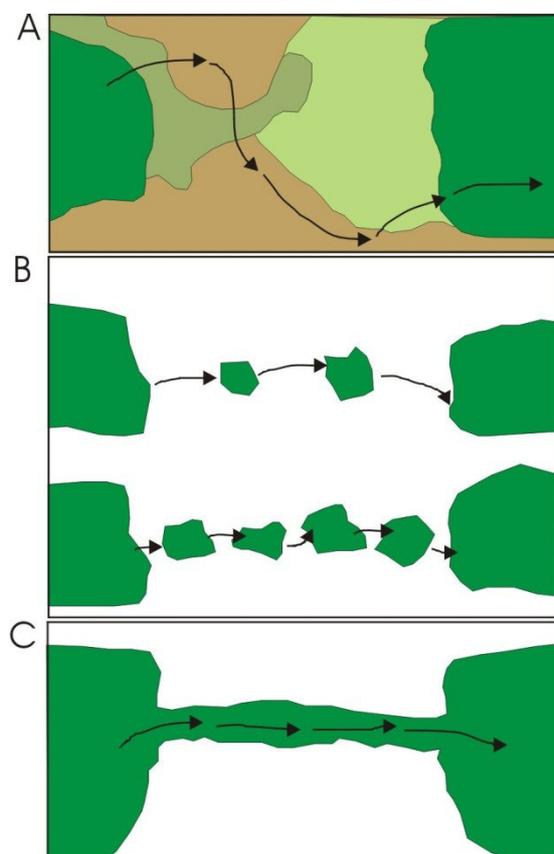


Figura 1.4. La conectividad ecológica puede conseguirse: (a) gestionando el mosaico de toda la matriz territorial para facilitar el movimiento; o (b) y (c) manteniendo hábitats específicos para permitir el movimiento de determinadas especies a través de hábitats adversos. Estos patrones de hábitat pueden ser en forma (b) de pasaderos clave (*stepping stones*) de tamaño y distribución espacial diversos, o (c) de corredores (*corridors*) que proveen una conexión continua de los hábitats favorables. Fuente: Adaptado de Bennet 2003.

En este contexto, la necesidad de abordar estrategias orientadas a la conservación de la biodiversidad y a la mejora de la conectividad ecológica del territorio trasciende el ámbito específico de las políticas medioambientales. Se hace necesaria la convergencia de enfoques e intereses entre disciplinas y responsabilidades de gestión obligadas a entenderse en aras de garantizar la viabilidad de las actividades humanas, tales como la biología, la economía, la sociología, el paisaje, la planificación urbanística o la ordenación del territorio. Es fundamental complementar a través de esta convergencia, las políticas tradicionales

orientadas a la conservación de la naturaleza, sustentadas preferentemente en la protección de especies amenazadas, en la gestión de espacios naturales y en la prevención y evaluación ambiental, las cuales se han evidenciado insuficientes para conseguir, por sí solas, los diferentes objetivos propuestos a escala global y europea en materia de biodiversidad. Se trata de construir disciplinas técnicas que sean transversales, al ser asumidas de manera horizontal por todas las disciplinas, líneas de gestión de las sociedades humanas y sus instituciones con incidencia en el territorio.

Conceptos emergentes, como el de Infraestructura Verde o el de Capital Natural, pueden contribuir significativamente a establecer los vínculos necesarios entre estas aproximaciones y disciplinas:

Infraestructura verde: es un concepto complejo e integrador cuyo desarrollo y puesta en marcha se orienta a la consecución de los siguientes objetivos operativos:

- Combatir la pérdida de biodiversidad mediante la mejora de la conectividad entre áreas naturales y el incremento de la coherencia e integración de dichas áreas en su matriz territorial.
- Reforzar la funcionalidad de los ecosistemas y garantizar el buen estado de los servicios ambientales que proporcionan a la sociedad.
- Contribuir a la lucha y adaptación frente al cambio climático.
- Incrementar la resiliencia y capacidad de adaptación y respuesta de los ecosistemas, su funcionalidad y su conectividad ecológica.
- Propiciar la identificación, diagnóstico y gestión de áreas multifuncionales que cumplen importantes funciones ambientales, mediante su incorporación a los procesos de planificación territorial y paisajística, a través de políticas relativas a los usos del suelo, o derivadas del desarrollo de medidas de conectividad ecológica de elementos de interés.
- Contribuir al desarrollo de una economía más verde y sostenible mediante la inversión en los servicios ecosistémicos, en contraposición a la gestión de los problemas ambientales apoyada exclusivamente en soluciones tecnológicas, y en la mitigación de los efectos adversos del transporte y las infraestructuras energéticas y de abastecimiento.

Capital natural: extensión de la noción económica de capital (medios de producción manufacturados) a bienes y servicios medioambientales. Hace referencia a una reserva (por ejemplo, un bosque) que produce un flujo de bienes (por ejemplo, nuevos árboles o acumulación de biomasa) y de servicios (por ejemplo, captura de carbono, control de la erosión, estabilidad climática, resistencia frente a las perturbaciones, fertilidad del suelo, hábitats). Está constituido por aquellos aspectos

del mundo natural que son empleados o potencialmente empleables en el sistema económico y social humano, siendo capaces de generar un flujo de bienes y servicios útiles o renta natural a lo largo del tiempo, ya sea de forma directa o indirecta. Desde una perspectiva ecológica además de los componentes que forman la estructura de los ecosistemas, el capital engloba a todos aquellos procesos e interacciones entre los mismos, los cuales definen su integridad y resiliencia ecológica, es decir, determinan su funcionamiento, capacidad de recuperación y adaptación.

1.2 Principales antecedentes para la redacción del Plan

La necesidad de mantener la conectividad para conservar la biodiversidad entró plenamente en el ámbito de la conservación y gestión de la biodiversidad hace ya algunas décadas, cuando se puso de manifiesto en 1979 en la Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres (conocida también como Convenio de Bonn).

En los años transcurridos desde entonces, se han multiplicado los documentos a escala internacional, europea y española que constituyen referentes para la redacción del presente Plan. Desde el punto de vista legislativo el principal referente para la redacción es la **Ley 33/2015 de 21 de septiembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad**. Según se recoge en el artículo 15, su aprobación implica la elaboración de una Estrategia Estatal de Infraestructura Verde, y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, así como el desarrollo por parte de las comunidades autónomas de sus propias Estrategias regionales en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de la Estrategia estatal.

Por otro lado, diferentes documentos de la Comunidad Autónoma de Andalucía deben ser tomados en consideración para la redacción de este documento, entre ellos, de forma muy especial, la **Estrategia Andaluza para la Gestión Integrada de la Biodiversidad**. Finalmente, cabe destacar particularmente la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones **Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa**, por estar dedicado específicamente a la infraestructura verde. Estos documentos se describen más prolijamente a continuación.

La Tabla 1.1 muestra el listado de los documentos más relevantes acompañados de un breve comentario. Una relación extensa de todos los referentes a considerar, con una descripción más detallada de los mismos, se puede leer en el Anejo 2.

- **Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad.**

Aprobada por el Consejo de Gobierno en septiembre de 2011, es un referente clave. Uno de sus principios estratégicos, especialmente significativo para este Plan Director es que *el enfoque y orientación de la conservación de la diversidad biológica (estrategias de gestión) debe tener un carácter territorial horizontal, que se extienda al conjunto del territorio andaluz, tanto dentro como fuera de los Espacios Naturales Protegidos, promoviendo la conectividad de los espacios naturales y la permeabilidad del territorio. [...] los sistemas agrarios con bases sostenibles ambientales mantienen importantes niveles de diversidad biológica y desempeñan un importante papel en la conectividad entre espacios naturales. [...].*



Figura 1.5. La Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad es un referente clave para el Plan director de mejora de la conectividad ecológica en Andalucía.

El presente Plan Director emana de las disposiciones contempladas en la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad, en la cual los temas relativos a la conectividad ecológica son ampliamente recogidos en los niveles de diagnóstico y en el programa de medidas de la Estrategia, donde figura como acción específica la elaboración y puesta en marcha de un Plan de Acción para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía. Por su importancia en la conservación de la biodiversidad, la conexión de hábitats y ecosistemas y la integridad de las tramas ecológicas son aspectos abordados dentro de la Estrategia en diversos objetivos generales, líneas estratégicas y objetivos específicos. Sus referencias en el programa de medidas se resumen de la siguiente forma:

Objetivo general 1. Implementar un marco instrumental adecuado para acometer el objetivo de frenar la pérdida de biodiversidad en sus diferentes escalas y recuperar servicios ecosistémicos

LÍNEA ESTRATÉGICA 1.3. Mantener y recuperar la trama ecológica. Promover la conservación de la biodiversidad, en su conjunto, considerando los procesos biofísicos que garantizan la integridad de los ecosistemas y sistemas ecoculturales de Andalucía.

LÍNEA ESTRATÉGICA 1.6. Potenciar la función de los ENP como espacios básicos para frenar la pérdida de la biodiversidad.

Objetivo general 4. Consolidar un modelo de gestión integrada de la biodiversidad a través de la coordinación interadministrativa y el desarrollo de las políticas sectoriales estratégicas.

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.4. Consolidar la biodiversidad en el marco de la gestión integral de los recursos y el ciclo del agua (nueva cultura del agua).

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.7. Profundizar en la integración de la biodiversidad dentro de la política agraria y pesquera de la Junta de Andalucía.

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.8. Profundizar en la integración de la biodiversidad en el contexto de la política territorial y urbanística.

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.9. Profundizar en la integración de la biodiversidad en el contexto de las políticas de Industria, Energía y Transporte.

- **Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. (COM(2013) 249 final).**

Se redacta como respuesta a diversos compromisos adquiridos en anteriores Comunicaciones de la Comisión Europea relativos a infraestructura verde, servicios ecosistémicos y capital natural. Revisa cómo el desarrollo de una infraestructura verde contribuye a las políticas de la UE y en concreto:

- Políticas regionales (Fondos de Cohesión, FEDER).
- Cambio climático y gestión del riesgo de catástrofes.
- Capital natural, en concreto en relación con la tierra y el suelo, el agua y la conservación de la naturaleza.

Seguidamente, la Comunicación indica lo que debe hacerse para propiciar el desarrollo de la infraestructura verde y lo que se debería hacer a escala de la UE. En concreto incide sobre:

- La dimensión de la UE en cuanto a escalas y políticas. Plantea la necesidad de un compromiso claro y a largo plazo de la UE respecto al desarrollo y despliegue de la infraestructura verde.
- La integración de la infraestructura verde en los ámbitos políticos clave. Indica la necesidad de que la infraestructura verde pase a ser un elemento normalizado de la ordenación del territorio y del desarrollo territorial y que se integre plenamente en la aplicación de las políticas antes citadas. Incide en la necesidad de establecer y concretar los mecanismos de financiación para ello.
- La necesidad de datos coherentes y fiables. Indica la necesidad de disponer de los mismos para un despliegue eficaz de la infraestructura verde (alcance y estado de los ecosistemas, servicios que estos prestan, valor de estos servicios incluyendo el cálculo del precio).
- Mejora de la base de conocimientos y fomento de la innovación. Identifica la necesidad de intensificar la investigación para comprender mejor la relación entre biodiversidad y estado de los ecosistemas, así como entre este último y su capacidad para prestar servicios ecosistémicos; para comprender mejor el valor de los servicios ecosistémicos; y para ensayar y aplicar soluciones innovadoras de infraestructura verde.
- Apoyo financiero a proyectos de infraestructura verde. Prevé la creación de instrumentos financieros de la UE, así como inversión del sector privado.
- Proyectos de infraestructura verde a escala de la UE. Plantea la necesidad de considerar la infraestructura verde a escala europea igual que se han considerado las infraestructuras del transporte, las TIC u otros casos.

La Comisión se ha comprometido a desarrollar una estrategia de la UE sobre la infraestructura verde que debería servir como marco que permita combinar señales políticas y medidas científicas o técnicas. Debería incluir los siguientes elementos:

- Fomento de la infraestructura verde en los principales ámbitos políticos.
- Mejora de la información, refuerzo de la base de conocimientos y fomento de la innovación.
- Mejora del acceso a la financiación.
- Proyectos de infraestructura verde a escala de la UE.

Finalmente, se prevé que de aquí a finales de 2017 la Comisión revisará los avances registrados en el desarrollo de la infraestructura verde y publicará un informe sobre las lecciones aprendidas y las recomendaciones para el futuro.

Tabla 1.1. Principales antecedentes que constituyen referentes clave para la redacción del Plan

ANTECEDENTES PRINCIPALES PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN
<p>EUROPA</p> <ul style="list-style-type: none">• Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres (Directiva Hábitats): los estados miembros adquieren la obligación de garantizar la conectividad entre los espacios integrados en la Red Natura 2000.• Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres (Directiva Aves): determina la obligatoriedad de los estados miembros de proteger las especies de aves silvestres y de mantener sus niveles de población y sus hábitats.• Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco del Agua. DMA): reconoce la conectividad fluvial como un elemento intrínseco del curso y, en este sentido, un componente ecológico a preservar o restaurar.• Sexto programa comunitario en materia de medio ambiente para el período 2001-2012: plantea, concluir la instauración de la Red Natura 2000 y ampliarla en el ámbito marino.• Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural: fija en su objetivo 2 el <i>Mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios ecosistémicos no más allá de 2020 mediante la creación de infraestructura verde y la restauración, como mínimo, del 15% de los ecosistemas degradados.</i>• Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. (COM(2013) 249 final): ver descripción en el texto más arriba.

ANTECEDENTES PRINCIPALES PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN

ESPAÑA

- **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:** ya en su preámbulo se refiere de forma específica a los aspectos relativos a la conectividad ecológica, indicando que se incorporarán a la planificación ambiental o a los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, los corredores ecológicos, otorgando un papel prioritario a las vías pecuarias y las áreas de montaña. La conexión de hábitats y ecosistemas se contextualiza dentro del marco de la UE, sus instrumentos de conservación y **documentos estratégicos**.
- **Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad:** implica la aprobación de una Estrategia estatal de infraestructura verde, y de la conectividad y restauración ecológicas, así como el desarrollo de las correspondientes estrategias de ámbito regional que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia estatal.
- **Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017:** dedica una parte importante de su diagnóstico a la conectividad y a los elementos que constituyen la trama territorial que la sustenta y los introduce de forma transversal en el tratamiento del resto de temas relativos al patrimonio natural y la biodiversidad que afronta.

ANDALUCÍA

- **Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad:** ver descripción en el texto más arriba.
- **Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres:** el presente Plan emana de esta Ley (entre otros textos legales).
- **Planes de Conservación, Recuperación y Gestión de Especies Amenazadas y Programas de Actuaciones asociados:** consideran los factores de amenaza vinculados a la fragmentación de hábitats y ecosistemas y propone medidas encaminadas a reducir su incidencia.
- **Ley 2/89, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección:** contempla la importancia de la conectividad ecológica en la conservación de las áreas protegidas.
- **Plan de Medio Ambiente de Andalucía. Horizonte 2017:** entre otros objetivos estratégicos, incluye el de potenciar la interconexión de espacios

ANTECEDENTES PRINCIPALES PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN

naturales y frenar la fragmentación de hábitats.

- ***Decreto de 14 de febrero de 2012, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats:*** Se ocupa de la conservación de los diferentes elementos del paisaje que garantizan la conectividad, de la restauración de los hábitats fragmentados y de la creación de un Inventario de Corredores Ecológicos Prioritarios y otros elementos de conexión.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y VIGENCIA

2.1 Justificación

En el apartado 1.2 (y Anejo 2) se han expuesto los diversos referentes internacionales, europeos, estatales y autonómicos que componen el marco general de actuación y justifican la necesidad de abordar en Andalucía la conectividad ecológica y la fragmentación de hábitats desde un enfoque integral, tanto desde la perspectiva de la coherencia e integridad de los espacios naturales protegidos como desde el contexto de la gestión de la matriz territorial en su conjunto. Son múltiples los mandatos europeos que instan a adoptar medidas para establecer una infraestructura verde en los estados miembros, citando incluso el nivel de planificación regional. En este sentido, la misma Comisión Europea está editando gran variedad de documentos orientados al reforzamiento de la infraestructura verde en los estados miembros (por ejemplo *Landscape fragmentation in Europe* (EEA Report No 2/2011), *Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems* (EEA Report No 18/2011), *LIFE building up Europe's green infrastructure* (European Commission/2010)). Por último, la Comunicación *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. (COM(2013) 249 final)* ya citada en el epígrafe anterior.

Este Plan emana principalmente al amparo de los siguientes instrumentos de planificación y referentes legislativos:

- Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad
- Ley 33/2015 de 21 de septiembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad.
- Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres
- Decreto de 14 de febrero de 2012, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestre y sus hábitats.

Atendiendo a los conocimientos actuales sobre ecología de la conservación, a lo que se añaden las previsiones de cambios producidos por efecto del cambio climático, es clara la necesidad de intervenir, priorizando un enfoque basado en la naturaleza, para conservar o recuperar la conectividad ecológica y reducir la fragmentación de los hábitats si se desea garantizar el mantenimiento del capital natural del territorio y de su uso por las generaciones venideras. De esta manera, se podrá también aprovechar más eficientemente el uso de la biodiversidad y el conjunto de servicios proporcionados por los ecosistemas, como parte fundamental de una estrategia de lucha frente al cambio global que permita mantener y aumentar la resiliencia y

reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y las personas que los habitan. Si bien Andalucía hace años que afronta desde diversos ámbitos medidas para favorecer la conectividad ecológica, no existe una planificación específica e integral a escala andaluza.

El artículo 57.1 del Estatuto de Autonomía para Andalucía atribuye a la Comunidad Autónoma la competencia exclusiva en materia de medio ambiente. Igualmente, en el apartado 3 se atribuye la competencia compartida en relación con el establecimiento y regulación de los instrumentos de planificación ambiental y del procedimiento de tramitación y aprobación de estos instrumentos, el establecimiento y regulación de medidas de sostenibilidad e investigaciones ambientales, así como la regulación de los recursos naturales.

Estos antecedentes impulsan a la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio a la redacción del presente Plan director para la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía, cuya finalidad es **garantizar y en la medida de lo posible mejorar, la conectividad ecológica en Andalucía, priorizando el diseño y desarrollo de soluciones basadas en la naturaleza (infraestructura verde y restauración ecológica).**

El Plan contribuye al cumplimiento del mandato establecido en el artículo 15.4 de la Ley 33/2015 de 21 de septiembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad y se ajusta a lo relativo a conectividad ecológica determinado en el Decreto de 14 de febrero de 2012. El Plan desarrollará sus artículos 45 y 46, sobre todo en lo referente al Inventario de Corredores Prioritarios y otros elementos de conexión, que se incluye en la Sección de Gestión de la Flora y la Fauna del Registro Andaluz de Aprovechamientos de la Flora y Fauna Silvestres.

2.2 Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del Plan es todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Este carácter general no debe ser un obstáculo para que el Plan defina diferentes objetivos y directrices en función de las zonas establecidas para la consecución de los objetivos generales formulados, las cuales derivan del proceso de análisis y diagnóstico, así como de los criterios para la implementación del Plan.

Son también ámbito de aplicación del Plan las aguas marinas en aquellos aspectos en los que el gobierno autónomo sea competente.

2.3 Vigencia

El Plan tiene una vigencia de 10 años, si bien algunas de sus determinaciones se plantean teniendo en cuenta su posible desarrollo en un marco temporal más prolongado.

3. FINALIDAD, OBJETIVOS Y PRINCIPIOS ESTRATÉGICOS DEL PLAN

3.1 Finalidad y objetivos

El presente Plan afronta el reto del mantenimiento y mejora de la conectividad ecológica en Andalucía desde un enfoque integrador que incluye los diferentes componentes de la biodiversidad y que propone, de inicio, tres grandes metas a escala regional:

- **Reforzar la funcionalidad de los ecosistemas andaluces en un sentido amplio**, mediante el desarrollo de medidas y acciones orientadas a la recuperación y restauración de procesos ecológicos y de servicios proporcionados por los ecosistemas y a través del impulso de soluciones basadas en la naturaleza.
- **Reforzar la conectividad ecológica entre los hábitats de interés comunitario presentes en Andalucía y mejorar la coherencia e integración, de dichos hábitats y de la Red Natura 2000**, en el contexto general del territorio andaluz.
- **Reforzar la conexión entre las poblaciones y hábitats de las especies andaluzas**, reduciendo los efectos de la fragmentación del paisaje sobre la flora y la fauna silvestre y mejorando, en general, el estado ecológico de las especies amenazadas.

Estas metas generales comprenden la conectividad ecológica desde las perspectivas de las especies, de los hábitats y de los ecosistemas. **La integración de las tres confiere al desarrollo del Plan un carácter territorial, estratégico y transversal.** Los beneficios de su aplicación y desarrollo no se reducen al ámbito exclusivo de la biodiversidad, entendida ésta desde una visión global que abarca sus diferentes niveles (diversidad genética, diversidad específica y diversidad de ecosistemas), sino que la gestión destinada a la conservación y recuperación de la biodiversidad incrementará la provisión de servicios ecosistémicos y, por tanto, el bienestar humano. Aunque la interacción entre servicios puede generar, en ocasiones, conflictos (antagonismos), en la mayor parte de los casos y con una adecuada gestión de la multifuncionalidad de los sistemas naturales se compatibilizarán objetivos, principios y metas. Una de las principales herramientas de gestión será la Infraestructura Verde (IV), basada en soluciones naturales y que proporciona múltiples ventajas en comparación con la infraestructura gris (apoyada exclusivamente en soluciones tecnológicas), de manera que suele ser más barata,

robusta, y más sostenible económica y socialmente. De hecho, según la concepción de la UE, la infraestructura verde debe constituir un instrumento esencial para la mejora de la conectividad de las poblaciones de fauna y flora y para la garantía de su conservación a largo plazo.

La conservación y mejora de la conectividad ecológica y la biodiversidad mediante soluciones basadas en la naturaleza, como el desarrollo de infraestructuras verdes y de programas de restauración ecológica, puede contribuir a mejorar los siguientes ecoservicios:

- la mitigación y adaptación frente al cambio climático;
- la reducción de los niveles de riesgo relacionados con la intensidad, magnitud y recurrencia de otros riesgos naturales, tales como inundaciones o incendios forestales;
- la mejora generalizada del paisaje y a la puesta en valor del patrimonio natural y cultural del territorio;
- el incremento en la salud de las personas y a la recuperación de su medio ambiente (calidad del aire, calidad del agua, fertilidad del suelo, etc.);
- e incluso, el aumento de la competitividad de una gran variedad de actividades económicas relacionadas con el desarrollo sostenible en el medio rural (agrarias, cinegéticas, turísticas, etc.), en especial de aquellas que puedan beneficiarse de la activación de distintivos diferenciales de calidad.

Es por todo ello que el Plan se formula con la siguiente **finalidad**:

GARANTIZAR Y EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE MEJORAR DE UNA FORMA INTEGRAL, LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA, PRIORIZANDO EL DISEÑO Y DESARROLLO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (INFRAESTRUCTURA VERDE Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA). Para ello se propondrán una serie de medidas y directrices, cuya aplicación se realizará a través de diferentes instrumentos estratégicos, de planificación y gestión, procedentes de distintos ámbitos sectoriales.

Para la consecución de dicha finalidad se establecen seis objetivos generales, cuyo desarrollo atiende a las referencias y documentos estratégicos antes apuntados y que se resumen en los siguientes términos:

OBJETIVO GENERAL 1. PROMOVER LA PERMEABILIDAD Y LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN EL CONJUNTO DE LA MATRIZ TERRITORIAL DE ANDALUCÍA PRIORIZANDO EL DESARROLLO DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA COMO LA INFRAESTRUCTURA VERDE Y LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.

OBJETIVO GENERAL 2. IMPULSAR LA CONSOLIDACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA VERDE DEL TERRITORIO A ESCALA REGIONAL QUE FAVOREZCA LA MOVILIDAD DE LAS ESPECIES SILVESTRES, QUE GARANTICE LOS FLUJOS ECOLÓGICOS Y QUE MEJORE LA COHERENCIA E INTEGRACIÓN DE LA RED NATURA 2000

OBJETIVO GENERAL 3. DESARROLLAR UN SISTEMA DE SEGUIMIENTO INTEGRADO DE LOS PROCESOS DE FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS Y ECOSISTEMAS Y DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA

OBJETIVO GENERAL 4. GARANTIZAR Y REFORZAR LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DEL TERRITORIO E IMPULSAR LAS ESTRATEGIAS E INICIATIVAS DE INFRAESTRUCTURA VERDE, DESDE LA COORDINACIÓN Y LA APLICACIÓN DE DIRECTRICES Y CRITERIOS DE GESTIÓN EN POLÍTICAS SECTORIALES ESTRATÉGICAS

OBJETIVO GENERAL 5. FAVORECER LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA DESDE EL MARCO DE LA COOPERACIÓN INTERTERRITORIAL E INTERNACIONAL Y MEDIANTE EL DESARROLLO DE LAS POLÍTICAS EUROPEAS EN MATERIA DE INFRAESTRUCTURA VERDE

OBJETIVO GENERAL 6. CONCIENCIAR A LA SOCIEDAD DE LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE LA FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS Y DE LAS OPORTUNIDADES VINCULADAS A LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA, PROMOVRIENDO EL COMPROMISO DE SECTORES Y ÁMBITOS ESTRATÉGICOS EN LAS POLÍTICAS RELACIONADAS CON LA INFRAESTRUCTURA VERDE EN ANDALUCÍA.

La numeración de objetivos generales no implica en ningún caso un orden de prioridades. La articulación de los mismos se propone por medio del desarrollo de una serie de líneas estratégicas que a su vez se estructuran en diferentes objetivos específicos. La consecución de los objetivos específicos está previsto que se lleve a cabo por medio de la aplicación de directrices, medidas y acciones, que en su mayor parte se proponen en base a recomendaciones y criterios orientadores.

Es oportuno destacar que en un ámbito tan extenso como Andalucía, la estrategia a seguir y los objetivos específicos para conservar y mejorar conectividad ecológica no podrán ser homogéneos, sino que tendrán que adecuarse a las diferentes situaciones existentes. Así, en las zonas de sierra que presentan un buen estado de conservación, preferentemente van a predominar las medidas de carácter preventivo, mientras que en las zonas de costa o metropolitanas, las estrategias de intervención se orientarán a la combinación de medidas dirigidas a la protección de elementos conectivos

(infraestructura verde), con acciones dirigidas a restaurar algunas de las conexiones ecológicas perdidas, mediante la permeabilización de las barreras más críticas. En el caso de los espacios agrarios también existen diferentes situaciones, ya que mientras en algunos sectores predominan los mosaicos agroforestales y se produce una permeabilidad notable, en las áreas donde dominan las amplias extensiones homogéneas de cultivos la situación es la inversa.

El valor añadido del plan se fundamentará en la mejora y conservación del Capital Natural Andaluz mediante la maximización y aprovechamiento de las sinergias existentes entre la mejora de la conectividad ecológica, la conservación de la biodiversidad, el aumento de la resiliencia y la capacidad de respuesta de los ecosistemas y en consecuencia, la mejora de los servicios ambientales que estos proporcionan (Tabla 3.1 y 3.2). En este sentido el desarrollo de estrategias de infraestructura verde servirá como una herramienta clave para fortalecer la funcionalidad de los ecosistemas y por tanto los ecoservicios que aportan al bienestar humano.

Tabla 3.1. Beneficios potenciales de la mejora de la conectividad ecológica. Fuente: *Adaptado de Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. European Environment Agency Technical Report, 2011.*

Servicios de Hábitat	Servicios de aprovisionamiento
<p>1 Biodiversidad/protección de especies</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora del hábitat de las especies Mejora de la permeabilidad del territorio para las especies migratorias Conexión ecológica y funcional de hábitats y ecosistemas 	<p>1. Gestión del agua</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora del equilibrio del ciclo del agua en superficie Mejora del equilibrio del ciclo del agua subterráneo Mejora de la Calidad del agua
<p>Servicios de regulación</p> <p>1. Adaptación al cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> Reducción del efecto isla de calor urbano Refuerzo de la resiliencia y la capacidad de respuesta de los ecosistemas Regulación de avenidas y reducción del riesgo de inundaciones <p>2. Mitigación del cambio climático</p> <ul style="list-style-type: none"> Secuestro del carbono Promoción de la movilidad sostenible Reducción del consumo energético Provisión de espacio para el desarrollo de energías renovables 	<p>2. Seguridad y producción de alimentos</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora del equilibrio de la producción de alimentos en los sistemas agrarios Provisión de espacio para el desarrollo de la agricultura ecológica y la producción integrada Mejora del suelo y de los ciclos de nutrientes Prevención y reducción de la erosión <p>Servicios culturales</p> <p>1. Bienestar, salud y usos recreativos</p> <ul style="list-style-type: none"> Usos recreativos Concienciación ambiental Mejora de la calidad del aire Oportunidades para el desarrollo del turismo y el ecoturismo <p>Valor de la tierra</p> <ul style="list-style-type: none"> Aumento del equilibrio del valor del suelo <p>Valores socio-culturales</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejora del paisaje y la identidad cultural Oportunidades educativas y de integración social Oportunidades relacionadas con el desarrollo de distintivos diferenciales de calidad

El plan constituye en este sentido una herramienta orientada a configurar una fórmula de gestión capaz de generar o favorecer múltiples beneficios a las sociedades rurales, reforzando la consolidación de modelos de gestión sostenible del territorio desde del punto vista ecológico, social y económico.

TIPOS DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Biodiversidad/ protección de especies			Adaptación al cambio climático			Mitigación del cambio climático				Gestión del agua			Seguridad y producción de alimentos				Bienestar, salud y usos recreativos				Valor de la tierra	Valores socio- culturales		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Aprovisionamiento																									
Alimentos																									
Agua																									
Materias primas																									
Recursos genéticos																									
Recursos médicos y farmacéuticos																									
Recursos paisajísticos y ornamentales																									
Regulación																									
Calidad del aire																									
Regulación del clima																									
Regulación de eventos naturales extremos																									
Regulación de avenidas e inundaciones																									
Tratamiento de aguas y residuos																									
Regulación de la erosión y el balance sedimentario																									
Conservación del suelo y la fertilidad																									
Polinización																									
Control biológico y epidemiológico																									
Hábitat																									
Mantenimiento ciclos biológicos y migraciones																									
Conservación de la diversidad genética																									
Cultura																									
Conservación del paisaje																									
Oportunidades para el turismo y el uso recreativo																									
Bienes culturales intangibles																									
Identidad territorial y experiencia espiritual																									
Desarrollo del conocimiento																									

Tabla 3.2. Relación entre los beneficios asociados a la mejora de la conectividad ecológica y los servicios ecosistémicos. En verde oscuro se identifican las interacciones y relaciones directas, en verde claro las indirectas. *Fuente: Adaptado de Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. European Environment Agency Technical Report. 2011.*
Leyenda Tipo de Servicios Ecosistémicos: 1. Mejora del hábitat y de las especies; 2. Mejora de la permeabilidad del territorio, 3. Conexión ecológica y funcional de hábitats y ecosistemas, 4. Reducción del efecto de isla calor urbano, 5. Refuerzo de la capacidad de respuesta de los ecosistemas, 6. Regulación de avenidas y reducción de riesgos hídricos, 7. Secuestro de carbono, 8. Promoción de la movilidad sostenible, 9. Reducción del consumo energético, 10. Provisión de espacio para energías renovables, 11. Mejora del equilibrio del ciclo del agua en superficie, 12. Mejora del equilibrio del ciclo del agua subterráneo, 13. Mejora de la calidad del agua, 14. Mejora del equilibrio de la producción de alimentos en los sistemas agrarios, 15. Provisión de espacio para el desarrollo de la agricultura de conservación, 16. Mejora del suelo y el ciclo de nutrientes, 17. Reducción de la erosión, 18. Usos recreativos, 19. Sensibilización ambiental, 20. Mejora de la calidad del aire, 21. Oportunidades para el turismo, 22. Aumento del equilibrio en el valor del suelo, 23. Mejora del paisaje y la identidad cultural, 24. Oportunidades educativas y de integración social y 25. Oportunidades relacionadas con distintivos de calidad.

Resulta especialmente significativo el potencial de las medidas de mejora de la conectividad ecológica para el desarrollo y avance de las políticas relacionadas con el cambio climático, tanto en lo referente a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como a la adaptación de los efectos derivados de los nuevos escenarios climáticos.

En primer término es reseñable la importancia de la conexión de hábitats y ecosistemas para la conservación de la biodiversidad en los contextos de incertidumbre impuestos por fenómenos como el calentamiento global o el cambio relativo en el nivel del mar. Parece evidente que las especies habrán de adaptarse a importantes modificaciones en los ecosistemas que sustentan sus hábitats y es previsible que precisen realizar desplazamientos en busca de condiciones adecuadas para su desarrollo, incluso hacia áreas relativamente alejadas a las que en la actualidad definen su ámbito de distribución. Es necesario, por tanto, favorecer que estos desplazamientos puedan producirse mediante la habilitación de corredores ecológicos diseñados a tal efecto, a través de la gestión y adecuación de áreas naturales y semi-naturales más allá de la Red Natura 2000 y por medio de la permeabilización y mejora general del paisaje y la matriz territorial. Esto es especialmente crucial para las especies propias de hábitats y ecosistemas litorales, especialmente vulnerables al cambio climático y sus efectos, y para territorios cuya biodiversidad se ve enriquecida por la presencia de taxones y especies procedentes de distintas regiones biogeográficas, que en estas zonas suelen presentar sus límites de distribución geográfica. La biodiversidad andaluza se evidencia, en este sentido, especialmente frágil. Con casi 1.000 Km lineales de costa y con una diversidad biológica excepcionalmente rica, que se beneficia de factores como su situación geográfica de encrucijada, su variabilidad fisiográfica y climática o su singular historia geológica, **Andalucía es una de las regiones europeas que en mayor medida corre el riesgo de perder, como consecuencia de los efectos de cambio climático, una parte importante de su extraordinario patrimonio natural, lo que se traducirá en una descapitalización social grave.** Esta realidad plantea una exigencia añadida que obliga a profundizar en las actuaciones relacionadas con la biodiversidad y con la adaptación al cambio climático.

Pero el enfoque ecosistémico en el diseño de las medidas orientadas a la conectividad ecológica del territorio otorga también a este Plan un valor añadido en relación a las políticas de mitigación y adaptación a los efectos del Cambio Global y el Cambio Climático. Es lo que se ha denominado como Adaptación basada en los ecosistemas (AbE), que se define como la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación (Lhumeau y Cordero, 2012). La AbE integra una serie de actividades de gestión sostenible, conservación, desarrollo de infraestructura verde y restauración de ecosistemas para proveer servicios que faciliten dicha adaptación. La promoción de tramas verdes en los paisajes agrarios o la mejora de elementos de gran interés

ecológicos, tales como riberas, llanuras de inundación, zonas litorales, montes públicos, etc., ejercen de forma complementaria funciones destacables en la regulación del clima a escala local y revierten en importantes beneficios vinculados a la protección y regulación frente a otros riesgos naturales, como por ejemplo las inundaciones o los incendios forestales. Las funciones de regulación asociadas a la mejora de la conectividad ecológica resultan especialmente valiosas en ámbitos como las regiones mediterráneas, muy sensibles a los efectos del cambio climático, y donde los eventos extremos se manifiestan frecuentemente con intensidades y magnitudes importantes. En este contexto es preciso valorar también las acciones y directrices propuestas por el Plan en términos de beneficios económicos y sociales relacionados con la seguridad y con la disminución del riesgo y la peligrosidad de las catástrofes naturales. Al mismo tiempo, la conservación y restauración de ecosistemas puede vincularse con la mitigación del cambio climático, dado que ecosistemas como bosques y humedales saludables y gestionados adecuadamente tienen el potencial de secuestrar y almacenar importantes cantidades de CO₂.

Más allá de las implicaciones relacionadas con la biodiversidad y con los servicios de regulación y protección frente a riesgos naturales, incluido el cambio climático, el desarrollo de iniciativas de infraestructura verde y la aplicación de medidas orientadas a la mejora de la conectividad ecológica, pueden producir beneficios directos e indirectos en una gran variedad de ámbitos, que incluyen desde servicios ambientales de aprovisionamiento (alimentos, agua, materias primas, etc.), hasta bienes intangibles relacionados con aspectos culturales y sociales (ver Tabla 3.2).

Sin embargo, no puede obviarse que **al igual que ocurre con el conjunto de las políticas ambientales, la mejora de la conectividad ecológica puede también encontrar situaciones de conflicto e incoherencias con los objetivos planteados desde otros ámbitos sectoriales estratégicos. Un objetivo básico del presente Plan es ofrecer cauces de resolución a estos conflictos o antagonismos:**

- mediante la activación de instrumentos, mecanismos y protocolos de coordinación
- por medio de la búsqueda de consensos y la convergencia de objetivos,
- y a través de la aplicación de enfoques integrados que consideren la diversidad de intereses e implicaciones que puedan evidenciarse con la puesta en marcha del Plan.

3.2 El Plan en el contexto de las estrategias de Infraestructura Verde, evaluación y mejora de los Servicios Ecosistémicos

La conservación de la biodiversidad a largo plazo requiere de la construcción de un entramado ecológico que vaya más allá de las áreas protegidas, asegurando la conexión de las poblaciones de flora y fauna y el mantenimiento de los flujos ecológicos. La construcción de este entramado pasa por el fortalecimiento y mejora de la infraestructura verde a las diferentes escalas de gestión (europea, nacional, regional, local). Así se recoge en el objetivo 2 de la Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2020, en el artículo 15 de la Ley 33/2015 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y en la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad (Objetivo 1, Línea estratégica 1.3). En este contexto, **el presente Plan pretende abordar la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía como parte fundamental de la estrategia andaluza en materia de Infraestructura Verde.**

La infraestructura verde se define como una red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Incorpora espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos de espacios terrestres (incluidas las zonas costeras) y marinos. Entre los elementos que pueden formar parte de la infraestructura verde se pueden citar los espacios protegidos (terrestres y marinos), las áreas verdes urbanas y diversos elementos lineales (ríos, arroyos, vías pecuarias, setos y márgenes de cultivo), que actúan como corredores ecológicos (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Síntesis de elementos de infraestructura verde según su ámbito

ÁMBITO URBANO Y PERIURBANO	ÁMBITO NATURAL, SEMINATURAL Y RURAL
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Parques urbanos y periurbanos <input type="checkbox"/> Espacios abiertos urbanos: plazas, bulevares <input type="checkbox"/> Parques forestales <input type="checkbox"/> Jardines y patios <input type="checkbox"/> Alineaciones de árboles, setos vivos y arbustos <input type="checkbox"/> Cubiertas y fachadas vegetales <input type="checkbox"/> Canales y arroyos urbanos <input type="checkbox"/> Vías pecuarias <input type="checkbox"/> Cementerios <input type="checkbox"/> Paseos marítimos <input type="checkbox"/> Estanques, ríos y arroyos <input type="checkbox"/> Vías verdes y ciclistas <input type="checkbox"/> Infraestructuras lineales <input type="checkbox"/> Áreas agrícolas periurbanas <input type="checkbox"/> Vertederos <input type="checkbox"/> Centros deportivos y educativos <input type="checkbox"/> Cunetas y estanques de retención <input type="checkbox"/> Aparcamientos <input type="checkbox"/> Espacios vacíos y degradados, “descampados” <input type="checkbox"/> Canteras y graveras abandonadas <input type="checkbox"/> Sistemas de drenaje urbano 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Parques Nacionales <input type="checkbox"/> Parques Naturales, Áreas protegidas, ZEPAS, LICs, etc. <input type="checkbox"/> Areas forestales y Montes de Utilidad Pública <input type="checkbox"/> Red hidrológica: Embalses, lagos, pantanos <input type="checkbox"/> Red hidrológica: Ríos, arroyos y llanuras aluviales <input type="checkbox"/> Litorales, marismas, humedales y dunas <input type="checkbox"/> Campos agrícolas <input type="checkbox"/> Vías pecuarias, cañadas reales y vías verdes <input type="checkbox"/> Prados, setos y eriales <input type="checkbox"/> Infraestructuras lineales <input type="checkbox"/> Anillos verdes

El concepto de infraestructura verde se basa en el principio de que la puesta en valor de la naturaleza y los procesos naturales, que aportan numerosos beneficios al bienestar humano, debe integrarse de manera consciente en la planificación espacial y el desarrollo territorial. Frente a la infraestructura gris, de finalidad única, la infraestructura verde presenta una estructura multifuncional y aporta múltiples beneficios, por lo que puede constituir una alternativa o servir como complemento al desarrollo de soluciones exclusivamente tecnológicas. No constriñe el desarrollo territorial, pero promueve soluciones naturales si son la mejor opción.

Resulta evidente que la infraestructura verde presenta también una estructura multiescalar. Es decir, incluye elementos como grandes corredores transnacionales y, al mismo tiempo, componentes puntuales de ámbito urbano que tienen gran importancia a escala local. Cada elemento desempeña una función y proporciona una serie de servicios que están íntimamente relacionados con criterios de escala. Del mismo modo, el diseño e implementación y desarrollo de la infraestructura verde del territorio requiere de un esfuerzo de integración de ámbitos políticos, competenciales, económicos y sociales que interactúan a diferentes escalas espaciales. Por tanto, la referencia escalar debe formar parte tanto del diagnóstico como de la implantación de infraestructura verde. Desde un punto de vista pragmático se proponen 2 escalas para la identificación y análisis de elementos de IV (EEA, 2014): escala de paisaje (resolución de 1 km) y escala local (resolución <100 m). Dado el alcance y la escala regional del presente Plan, se opta por el primero de estos enfoques, el que sitúa los niveles de diagnóstico y propuesta a escala de paisaje.

A escala regional y de paisaje las **áreas núcleo** de la infraestructura verde del territorio están compuestas por las zonas de mayor valor ecológico, las cuales normalmente se encuentran bajo un régimen de protección (Red de Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000). Pero también pueden formar parte de estas área núcleo otros territorios, que sin estar incluidos en los sistemas y redes de áreas protegidas, conservan valores ecológicos relevantes o son determinantes para la articulación de los procesos de movilidad y dispersión de los organismos vivos. Estos últimos se corresponden con espacios multifuncionales donde el uso del territorio ha resultado y resulta compatible con la conservación de sus rasgos y funciones naturales.

Territorialmente y a escala de paisaje, un segundo nivel de la infraestructura verde del territorio comprendería una serie de **corredores ecológicos**. Estos corredores constituyen un conjunto heterogéneo que incluye tanto corredores lineales (redes de vías pecuarias, corredores fluviales, dominios públicos hidráulicos y marítimos terrestres, etc.), como áreas forestales aisladas y otras estructuras propias de mosaicos agroforestales (bosques isla y otros enclaves forestales, setos y linderos forestales, etc.) que intervienen como stepping stones en los procesos de movilidad y dispersión de la fauna y flora silvestre. Resultan especialmente determinantes en el mantenimiento y mejora de los flujos ecológicos en los paisajes más transformados y especializados y, por tanto, más deficitarios en rasgos naturales.

Un tercer nivel de la infraestructura verde vendría definido por una serie de **áreas buffer o de refuerzo**, espacios que en su mayor parte están caracterizados por patrones del paisaje de base agraria, pero que conservan un cierto grado de naturalidad que favorece el mantenimiento de una permeabilidad relativa y de una serie de funciones y servicios ecológicos básicos. La importancia de estas áreas buffer es que pueden intervenir como zonas de amortiguación de las áreas núcleo y los corredores ecológicos, pudiendo llegar incluso a cumplir en parte la función de éstas en términos de conectividad ecológica.

El diagnóstico e identificación de estas áreas y elementos termina por definir una serie de territorios en los cuales la mejora de la conectividad ecológica es especialmente relevante por las funciones que cumplen (**áreas prioritarias de intervención**), bien porque su situación estratégica en los procesos de movilidad y dispersión de los organismos vivos, bien porque la mejora de su estado, condiciones o funciones ecológicas puede conducir al restablecimiento de conexiones y flujos entre áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad.

El presente Plan adopta el enfoque de Infraestructura Verde dado que define una planificación dirigida a la mejora de este sistema, por medio de la definición de criterios orientados a la planificación de estas áreas, territorios y elementos. Si bien el programa de medidas del Plan está dirigido al conjunto del territorio de la Comunidad Autónoma, propone también la identificación de áreas y zonas de

especial interés desde el punto de vista de la conectividad ecológica (ver Documento 2.1 Áreas estratégicas para la mejora de la conectividad ecológica).

Cabe reseñar en este punto que una gran variedad de trabajos realizados por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio han contribuido en gran medida en la identificación y definición de estos diferentes tipos de áreas. Así por ejemplo, trabajos tales como la recuperación del patrimonio público de la red de vías pecuarias andaluzas, el inventario de árboles y arboledas singulares de Andalucía, el inventario de bosques isla, el inventario de fuentes y manantiales de Andalucía, el inventario de pantanetas y embalses agrícolas de Andalucía, el inventario andaluz de georrecursos, el catálogo de montes de utilidad pública de la Comunidad Autónoma, el inventario andaluz de humedales, la red de espacios culturales de Andalucía, la red de Parques Metropolitanos, los inventarios de riberas fluviales sobresalientes, entre otros, definen ya un entramado de elementos que resultan claves en la identificación y tratamiento de áreas prioritarias y de interés para la conectividad ecológica a escala regional y constituyen, en muchos casos, marcos para su adecuada planificación, gestión y tratamiento.

Desde el enfoque de la infraestructura verde y de las soluciones basadas en la naturaleza se considera que mantener los servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad es más económico que desarrollar soluciones tecnológicas que sustituyan dichos servicios y cubran las necesidades sociales de bienes y servicios existentes. Por otro lado, la multifuncionalidad intrínseca de la infraestructura verde contribuirá no sólo a la conservación de la biodiversidad y a la mejora de los flujos ecológicos, sino a alcanzar múltiples objetivos a diferentes escalas espaciales y en diferentes ámbitos sectoriales: turismo, salud, producción de bienes, economía, etc. Avanzar en el reconocimiento de los beneficios de la inversión en soluciones basadas en la naturaleza, puede además multiplicar las oportunidades de financiación de la biodiversidad a través, por ejemplo, de la colaboración público-privada. Del mismo modo, facilitará una mayor implicación y participación de la sociedad civil y una integración más efectiva de la conservación de la naturaleza en políticas y ámbitos estratégicos de gestión, tales como la agricultura, los transportes, la planificación territorial y urbanística, etc. En consecuencia, **el presente Plan se propone como un instrumento director y de coordinación de políticas, sectores, planes y ámbitos de gestión que pueden contribuir a la mejora de la conectividad ecológica del territorio y al impulso de estrategias e iniciativas de infraestructura verde.**

La mejora y fortalecimiento de la infraestructura verde requiere, no obstante, de un análisis de base territorial que permita avanzar en el conocimiento actual sobre el estado de los ecosistemas y los servicios que proporcionan al bienestar humano. En este contexto, adquieren una importancia capital las acciones de evaluación y mapeo de ecosistemas y sus servicios, las cuales quedan recogidas en la acción 5 de la

Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2020, así como en el VII Programa General de Acción de la Unión en Materia de Medio Ambiente hasta 2020. Para integrar la perspectiva socio-ecológica de los ecosistemas resulta fundamental la incorporación de la valoración de los servicios ecosistémicos en los sistemas de contabilidad de las administraciones, lo que constituye un paso previo al establecimiento de fórmulas dirigidas al pago por su uso, consumo o degradación y será una herramienta de gran utilidad para la toma de decisiones de gestión. Es por ello que el cartografiado resulta de enorme utilidad para el establecimiento de prioridades (zonas de alto valor ecológico, conectores ecológicos, etc.) y la identificación de conflictos espacialmente explícitos entre los servicios de los ecosistemas y la biodiversidad. Por otro lado, los mapas son elementos clave de comunicación entre las partes implicadas en la evaluación y gestión y para la divulgación y concienciación del público en general.

La evaluación de servicios de los ecosistemas desde una perspectiva socio-ecológica requiere de la integración de tres enfoques diferenciados: ecológico, económico y social, siendo necesarios todos ellos para mejorar su gestión y la provisión de los servicios que proporcionan a las personas. El primer paso de la evaluación consiste en la identificación y clasificación de servicios en cada tipo de ecosistema considerado. Los diferentes tipos de hábitats establecidos por EUNIS pueden ser de gran utilidad a la hora de definir las diferentes unidades ecosistémicas a considerar. En referencia a la clasificación, existen múltiples clasificaciones de los servicios ecosistémicos que varían según los criterios utilizados para la agrupación de los distintos servicios y, por tanto, del objeto o interés de la clasificación. En este sentido, destaca el esfuerzo realizado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) para establecer una clasificación común a escala internacional a través de su iniciativa CICES (Haines-Young and Potschin 2012).

Por su parte, las metodologías de evaluación varían con la escala de trabajo. Según diversos autores, en términos generales, a escalas superiores a la local se utilizarán bases de datos y técnicas de análisis SIG, mientras que a escala local la recopilación directa de los datos resulta la opción más recomendable. En este sentido, uno de los principales problemas para la evaluación de los servicios ecosistémicos, que se ha visto potenciado por el actual contexto de cambio global, es la ausencia de suficiente información para valorar los cambios que experimentan los servicios con las variaciones que sufren los ecosistemas. Generalmente, estas relaciones de interacción se analizan mediante una aproximación lineal, lo que no siempre es acertado. Por tanto, la recopilación y análisis de nueva información sigue estando de plena vigencia si se quieren superar las actuales lagunas de conocimiento existentes y utilizar los servicios ecosistémicos y su valoración como base para la toma de decisiones de gestión.

Por último, dada la naturaleza multifuncional y multiescalar de la infraestructura verde y los servicios ecosistémicos, la participación social en los procesos de toma de decisiones es una pieza imprescindible para gestionar los conflictos de interés que se generarán entre los diferentes agentes implicados. En la mayoría de las ocasiones no será posible maximizar el conjunto de servicios que proporcionan los ecosistemas de forma simultánea, por lo que los procesos participativos servirán para consensuar y priorizar las actuaciones a desarrollar en favor del bien común. La participación social debe integrarse a lo largo de todo el proceso de decisión.

En la actualidad existen diversas publicaciones de la UE que se centran en la evaluación y mapeo de los servicios proporcionados por los ecosistemas, abordando aspectos metodológicos y evaluaciones a diferentes escalas y en distintos sectores. Destacan las aportaciones realizadas por el grupo de trabajo MAES de la UE en combinación con los tipos de hábitats establecidos por EUNIS para la definición de ecosistemas. Una selección no exhaustiva de documentos de referencia puede ser la siguiente: *A synthesis of approaches to assess and value ecosystem services in the EU in the context of TEEB* (Brouwer et al., 2013), *European ecosystem assessment. Concept, data and implementation* (EEA, 2015), *Mapping and assessment of forest ecosystems and their services* (Barredo et al., 2015), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Urban ecosystems* (MAES, 2016b), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: Progress and challenges* (MAES, 2016a).

Por su parte, **Andalucía cuenta ya con una experiencia significativa en la evaluación de servicios ecosistémicos** a través de proyectos como la Valoración de la Renta y el Capital de los Montes de Andalucía (RECAMAN) y la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Andalucía.

El propósito del proyecto RECAMAN fue la estimación de la renta social que generan los montes, tanto con origen en la gestión pública como en la privada. Para ello se aplicó la teoría del valor económico total mediante un sistema de cuentas agroforestales. Se trata de un proyecto pionero que ofrece una metodología para la valoración ambiental y comercial de la renta del monte a escala regional con base microeconómica. RECAMAN dio continuidad a la Primera valoración económica integral de los ecosistemas forestales de Andalucía, realizada en 2002 y actualizada en 2007. Dicha actualización situaba el valor de renta anual de los montes andaluces en más de 607 millones de euros anuales, de los cuales un 55% correspondían al valor derivado de sus servicios ambientales, un 30% al productivo y de aprovechamiento y un 15% al recreativo. El proyecto RECAMAN tiene como información base el año 2010 y, además de los datos de contabilidad tradicionales, incluye la integración del valor económico de los servicios ecosistémicos en los sistemas de información y contabilidad a escala nacional y de la UE. Por tanto, está en total consonancia con los requerimientos del VII Programa General de Acción de la Unión en Materia de

Medio Ambiente hasta 2020, entre los que se encuentra una gestión más adecuada del capital natural de Europa.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en Andalucía analizó las tendencias en los servicios prioritarios que aportan los ecosistemas andaluces al bienestar humano, identificando las áreas estratégicas de gestión que podían influir en dichas tendencias en la dirección deseada. Los trabajos realizados permitieron la definición de indicadores, desde el año 1956, sobre diferentes tipos de servicios ecosistémicos (abastecimiento, regulación y culturales), que fueron agrupados para su análisis en sistemas naturales. El proyecto propuso también una serie de directrices orientadas a incorporar los servicios ecosistémicos a la toma de decisiones, de manera que se garantizara la visión integral desde los diferentes ámbitos de gestión relacionados con el capital natural de Andalucía.

No es objeto del presente Plan abordar de forma específica el desarrollo de metodologías para la valoración de los servicios ecosistémicos, ni el levantamiento de datos o información de base para su evaluación o cartografiado. No obstante, es preciso remarcar la fuerte vinculación entre el concepto de Infraestructura Verde y la valoración los servicios ecosistémicos. Dada esta realidad los aspectos referidos a los servicios ecosistémicos, no serán considerados en los niveles propositivos del presente Plan, si bien sí podrán ser recogidos en los apartados correspondientes a su evaluación y seguimiento, por medio de la definición de indicadores orientados a la monitorización de las implicaciones de la mejora de la infraestructura verde del territorio en el bienestar humano.

3.3 Otros principios estratégicos inspiradores del Plan

El presente Plan director se inspira también en otros principios generales derivados de la aplicación del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en los establecidos en la política comunitaria de biodiversidad, en los recogidos en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y su posterior modificación en la Ley 33/2015, en los propuestos en el marco de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad y en los emanados de la documentación publicada por la UE en relación a la infraestructura verde y la mejora de la conectividad ecológica.

Los principios que se relacionan a continuación tendrán carácter de directriz para la aplicación y desarrollo del Plan Director:

Capital natural. Hace referencia al valor de los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas. Integra a la biodiversidad y los servicios ecosistémicos que presta. La pérdida y deterioro de la biodiversidad ponen en peligro esos servicios: desaparecen especies y hábitats, así como la riqueza y el empleo que obtenemos de

la naturaleza, y pelagra nuestro bienestar. Así, la pérdida de la biodiversidad se convierte en la mayor amenaza medioambiental planetaria, junto con el cambio climático, estando ambos inextricablemente unidos.

Restauración ecológica. La recuperación del funcionamiento de los ecosistemas por medio de su restauración ecológica debe ser una prioridad en las políticas de conservación de la biodiversidad.

Uso sostenible. Debe promoverse el uso sostenible de los bienes y servicios que proporciona la biodiversidad para garantizar el aprovechamiento de los mismos de un modo y a un ritmo que no ocasione su reducción a largo plazo ni disminuya su capacidad para proveer servicios ambientales.

Conservación dentro y fuera de los espacios naturales protegidos. El enfoque y orientación de la conservación de la diversidad biológica (estrategias de gestión) debe tener un carácter territorial horizontal, que se extienda al conjunto del territorio andaluz, tanto dentro como fuera de las áreas protegidas, promoviendo la conectividad de los espacios naturales y la permeabilidad del territorio. Los sistemas agrarios con bases sostenibles ambientales mantienen importantes niveles de diversidad biológica y desempeñan un importante papel en la conectividad entre espacios naturales. La integración de estos usos y aprovechamientos agrarios sostenibles en la política de biodiversidad es una poderosa herramienta de conservación.

Integridad ecológica como base para la conservación. La política de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica debe priorizar no sólo el mantenimiento de la integridad territorial de los ecosistemas sino también de su integridad funcional. Para ello debe adoptarse una visión del territorio y de los procesos que inciden sobre la diversidad biológica que integre los elementos bióticos, abióticos y humanos desde una perspectiva ecosistémica, a través del conocimiento de las funciones y procesos de los ecosistemas. Se requiere una nueva visión de la forma de integrar la actividad humana con la conservación de los ecosistemas a través de análisis de su estructura y función y de su uso compatible con el mantenimiento de los procesos básicos que determinan su integridad ecológica.

Planificación. Las medidas o acciones dirigidas a conservar la biodiversidad deben basarse en un diagnóstico previo que las justifique y responder a unos objetivos concretos previamente establecidos. Preferentemente deben estar englobadas en planes o programas que aseguren su coherencia. Esto optimizará el uso de los recursos disponibles y aumentará su eficacia.

Compromiso global. Las políticas para la conservación de la biodiversidad deben responder a los objetivos establecidos tanto a escala internacional como nacional, regional o local, asegurando la coherencia entre actuaciones.

Toma de decisiones basada en conocimientos científicos. Se potenciará la incorporación de los mejores conocimientos e información científica disponible en los procesos de toma de decisiones sobre la biodiversidad, fomentando las interacciones entre el mundo de la ciencia y el de la política en temas relevantes para la conservación de la biodiversidad.

Integración sectorial. Es necesario incorporar los objetivos y metas para la biodiversidad como parte esencial de todas las políticas sectoriales nacionales, autonómicas y locales, en particular aquellas que rigen la gestión del territorio y los recursos naturales (forestales, agrarias, de aguas, pesqueras, energéticas, de transporte, de comercio etc.). Es preciso asegurar la completa y correcta aplicación de los objetivos ambientales recogidos en la legislación sectorial así como de los procedimientos de evaluación ambiental como medio para integrar estos aspectos en el desarrollo de planes programas y proyectos.

Coherencia con las políticas de cambio climático. Debido al cambio climático, se prevén múltiples efectos sobre la diversidad biológica que agravarán sus problemas de conservación por lo que las medidas o acciones dirigidas a conservar y usar de modo sostenible la biodiversidad deben tener en cuenta las necesidades de adaptación al cambio climático. Asimismo, deben considerarse y potenciarse las sinergias positivas entre las políticas de conservación de la biodiversidad y las de mitigación y adaptación al cambio climático.

Principio de prevención y precaución. Es prioritaria la intervención sobre las causas de deterioro de la diversidad biológica en su origen frente al planteamiento de medidas correctoras de sus efectos o de recuperación de las pérdidas sufridas. Hay que evitar los daños antes de que se produzcan, evitando el deterioro de la diversidad biológica y anticipando los posibles conflictos que puedan surgir; la regulación normativa preventiva, la evaluación ambiental y el seguimiento del estado de la diversidad biológica deben ser capaces de dar respuesta a este principio fundamental, para lo que es necesario potenciar las herramientas e instrumentos adecuados. Del mismo modo, se debe actuar con precaución frente a la incertidumbre de los efectos negativos que sobre el capital natural pueda traer consigo una actividad.

Mecanismos innovadores de financiación a favor de la biodiversidad. El desarrollo y aplicación de mecanismos innovadores de financiación, tales como el pago por servicios de los ecosistemas y otras iniciativas para involucrar al sector privado y otros agentes, resulta fundamental para movilizar nuevos recursos financieros destinados a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad.

Valoración económica de la biodiversidad. Sin olvidar su valor intrínseco, la valoración económica de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas debe

incorporarse plenamente en la toma de decisiones, incluyendo la integración de los valores de la biodiversidad en la contabilidad nacional.

Bioeconomía. Se valora necesario dar respuesta a un conjunto de desafíos globales que plantean la necesidad de un cambio de tendencias, abriéndose un escenario dónde el sector agroalimentario y forestal, complementados con la actividad de los sectores industriales de los bioproductos y la bioenergía, están llamados a desempeñar un papel estratégico. El desarrollo de la bioeconomía se presenta como una oportunidad y una necesidad, para el conjunto de la actividad económica, especialmente en las áreas rurales.

Economía circular. Estrategia que tiene por objeto reducir tanto la entrada de los materiales como la producción de desechos vírgenes, cerrando los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos. Conformar una de las siete iniciativas emblemáticas que forman parte de la estrategia Europa 2020, la cual pretende generar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Actualmente es la principal estrategia de Europa para generar crecimiento y empleo

Gestión proactiva frente a gestión reactiva. Frente a la gestión tradicional reactiva en la que se actúa una vez aparece el problema, se debe promover el enfoque de gestión proactiva y adaptativa que permita anticiparse a la aparición de los problemas, facilitando una mayor flexibilidad en base a las modificaciones de su contexto o al avance en el conocimiento. Esto implica reforzar la planificación de la gestión de la diversidad biológica a través de herramientas y mecanismos operativos que permitan intervenir sobre sus componentes a todos los niveles: investigación, intervención sobre elementos y procesos y seguimiento de los resultados.

Información y participación de la sociedad. En los procesos de toma de decisiones que afecten a la biodiversidad debe garantizarse la participación real y efectiva de la sociedad, basada en una información adecuada y transparente. Se fomentarán los procesos participativos donde se implique de un modo directo a todos los actores y sectores interesados.

Subsidiariedad y responsabilidad compartida. La conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica es una responsabilidad compartida por todos. Incumbe no sólo a las administraciones públicas, sino a toda la sociedad, incluyendo a los sectores productivos, propietarios de tierras, asociaciones, comunidad científica y educativa, medios de comunicación, etc.

Contribución a la creación de empleo. En la aplicación de las medidas y acciones derivadas del Plan director se fomentará la generación de nuevos empleos de calidad, contribuyendo a una transición justa hacia un nuevo modelo productivo sostenible que mantenga y proteja la diversidad biológica.

Participación social y gestión participativa. Es necesaria la participación activa y cooperación de todos los sectores sociales de Andalucía en esta tarea, especialmente la de aquellos que tienen una mayor implicación en la toma de decisiones en la gestión del medio natural y de la biodiversidad, para lo que resulta imprescindible habilitar los mecanismos y órganos que permitan el ejercicio efectivo de la participación social y la cooperación institucional. Todos ellos deben atender además a la necesaria transparencia y permeabilidad en la toma de decisiones, en la comunicación de las mismas y en la transmisión y seguimiento de los resultados obtenidos por las acciones emprendidas en materia de biodiversidad en Andalucía. El objetivo final propuesto es consolidar un modelo de gobernanza que favorezca y refuerce la corresponsabilidad en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

Acceso a la información y transferencia del conocimiento. Se considera fundamental mantener abierto un proceso constante de adquisición y transmisión de conocimiento e información. Debe priorizarse la investigación científica sobre los distintos componentes de la diversidad biológica así como la adecuada transmisión de los conocimientos derivados de esta investigación, que deben quedar integrados en un sistema general de información accesible al conjunto de la sociedad. Es igualmente fundamental la adecuada formación y sensibilización de la sociedad en materia de conservación de la diversidad biológica, garantizando el acceso a la información disponible y facilitando los cauces de participación. Debe garantizarse la adecuada formación y capacitación de los gestores que a los distintos niveles de participación intervendrán en la ejecución de la política de conservación y uso sostenible de la diversidad biológica.

Optimización del uso de recursos y medios disponibles. Tanto en el desarrollo de las políticas de conservación de la biodiversidad como en la aplicación de las medidas y acciones derivadas del Plan director se optimizará el uso de los recursos y medios disponibles, empleándose éstos del modo más eficiente posible para el logro de los objetivos.

Coordinación y cooperación. La cooperación y coordinación entre las diferentes Administraciones públicas responsables en materia de biodiversidad, territorio y otras políticas sectoriales que pueden influir en la biodiversidad, es imprescindible para abordar eficazmente el reto de conservar la biodiversidad.

4. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

La propuesta que efectúa el Plan se formula a partir de cinco pilares:

- La identificación de ejes estratégicos de conectividad.
- La identificación y diagnóstico de áreas multifuncionales que contribuyen o pueden contribuir potencialmente al mantenimiento de los flujos ecológicos a escala regional
- La mejora general de la permeabilidad ecológica de los paisajes andaluces, priorizando las soluciones basadas en la naturaleza y fomentando técnicas y labores compatibles con la conservación de la biodiversidad y con los procesos de desplazamiento y dispersión de los organismos.
- La identificación, conservación y promoción de infraestructuras verdes por medio de la adecuada gestión de los elementos de diversificación de los paisajes de base agraria
- La integración sectorial de medidas, criterios y directrices en políticas sectoriales estratégicas e instrumentos de planificación gestión procedentes de una amplia gama de ámbitos competenciales.

El último de estos pilares es clave para la implementación del Plan y el logro de sus objetivos, de manera que determina el carácter del Plan, que se constituye así en un instrumento director de incidencia transversal.

El desarrollo y la implementación del Plan no se conciben en un marco competencial e instrumental restringido, que abarque fundamentalmente los instrumentos y competencias relacionados con las políticas de medio natural o de espacios protegidos, sino que aspira a incidir en todas aquellas políticas y ámbitos de gestión que afectan de forma significativa a la conectividad ecológica, la fragmentación de los hábitats, el fomento de las iniciativas infraestructuras verdes y las soluciones basadas en la naturaleza.

4.1 El Plan como instrumento director y de coordinación

Son muchos los ámbitos competenciales y los instrumentos existentes que, pertenecientes al sistema de planificación y gestión andaluz, van a estar implicados en el mantenimiento y mejora de la conectividad ecológica y la infraestructura verde en Andalucía. De hecho, uno de los pilares del Plan es definir, orientar y coordinar criterios de aplicación en diferentes ámbitos sectoriales. Adquiere por tanto el Plan

un marcado carácter director y de referencia, y requiere la integración de sus propuestas en una gran variedad de políticas e instrumentos de gestión vigentes, así como el establecimiento de adecuados mecanismos de cooperación y colaboración entre políticas, organismos, instituciones y actores implicados.

En este sentido, el Plan no comporta la aplicación de nueva regulación o normativa al territorio que pudiera sumarse a la ya existente, relativa a la planificación urbanística, la ordenación del territorio, la ordenación de recursos naturales y la regulación de espacios naturales protegidos, entre otras. La implementación de su programa de medidas se plantea en base a su incorporación y tratamiento en otros instrumentos y marcos de gestión, ya sean de tipo normativo, de planificación u orientados a la financiación y coordinación de proyectos, políticas sectoriales u ámbitos de gestión estratégicos.

4.2 Análisis del marco de planificación y de gestión vigente

El Plan está concebido como el instrumento director de coordinación que debe contribuir, en gran medida, a la optimización de los recursos empleados por distintos departamentos y administraciones, mediante la definición de líneas estratégicas comunes y a través de la búsqueda de sinergias positivas que favorezcan la consecución de objetivos comunes.

El enfoque del Plan desde la perspectiva de su función como instrumento director y de coordinación hace preciso establecer un primer análisis y valoración del marco de la planificación y la actuación pública en Andalucía, que de forma directa o indirecta participa en los procesos de fragmentación de hábitats y degradación de los servicios proporcionados por los ecosistemas o es susceptible de mejorar la conectividad ecológica y fomentar la infraestructura verde del territorio andaluz. Dicho marco de acción pública, define asimismo las posibilidades de financiación que determinan la viabilidad de la implementación de los contenidos propositivos del Plan. Para ello, se resumen el conjunto de herramientas que resultan estratégicas en el desarrollo del Plan, en la consecución de sus objetivos y en la activación de su programa de medidas.

Cabe remarcar en concreto, por su trascendencia para las propuestas del Plan, así como por su carácter de planificación transversal, el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) y los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional (POT). Estos tienen como función principal el establecimiento de los elementos básicos para la organización y estructura del territorio, sirviendo en su ámbito de marco de referencia territorial para el desarrollo y coordinación de las políticas, planes, programas y proyectos de las Administraciones y Entidades

Públicas, así como las actividades de los particulares. El POTA incluye la definición de un Sistema de Protección del Territorio, que es de gran interés para la identificación de ámbitos de actuación en materia de mejora de la conectividad ecológica. Actualmente hay 17 POTs aprobados, 1 en tramitación y 3 en redacción (datos de diciembre de 2015).

Los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito Subregional (POTs)

Tienen como función principal el establecimiento de los elementos básicos para la organización y estructura del territorio, sirviendo en su ámbito de marco de referencia territorial para el desarrollo y coordinación de las políticas, planes, programas y proyectos de las Administraciones y Entidades Públicas, así como las actividades de los particulares.

Magnitudes de los POTs (a diciembre de 2015):

Planes aprobados: 17

Planes en tramitación: 1

Planes en redacción: 3

Total superficie POTs: 31.806,9 km²

Total superficie Andalucía: 87.594,9 km²

Porcentaje de superficie de Andalucía objeto de POTs: 36,3%

Población: 6.399.043 habitantes

Nº de municipios: 308

Tabla 4.1. Aproximación a los instrumentos con incidencia en materia de conectividad en Andalucía por ámbitos competenciales

MEDIO AMBIENTE	
<p>Redes de Espacios Naturales Protegidos y otros elementos del patrimonio natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) - Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG) - Planes de Desarrollo Sostenible (PDS) - Planes de Gestión de los Lugares de Interés Comunitario. - Inventario y gestión de hábitats de interés comunitario - Plan Andaluz de Humedales - Programa Puertas Verdes - Plan de Ordenación y Recuperación de Vías Pecuarias 	<p>Conservación y gestión del medio natural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad - Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad - Plan de Medio Ambiente de Andalucía - Plan Forestal Andaluz - Planes y programas de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies Amenazadas - Programa de seguimiento de la biodiversidad andaluza - Redes de apoyo a la gestión y conservación de la flora y la fauna
<p>Custodia del territorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Convenios y acuerdos de colaboración con propietarios, asociaciones profesionales, etc. - Red de Custodia del Territorio de Andalucía 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones Generales de Ordenación de Montes en Andalucía (Ordenación de montes privados: Proyectos de Ordenación de Montes y Planes Técnicos de Ordenación de Montes) - Proyectos de Ordenación de Montes y Planes Técnicos de Ordenación.
<p>Gestión integral del agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directiva Marco del Agua y legislación sobre planificación hidrológica - Planes hidrológicos previos a la DMA - Planes Hidrológicos de Demarcación. - Planificación subregional y de subcuenca mediante los Programas Coordinados - Planes especiales de sequía - Plan de Policía de Aguas - Plan de prevención de Avenidas e Inundaciones - Planes hidrológicos de demarcación - Estrategia Andaluza de Restauración de Ríos - Inventario de infraestructuras hidráulicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Manuales Técnicos y Modelos de Restauración. - Planes Técnicos de Caza. - Ley de la Dehesa - Plan Director de las Dehesas de Andalucía - Plan de Acción para el Control de Especies Exóticas Invasoras - Estrategia Andaluza para el Control de Venenos - Decreto 178/2006 por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión - Lucha contra incendios forestales, enmarcada en el Plan INFOCA. - Defensa contra plagas y enfermedades forestales - Planes de Lucha Integrada

<p>Cambio climático:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático - Plan Andaluz de Acción por el Clima 2007- 2012: Programa de Mitigación - Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático - Escenarios de Cambio Climático Regionalizados - Red de Observatorios de Seguimiento de Cambio Global 	<ul style="list-style-type: none"> - Red Andaluza de Seguimientos de Daños sobre Ecosistemas Forestales - Programas de gestión, restauración y mejora de ecosistemas - Plan Andaluz de Caza.
<p>Medio ambiente urbano:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana - Programa de Sostenibilidad Urbana Ciudad 21 	
<p>Prevención y calidad ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Autorizaciones ambientales integradas (AAI). - Autorizaciones ambientales unificadas (AAU). - Evaluación Ambiental de Planes y Programas - Calificación ambiental (Guías prácticas de calificación ambiental) - Planes de calidad ambiental 	
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO	
<p>Ordenación del territorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza del Paisaje - Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) - Planes de Ordenación del Territorio de Ámbito Subregional - Observatorio Territorial de Andalucía - Parques Metropolitanos - Plan Especial supramunicipal del curso medio y bajo del río Palmones - Plan Especial de Ordenación de las zonas de regadíos ubicadas al norte de la corona forestal de Doñana - Redes de espacios libres de los Planes de Ordenación del Territorio de ámbito Subregional 	<p>Urbanismo y vivienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planificación urbanística: Planes Generales de Ordenación Urbana. - Instrumentos de apoyo a municipios y ayuntamientos

OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE

Transporte:

- PISTA 2020 (Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía)
- Planes Metropolitanos de Transporte.
- Observatorio logístico
- Observatorio de la movilidad

AGRICULTURA

Planificación del medio rural y del sector agrario:

- III Plan Andaluz de la Producción Ecológica Horizonte 2020
- Política Agraria Común en el horizonte 2020
- Ley 7/2010, de 14 de junio, para la Dehesa
- Plan Director de las Dehesas de Andalucía
- Ley 5/2011, de 6 de octubre, del olivar de Andalucía
- Plan Director del Olivar
- Reestructuración del viñedo
- Programa de conservación de recursos genéticos
- Ayudas y subvenciones para la promoción del Desarrollo Rural Sostenible
- Programa de Desarrollo Rural de Andalucía
- Subvenciones a las explotaciones agrarias
- Ley 1/2011, de 17 de febrero, de reordenación del sector público de Andalucía
- Plan AVIVA:
 - Proyectos Faros
 - Programa de Desarrollo Sostenible: Planes de Zona

ENERGÍA

Planificación y ordenación energética

- Estrategia energética de Andalucía 2020
- Plan de Acción 2016-2017 de la Estrategia Energética de Andalucía 2020
- Estrategia minera de Andalucía 2020

El Plan director para la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía cuenta en su desarrollo con una serie de elementos fundamentales para su implementación, cuyas características generales se resumen en los siguientes términos:

- Varios ámbitos competenciales de gestión en el modelo territorial andaluz. Ante esta situación es fundamental diseñar mecanismos que optimicen y faciliten la coordinación instrumental entre administraciones. En este sentido, es importante identificar actores y determinar su grado de actuación en el Plan, según tengan mayor o menor importancia en la consecución de los objetivos marcados por el Plan.
- Diversidad de instrumentos existentes. Son muchas las herramientas que, de alguna forma, tienen incidencia en la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía y que, por tanto, se relacionan o pueden verse relacionadas con el desarrollo del Plan. Es, por tanto, esencial profundizar en la convergencia de objetivos del marco instrumental del Plan.
- Diferentes escalas territoriales. Si bien el ámbito de trabajo del Plan, en su conjunto, se refiere a la escala regional, se sustenta en niveles de diagnóstico y se desarrolla mediante modelos propositivos que abarcan una gran variedad de escalas. Así, por ejemplo, el análisis sobre la conectividad ecológica en Andalucía se apoya en la valoración de los flujos ecológicos que se producen en la Comunidad Autónoma, pero también entre ésta, las regiones limítrofes y Portugal. En este sentido el Plan trasciende necesariamente el ámbito regional. Del mismo modo, el programa de medidas abordará niveles de actuación que son aplicables a diferentes escalas. Establecerá directrices de gestión para el conjunto del territorio andaluz, por usos, hábitats o paisajes. Definirá estrategias de intervención, a mayor resolución, que se abordarán desde la perspectiva comarcal, e incluso local. Y planteará igualmente criterios orientados a la mejora de la conectividad ecológica en el marco de los espacios naturales protegidos y la Red Natura 2000.
- Múltiples indicadores de evaluación y seguimiento del desarrollo del Plan y su implementación. Además del establecimiento de indicadores propios y concretos que evalúen la mejora de la conectividad ecológica, los indicadores deben estar coordinados con los sistemas de indicadores con los que cuenta cada uno de los planes e instrumentos existentes. Este hecho va a permitir optimizar recursos, aumentar la coordinación y las sinergias y, al aumentar la capacidad de actuación, favorecer la gestión proactiva.

La implementación del Plan director, por tanto, tiene varios frentes para los que establecer medidas según sea necesario. Esto va a permitir:

- Un amplio campo de actuación.
- Identificar prioridades de acción para la implementación.

- Optimizar recursos: con poco esfuerzo y medios se puede alcanzar un amplio margen de actuación e introducir modificaciones sustanciales en la mejora de la conectividad en Andalucía. El marco de planificación ambiental y territorial andaluz favorece esta situación.

Es necesario para ello:

- Un intenso trabajo previo de diagnóstico, identificación de ámbitos competenciales, instrumentos y actores y su priorización.
- Determinar de forma clara los puntos de actuación.
- Diseñar mecanismos sencillos y eficaces para favorecer esa actuación, así como la coordinación de objetivos.

4.3 Análisis de ámbitos competenciales e instrumentos de planificación

El carácter transversal del Plan director para la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía obliga a realizar una exhaustiva identificación de los elementos y actores implicados y que inciden de forma directa e indirecta en materia de conectividad ecológica e infraestructura verde. Teniendo en cuenta el marco de planificación y políticas públicas de la Administración andaluza, es necesario en primer lugar identificar cuáles son las actuaciones y los elementos claves que afectan al cumplimiento de los objetivos en materia de mejora de la conectividad ecológica e infraestructura verde andaluza. Atendiendo al reparto competencial actualmente existente en Andalucía, son cinco los bloques de planificación y gestión pública que por su alta afección territorial se consideran implicados de forma directa: las actuaciones en materia de medio ambiente, en materia de ordenación del territorio y urbanismo, en materia de agricultura, en materia de fomento y en materia energética.

Se considera fundamental contar con dos “mapas” claves a la hora de abordar el Plan: el mapa competencial y el mapa instrumental, conectados entre sí. Ambos han sido representados en dos tablas de doble entrada.

La Tabla 4.2 recoge el **mapa competencial**, que muestra las actuaciones sectoriales / ámbitos competenciales con incidencia directa en la conectividad ecológica o modeladoras de la conectividad territorial, agrupadas en seis grandes bloques. La Tabla 4.3 recopila el marco instrumental de actuación y gestión de las actuaciones y ámbitos competenciales antes referidas, indicando para cada una de ellas:

- Elementos clave: dado el amplio espectro de dichas actuaciones, han sido

detectados una serie de elementos o componentes fundamentales a tener en cuenta por su incidencia en la conectividad ecológica andaluza.

- Funciones administrativas: han sido identificadas las funciones administrativas y departamentos que intervienen en la gestión y desarrollo de los elementos o componentes fundamentales de la conectividad en Andalucía.
- Instrumentos: finalmente la tabla ha sido completada con los instrumentos existentes identificados para el desarrollo de dichas competencias. Esta columna es la base del mapa instrumental.

Tabla 4.2. Actuaciones sectoriales /ámbitos competenciales en Andalucía con incidencia directa en materia de conectividad ecológica, o modeladoras de la permeabilidad territorial

ACTUACIONES SECTORIALES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES EN ANDALUCÍA CON INCIDENCIA DIRECTA EN MATERIA DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA, O MODELADORAS DE LA PERMEABILIDAD TERRITORIAL	
-	<p>MEDIO AMBIENTE</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación y gestión del medio natural 2. Redes de Espacios Naturales Protegidos y otros elementos del patrimonio natural 3. Custodia del territorio 4. Gestión integral del agua (ecosistemas fluviales y acuáticos continentales) 5. Cambio climático 6. Medio Ambiente Urbano 7. Prevención y calidad ambiental
-	<p>ORDENACIÓN DEL TERRITORIO Y URBANISMO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ordenación del territorio 2. Urbanismo 3. Paisaje
-	<p>FOMENTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Transporte 2. Vivienda
-	<p>AGRICULTURA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agricultura y alimentación 2. Desarrollo Rural
-	<p>ENERGÍA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planificación y ordenación energética
-	<p>OTRAS ACTUACIONES Y ELEMENTOS CLAVE A TENER EN CUENTA PARA LA MEJORA DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Producción y manejo de la información territorial y ambiental (la Junta de Andalucía cuenta con multitud de sistemas de información desarrollados para la gestión territorial y ambiental, que son del todo útiles para el cumplimiento de objetivos del Plan de Acción) 2. Investigación 3. Fomento del conocimiento 4. Unidad Andaluza para la Integración Ambiental

Tabla 4.3. Mapa instrumental de interés para el Plan director para la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
Redes de Espacios Naturales Protegidos y otros elementos del patrimonio natural	Espacios protegidos y figuras de protección	<ul style="list-style-type: none"> - Propuesta de declaración de espacios naturales protegidos - Administración de la red - Administración y gestión de los Espacios Naturales de Doñana y de Sierra Nevada 	
		<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración tramitación, seguimiento y evaluación de los Planes y Programas Generales de la Consejería; de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, de los Planes de Gestión y de los Planes de Desarrollo Sostenible de los Espacios Naturales Protegidos y de la Red Ecológica Europea Natura 2000, previstos en la normativa vigente 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) - Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG)
	Red Natura 2000	<ul style="list-style-type: none"> - Determinación de los criterios técnicos y la coordinación de la evaluación y medidas compensatorias de los planes y proyectos que afecten a zonas de la Red Ecológica Europea Natura 2000 - Elaboración de los Planes de Gestión de los Lugares de Interés Comunitario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes de Desarrollo Sostenible (PDS) - Planes de Gestión ZEC y ZEPA - Inventario y gestión de hábitats de interés comunitario Programas de Uso Público (PUP)
	Humedales		<ul style="list-style-type: none"> - Plan Andaluz de Humedales - Inventario Andaluz de Humedales
	Corredores y puertas verdes		<ul style="list-style-type: none"> - Programa Puertas Verdes
	Vías pecuarias	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión Patrimonial 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Ordenación y Recuperación de Vías

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
		<ul style="list-style-type: none"> - Custodia de su fondo documental y gestión del uso público 	Pecuarías
	Otros elementos del patrimonio natural	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de actuaciones para la conservación del patrimonio natural y la gestión de los recursos naturales de Andalucía propiciando su racional utilización - Gestión patrimonial de los bienes adscritos a la Consejería, así como el inventario de los bienes muebles e inmuebles, sin perjuicio de las competencias de la Consejería de Hacienda y Administración Pública - Gestión de la adquisición de bienes y derechos, así como el establecimiento de cualquier tipo de derechos y de la defensa extrajudicial del patrimonio - Gestión de los procedimientos de expropiación de bienes y derechos a excepción de aquellos en los que el ejercicio de la potestad expropiatoria haya sido objeto de delegación, salvo las expropiaciones para la ejecución de las infraestructuras hidráulicas - Defensa del Patrimonio Forestal: deslindes 	

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
<p>Conservación y gestión del medio natural</p>	<p>Flora, fauna y hongos silvestres</p>	<p>- Seguimiento, protección y conservación de la flora, la fauna y los hongos silvestres, los hábitats marítimos y terrestres, así como la gestión y regulación de su aprovechamiento sostenible tanto en propiedades públicas como privadas y el régimen de autorizaciones para la manipulación de las especies de fauna, flora y hongos silvestres</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad - Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies Amenazadas - Programas de actuaciones de los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión - Programa de seguimiento de la biodiversidad andaluza - Redes de apoyo a la gestión y conservación de la flora y la fauna (CREA, CEGMA y Jardines Botánicos) - Programa de emergencias, control epidemiológico y seguimiento de la fauna silvestre - Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas (CAEE) - Ayudas para la conservación y mejora de las especies silvestres y sus hábitats, sus hábitats y sus recursos naturales, protección del paisaje y patrimonio natural. - Programa de Control de Especies Exóticas Invasoras - Estrategia Andaluza para el Control de Venenos - Plan Andaluz de Humedales - Programa de Desarrollo Rural de Andalucía

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
	Medio forestal	<p>-Ordenación, conservación y protección del monte mediterráneo y el fomento de su aprovechamiento multifuncional y sostenible, tanto de titularidad pública como privada planificación y ejecución de las restauraciones forestales incluidas las hidrológico-forestales, salvo las que se lleven a cabo en el dominio público hidráulico</p> <p>- Prevención y defensa ante Incendios forestales</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Plan Forestal Andaluz - Proyectos y Planes Técnicos de Ordenación de Montes - Catálogo de Montes Públicos - Manuales técnicos y modelos de restauración - Plan Director de las Dehesas de Andalucía - Planes de Prevención de Incendios Forestales - Defensa contra plagas y enfermedades forestales Planes de Lucha Integrada. - Red Andaluza de Seguimientos de Daños sobre Ecosistemas Forestales. - Programas de gestión, restauración y mejora de ecosistemas - Programa de Desarrollo Rural de Andalucía - Otros instrumentos e iniciativas (setos vivos, defensa de la propiedad forestal y ayudas a la gestión forestal sostenible) - Red de viveros

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
	Caza y pesca continental	- Ordenación, conservación, protección y seguimiento de las especies de caza y pesca continental y el fomento de su aprovechamiento sostenible, tanto en la propiedad pública como en la privada	- Plan Andaluz de Caza. - Planes Técnicos de Caza. - Planes Técnicos de Áreas Cinegéticas.
Custodia del territorio		Acuerdos de colaboración y custodia del territorio con propietarios, gestores de tierras y actores estratégicos en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos	- Convenios y acuerdos de colaboración con propietarios, asociaciones profesionales, etc. - Red de Custodia del Territorio de Andalucía
Gestión integral del agua	Planificación hidrológica	<p>- Planificación, programación, aprobación, supervisión y seguimiento de los proyectos derivados de la planificación hidrológica y, en general, de las obras hidráulicas de competencia de la Comunidad Autónoma de Andalucía y de aquellas que se realicen sobre el patrimonio adquirido o adscrito, así como la instrucción de los procedimientos en materia de expropiación forzosa en relación con dichas infraestructuras hidráulicas</p> <p>- Coordinación e impulso de la actuación de la Consejería en materia de planificación, participación, dominio público hidráulico, infraestructuras y explotación del agua.</p>	

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
		<ul style="list-style-type: none"> - Planificación hidrológica de las cuencas intracomunitarias, así como de la participación de la Comunidad Autónoma en la planificación hidrológica de las Demarcaciones Hidrográficas de las Cuencas del Guadalquivir, Guadiana y Segura con arreglo a las competencias de la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Planes hidrológicos de demarcación - Planificación subregional y de subcuenca mediante los Programas Coordinados - Planes especiales de sequía - Plan de Policía de Aguas - Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones
		<ul style="list-style-type: none"> - Actuaciones encaminadas a la conservación, restauración y gestión del dominio público hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza de Restauración de Ríos y Riberas
	Obras hidráulicas e infraestructuras	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación, programación, supervisión y seguimiento de la explotación y de los programas de mantenimiento y conservación de las obras hidráulicas. - Actuaciones de conservación de las obras hidráulicas que formen parte del Patrimonio Histórico Andaluz elaboración, en coordinación con las Delegaciones Provinciales, de los documentos relativos a la explotación y seguridad de presas y embalses, de titularidad de la Comunidad Autónoma de Andalucía, así como la aprobación de sus planes de explotación 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventario de infraestructuras hidráulicas
Cambio climático	Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de las políticas de lucha contra el cambio climático, así como la ejecución de las actuaciones competencia de la Consejería en materia de mitigación - Ejecución de políticas de investigación y fomento de la capacidad de sumidero de los bosques para la captación de gases de efecto invernadero - Competencias en materia de adaptación al cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia Andaluza ante el Cambio Climático - Plan Andaluz de Acción por el Clima: Programa de Mitigación - Programa Andaluz de Adaptación al Cambio Climático

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
		<ul style="list-style-type: none"> - Impulso y coordinación del Sistema de Seguimiento del Cambio Global. 	<ul style="list-style-type: none"> - Observatorios de Seguimiento de Cambio Global
Medio Ambiente Urbano		<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de la ejecución de las políticas de medio ambiente y el fomento de la mejora de la calidad ambiental en el ámbito urbano y la emisión de informe sobre la planificación y programación de actuaciones de la Consejería que afecten a dicho ámbito - Impulso y coordinación de las actuaciones incluidas en el programa de sostenibilidad urbana Ciudad 21 - Ejecución de las competencias de la Consejería en materia de contaminación acústica y lumínica 	<ul style="list-style-type: none"> - Programa Ciudad Sostenible - Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana - Pacto de los Gobiernos Locales ante el Cambio Climático
Prevención y calidad ambiental	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación y coordinación de las actuaciones relativas a la evaluación ambiental de actividades, actuaciones y proyectos, así como de los instrumentos de planeamiento urbanístico e innovaciones que afecten al suelo no urbanizable - Elaboración de planes de calidad ambiental territoriales o sectoriales, en coordinación con la Dirección General de Planificación y Gestión del Dominio Público Hidráulico cuando se refieran al medio hídrico - Planificación y coordinación de las competencias sobre áreas degradadas y suelos contaminados - Planificación y coordinación de la normativa en materia de responsabilidad ambiental y reparación de daños, en materia de medio ambiente atmosférico, suelo y residuos, así como la ejecución de las actuaciones relacionadas con dicha materia cuando excedan del ámbito provincial 	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas, Calificación ambiental (Guías prácticas de calificación ambiental) - Procedimientos de evaluación y calificación ambiental (AAU, AAI, etc.) - Planes de calidad ambiental - Seguimiento ambiental de planes y programas

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
Ordenación del territorio	Ordenación del territorio	<ul style="list-style-type: none"> - Definición y programación general de actividades en materia de ordenación del territorio, de urbanismo, del litoral y del paisaje - Elaboración y tramitación de los planes de ordenación del territorio y otros instrumentos de la política territorial - Seguimiento de los planes de ordenación del territorio así como el impulso y coordinación de su desarrollo y ejecución. - Realización de planes, programas y actuaciones previstas en los planes de ordenación del territorio, en el marco de sus competencias - Desarrollo y coordinación de la política de espacios públicos metropolitanos o de alcance supramunicipal 	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) - Planes de Ordenación del Territorio de Ámbito Subregional - Observatorio Territorial de Andalucía - Parques Metropolitanos - Plan Especial supramunicipal del curso medio y bajo del río Palmones - Plan Especial de Ordenación de las zonas de regadíos ubicadas al norte de la corona forestal de Doñana - Plan Especial de la Vega de Granada

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
	Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinación de planes, programas y actuaciones de interés regional o de especial relevancia territorial - Coordinación de la ordenación del territorio y el urbanismo con otras políticas sectoriales de las Administraciones Públicas - Elaboración de informes en materia de ordenación del territorio y su coordinación - Elaboración de normativas y estudios, así como el fomento de actividades de investigación, en materia de ordenación del territorio, del litoral y del paisaje. - Apoyo técnico al Observatorio Territorial de Andalucía, y el desarrollo y gestión del Sistema de Información Territorial de Andalucía - Impulso, elaboración y seguimiento de estrategias en su ámbito de competencias, particularmente las relativas a paisaje, sostenibilidad urbana y gestión integrada del litoral 	- Estrategia Andaluza del Paisaje
Transporte	Carreteras e infraestructuras viarias asociadas	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de planes y programas de carreteras de la Comunidad Autónoma, en el marco de la planificación general de infraestructuras que establezca la Consejería, así como su desarrollo y seguimiento - Elaboración de estudios y normas sobre proyección, construcción, conservación y explotación en materia de carreteras - Programación anual de inversiones, estudios, proyectos y obras de carreteras, sin perjuicio de la competencia de coordinación de la actividad económico financiera que le corresponde a la persona titular de la Viceconsejería 	

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
		<ul style="list-style-type: none"> - Construcción, conservación y explotación de las carreteras competencia de la Comunidad Autónoma, y el control de calidad de las mismas - Protección y gestión del dominio público viario, así como la elaboración de informes sectoriales a planes, estudios y proyectos que afecten al mismo - Informe de los estudios, planes y proyectos en materia de carreteras que afecten a la Comunidad Autónoma - Evaluación y seguimiento de las actividades de su competencia, encomendadas a la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía en el marco de las directrices de la persona titular de la Consejería y sin perjuicio de las funciones de coordinación que correspondan a la persona titular de la Viceconsejería - Ejercicio de las competencias que en materia de control de calidad de la construcción y de la obra pública le corresponden a la Consejería 	
	Infraestructuras del transporte regional y metropolitano	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de planes y programas de transportes y movilidad de la Comunidad Autónoma, en el marco de la planificación general de infraestructuras que establezca la Consejería, así como su desarrollo y seguimiento - Elaboración de estudios y normas en materia de transportes y movilidad 	<ul style="list-style-type: none"> - PISTA (Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía) - Planes Metropolitanos de Transporte

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
Urbanismo y vivienda	Urbanismo	<ul style="list-style-type: none"> - Impulso, desarrollo y seguimiento de las políticas de producción de suelo, así como la elaboración de las directrices y criterios para la gestión del Patrimonio Autónomo de Suelo - Elaboración de normativa y elaboración y tramitación de instrumentos de la ordenación urbanística de competencia autonómica - Fomento, seguimiento y control de la actividad urbanística, sin perjuicio de las competencias de las Corporaciones Locales - Cooperación con las Corporaciones Locales en materia de ordenación, gestión y ejecución urbanística - Establecimiento de directrices para la coordinación de los órganos colegiados provinciales con competencia en la aprobación de instrumentos de planeamiento, su revisión y modificación - Elaboración de estudios y el fomento de la formación e investigación en materia de urbanismo 	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación urbanística: Planes Generales de Ordenación Urbana, Normas Subsidiarias - Instrumentos de apoyo a municipios y ayuntamientos

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
Planificación del medio rural y del sector agrario	Producción agrícola y ganadera	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades relacionadas con las semillas, plantas de vivero, fertilizantes, maquinaria y demás medios necesarios para la producción agrícola, ordenando los establecimientos dedicados a la producción, así como la implantación de servicios de asesoramiento a las explotaciones - Ordenación, fomento y desarrollo de las actividades ganaderas mediante la elaboración y ejecución de planes de mejora ganadera y racionalización de los sistemas de explotación del ganado - Fomento del empleo de métodos de producción agraria compatibles con las exigencias de protección del medio ambiente y la conservación del espacio natural; el fomento de la producción integrada en el sector agrícola y ganadero, así como el apoyo de las asociaciones de producción integrada; la elaboración de los planes de actuación en las zonas vulnerables a la contaminación, así como el establecimiento de las directrices necesarias para el cumplimiento de la condicionalidad 	<ul style="list-style-type: none"> - III Plan Andaluz de la Producción Ecológica Horizonte 2020 - Plan Director de las Dehesas de Andalucía - Plan Director del Olivar - Programa de conservación de recursos genéticos
	Infraestructuras agrarias y regadíos	<ul style="list-style-type: none"> - Dirección y coordinación de los planes y programas de infraestructuras rurales, con referencia especial a las obras de transformación, modernización y consolidación de regadíos y para el ahorro y uso eficiente del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Ayudas en el marco de la PAC

ACTUACIONES/ ÁMBITOS COMPETENCIALES DE GESTIÓN	ELEMENTOS CLAVE PARA LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	FUNCIONES	INSTRUMENTOS
	Desarrollo sostenible en el medio rural	<ul style="list-style-type: none"> - Diseñar y ejecutar las estrategias de desarrollo rural sostenibles necesarias para mejorar la calidad de vida de los habitantes del medio rural, la defensa de su igualdad de oportunidades y de la incorporación de la perspectiva de género en los programas que se realicen, así como la lucha contra el cambio global, en su ámbito competencial - Planificar las medidas dirigidas a la diversificación y desarrollo económico de las zonas rurales, diseñar y ejecutar las estrategias de cooperación en el marco definido en el párrafo anterior, así como la organización, regulación y seguimiento de las actividades de las entidades y organizaciones intervinientes en el desarrollo rural de Andalucía, especialmente los Grupos de Desarrollo Rural. - Planificar, supervisar, coordinar y tutelar la gestión y ejecución del método LEADER en Andalucía, su convocatoria y resolución, así como su coordinación con la ejecución de programas similares en otras Comunidades autónomas y en otros países de la Unión Europea o de fuera de ella. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programa de Desarrollo Rural de Andalucía - Ayudas y subvenciones para la promoción del Desarrollo Rural Sostenible
Planificación y ordenación energética	Infraestructuras energéticas	<ul style="list-style-type: none"> - Planificación, impulso y coordinación de las políticas de industria, energía y minas, incentivos y cooperación económica, emprendedores y economía social de la Administración de la Junta de Andalucía 	Estrategia Energética de Andalucía 2020
	Industria y minas		- Estrategia minera de Andalucía 2020

5. PROCESO GENERAL PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN

La Figura 5.1 muestra el proceso general seguido para la elaboración del Plan desde el inicio hasta la definición final de las propuestas del mismo.

En la base del proceso se encuentra por un lado la **disponibilidad de cartografías, bases de datos y otra documentación** que va a ser útil para la elaboración del Plan. Por otro lado, se encuentran las **estrategias y objetivos que se plantean para el Plan** y que se hallan expresados en el apartado 3: es decir, el proceso debe permitir dar respuesta a las cuestiones a afrontar por el Plan (mejora de la resiliencia ante el cambio global, transversalidad sectorial, enfoque ecosistémico, etc.). Sobre estas dos piezas (disponibilidad de información y estrategias del Plan) se construye el proceso general a seguir para la elaboración del mismo.

- **Diagnóstico**

En primer lugar, se elabora un **diagnóstico general de la conectividad ecológica y la infraestructura verde para el conjunto de la región**. Existen fundamentalmente dos elementos bien distintos que integran el diagnóstico de partida:

- Una **diagnos**is general de la conectividad en Andalucía, fundamentalmente cualitativa, pero que trabaja algunos aspectos cuantitativos. Se presenta en el apartado 6. Se trata de una diagnosis que incide en
 - La **conectividad para los hábitats y ecosistemas terrestres**: es la parte que presenta un mayor desarrollo y conduce a la identificación de áreas a conectar y de grandes ejes estratégicos de conectividad.
 - La **conectividad fluvial**: los apartados dedicados a este aspecto presentan un desarrollo menor que el diagnóstico de la conectividad terrestre. El diagnóstico incluye el conjunto del sistema formado por el lecho y las riberas, y considera la conectividad a lo largo de los cursos y entre los sistemas acuáticos y los hábitats no acuáticos a su alrededor, por lo que también se habla de **conectividad verde-azul**. Contribuye a definir los grandes ejes estratégicos de conectividad.
 - La **conectividad marina**: se trata de forma preliminar en el diagnóstico, apuntando los principales aspectos a considerar en la caracterización de la conectividad marina.

Este desarrollo diferencial viene condicionado por una **distinta disponibilidad de información para los ecosistemas terrestres, fluviales o marinos**, así como por el **diferente grado de profundidad de los conocimientos científicos** sobre los procesos que rigen la conectividad ecológica en cada uno de los tres medios (en especial la escasez de conocimientos para el medio marino).

A la diagnosis de estos tres grandes grupos de sistemas se une un diagnóstico general de la **conectividad ecológica y la biodiversidad** en Andalucía, que presenta, de forma global, los **requerimientos de los diferentes grupos taxonómicos** en cuanto a conectividad ecológica y los motivos y consecuencias de la pérdida o reducción de esta.

- El cálculo del **índice de conectividad terrestre de Andalucía (ICTA)**, de carácter cuantitativo y que se obtiene de forma continua para la totalidad del territorio andaluz. Para el cálculo de este índice es preciso obtener antes el **mapa de impedancias** para los diferentes grupos de hábitats (mapa que nos muestra la existencia de barreras y la resistencia del territorio a la dispersión de los organismos). El proceso para la obtención de ambos mapas se explica en detalle en el apartado 7 y en el Anejo 1.

- **Identificación de áreas estratégicas para la mejora de la conectividad ecológica**

A partir de las constataciones de la diagnosis se identifican las **áreas estratégicas a conectar**, que se identifican con los espacios de la Red Natura 2000. Asimismo, se definen unos **ejes estratégicos de conectividad** que, en un plano conceptual, configuran las grandes líneas de conexión a preservar (o recuperar, según la zona) en Andalucía, siempre considerando la escala regional. Estos ejes estratégicos de conectividad son los que van a mantener la continuidad entre los espacios de la Red Natura 2000 antes identificados; dicha continuidad se establece a través de otros sectores del territorio andaluz que no necesariamente presentan algún nivel de protección ambiental. Es importante remarcar aquí que la continuidad viene asegurada por el conjunto de los espacios protegidos (Red Natura 2000) más las piezas del territorio fuera de los mismos, de manera que funcionalmente constituyen un todo integrado.

Para identificar y delimitar estas piezas se utilizan diferentes herramientas que se combinan de forma multicriterial: el ICTA, el mapa de impedancias, las unidades fisiográficas, los dominios territoriales del POTA, etc. (se detalla en el apartado correspondiente). La identificación se plantea desde un enfoque funcional, que incluye no solo la conectividad física de espacios de gran valor ambiental por medio de corredores ecológicos, sino que contempla también el potencial para la movilidad de los organismos de otros paisajes de base agraria, los cuales disponen ya de elementos favorables a la mejora de los flujos ecológicos o presentan oportunidades

de intervención significativas. En este sentido, **la conectividad ecológica no es entendida necesariamente a través de la contigüidad de hábitats y ecosistemas, sino también por medio de la integridad de flujos ecológicos entre paisajes diversos.**

Como resultado de este proceso, el Plan propone un conjunto de piezas de interés para la conectividad (**áreas**). Estas tienen características distintas y, según las mismas, van a cumplir funciones distintas en la configuración de los ejes de conectividad. Por ello, el Plan define **tipos de áreas** y para cada uno de ellos enuncia **objetivos**, es decir establece la contribución específica de cada tipo de áreas a la formalización de los ejes estratégicos de conectividad. Se establecen, así, las **Áreas Estratégicas para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía.**

Seguidamente se efectúa un **diagnóstico de cada área** en relación con la conectividad ecológica, incluyendo los elementos, características y tendencias favorables a la conectividad ecológica, así como las dificultades o los problemas a resolver para mantener un territorio permeable a los movimientos de los organismos y a los flujos ecológicos, con el fin de asegurar la funcionalidad del ecosistema y por tanto fortalecer los ecoservicios que proporciona. Esto permite concretar para cada área unos **objetivos de mantenimiento o mejora de la conectividad y de la infraestructura verde.** En función de los objetivos definidos, se enuncian las **medidas del Plan para el área.**

Como se puede observar, **los productos resultantes tienen una expresión territorial por cuanto se definen para unas entidades geográficas concretas de la Comunidad Autónoma (Figura 5.2).**

- **Programa de medidas**

Por otro lado, y como se ha indicado repetidamente, el Plan se enfoca al **conjunto del territorio**, por lo que va más allá de las áreas estratégicas identificadas anteriormente; así, se identifican los **elementos del paisaje** sobre los que el Plan podrá plantear la intervención para mejorar o mantener la conectividad y para impulsar iniciativas de infraestructura verde, lo que queda articulado en el **Programa de medidas.**

De acuerdo con las estrategias del Plan, este se plantea como un documento que establece **directrices que van a ser desarrolladas y aplicadas a través de otros instrumentos y que van a incidir sobre políticas y programas sectoriales.** En este contexto, un paso fundamental en el proceso de redacción del Plan ha sido el análisis de competencias y de planes y programas con los que puede interaccionar el Plan.

Este análisis permite identificar los elementos competenciales e instrumentales que van a configurar asimismo, siempre de acuerdo con los principios estratégicos del Plan, el **Programa de medidas.**

Cabe destacar que entre estos instrumentos se encuentran los financieros que pueden tener una repercusión directa en determinados áreas definidas territorialmente; en este sentido hay que citar que el análisis del Plan propone para los diferentes instrumentos financieros posibles actuaciones futuras que redunden en la mejora de la conectividad.

- **Programa de seguimiento y evaluación**

Finalmente, una vez concretado el Programa de medidas del Plan y las medidas para las áreas, se define el **Programa de seguimiento y evaluación**. La ejecución de este Programa es el que, desde la óptica de la gestión del territorio y del medio natural, va a dar sentido y continuidad al Plan, ya que es el que permitirá evaluar su grado de ejecución, si se han conseguido los objetivos definidos en el mismo y si se han producido cambios en el territorio andaluz que favorezcan la mejora de la infraestructura verde, la permeabilidad de la matriz territorial y la conectividad ecológica en los sectores estratégicos. En este sentido, el Programa de seguimiento y evaluación se formaliza en función de los objetivos y las medidas detalladas por el Plan, y con indicadores que permitan hacer seguimiento de los mismos.

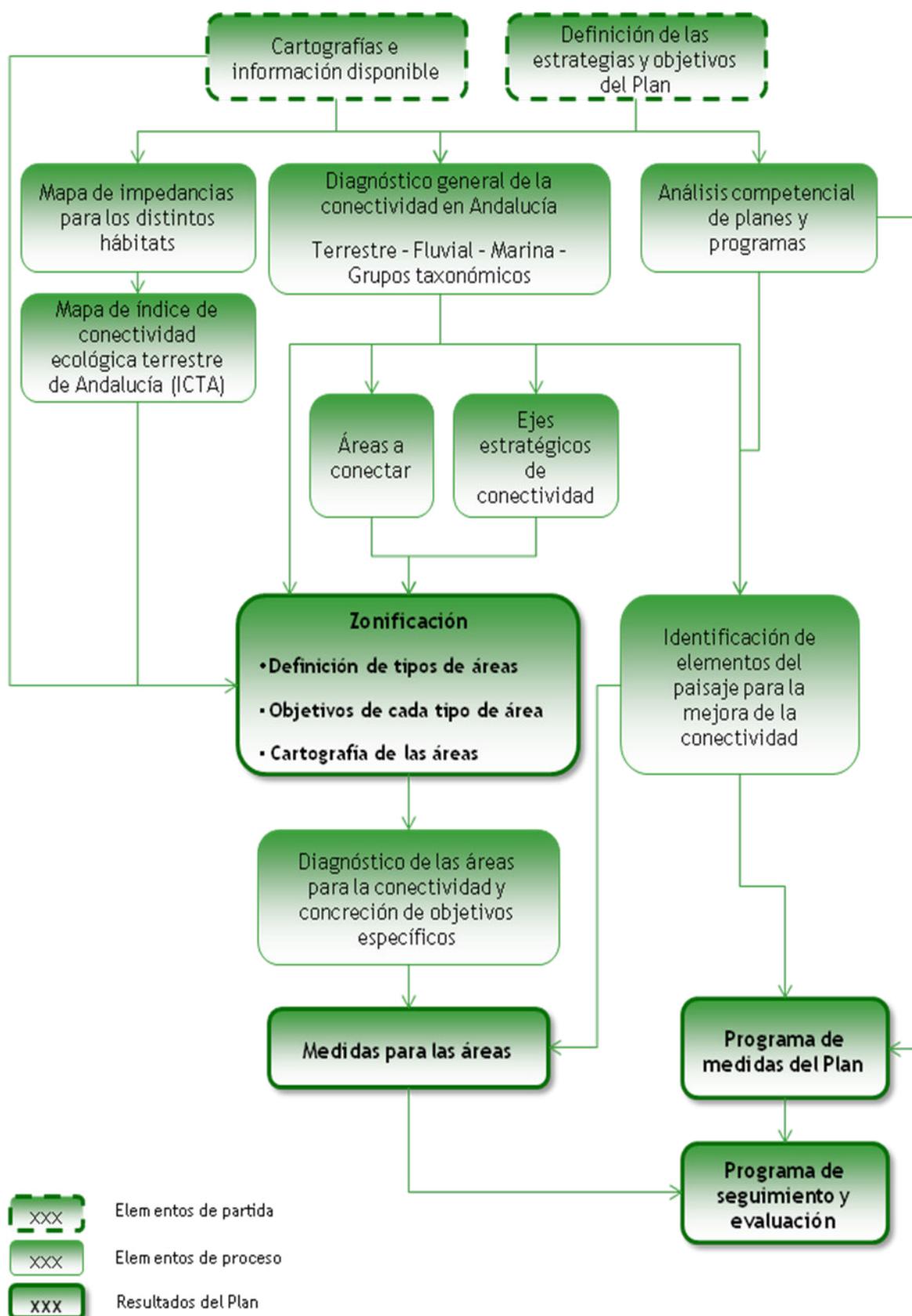


Figura 5.1. Esquema del proceso seguido en la elaboración del Plan.

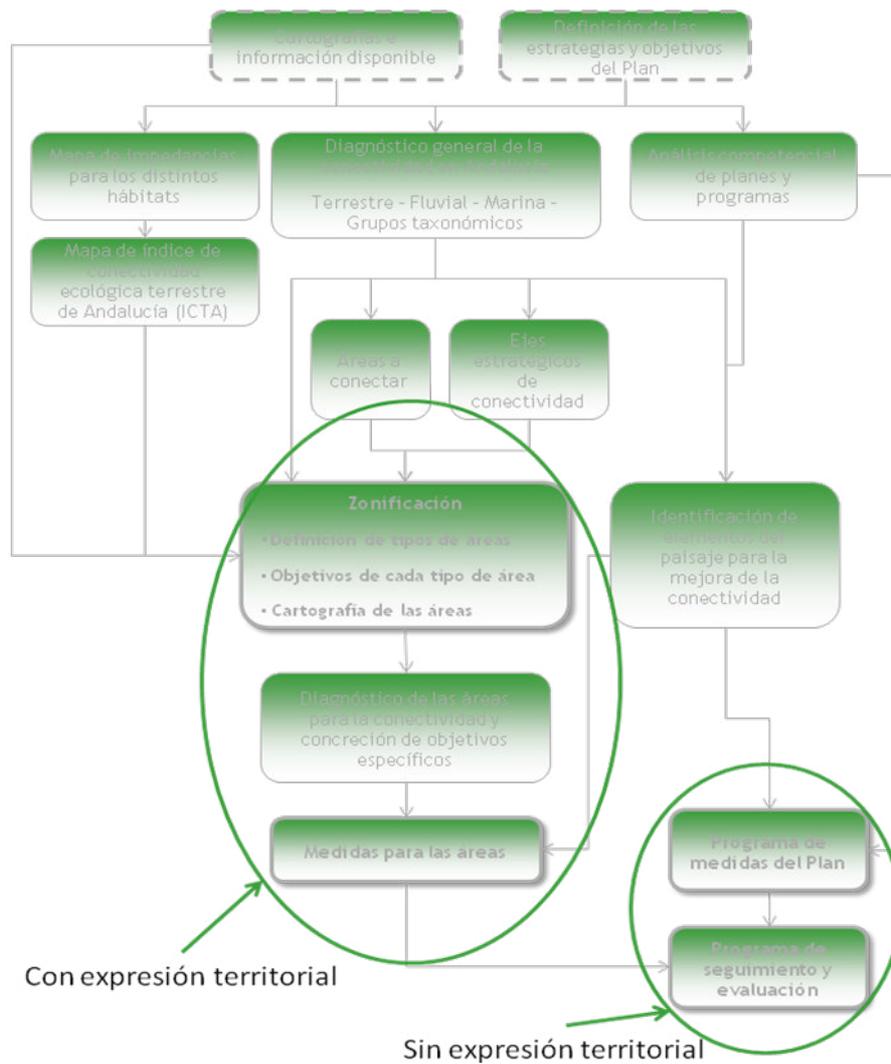


Figura 5.2. Indicación de los productos resultantes del Plan que se definen con una expresión territorial (cartografía) y los que no se presentan con esta componente.

6. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA EN ANDALUCÍA

La diagnosis de la conectividad ecológica en Andalucía cuenta con muy pocos antecedentes. Como en otros muchos territorios de Europa, existen aproximaciones que se han centrado en la red de espacios naturales protegidos (ver Molina 2003). Estos estudios asumen que la constitución de una red ecológica (en el sentido de Jongman et al. 2004), formada por los espacios naturales protegidos y una red de espacios de conexión entre éstos, es suficiente para mantener la conectividad ecológica del territorio. Sin embargo y hasta la fecha, no se habían realizado en Andalucía aproximaciones que consideraran la conectividad ecológica en un sentido amplio, como un atributo o propiedad del paisaje que resulta de la interacción de los patrones espaciales de las cubiertas del suelo o los hábitats con los patrones de movimiento y dispersión de los organismos (Castro 2003, Lindenmayer & Fischer 2006). Trabajos recientes (Pino & Marull 2011) ponen de relieve que la red de conectores entre áreas protegidas puede no ser suficiente para contrarrestar la pérdida de conectividad derivada de la transformación del paisaje fuera de la red ecológica, especialmente en contextos muy humanizados. Es preciso, por tanto, llevar a cabo aproximaciones más continuas y homogéneas sobre el conjunto del territorio, que permitan superar la dicotomía clásica entre los espacios protegidos y el resto.

La conectividad ecológica es, no obstante, una de las propiedades funcionales más importantes del paisaje que, sin embargo, es difícil de definir por las múltiples acepciones que admite. Para algunos autores es un atributo del paisaje que resulta de la interacción de las cubiertas del suelo con los patrones de movimiento de los organismos. Otros proponen una perspectiva metapoblacional y sugieren que la conectividad es un atributo de las teselas individuales del paisaje. Además, los diversos expertos distinguen frecuentemente entre conectividad estructural (o conectancia) y funcional: la primera está relacionada con el patrón del paisaje (distancia entre teselas, densidad y complejidad de los corredores, etc.), mientras que la segunda depende además de la capacidad de los organismos para desplazarse a través del paisaje. Recientemente, Lindenmayer & Fischer (2006) han limitado el concepto de conectividad ecológica (*ecological connectivity*) para hacer referencia de forma exclusiva al grado de conexión de los procesos ecológicos (p.e. flujos de materia y energía) a múltiples escalas. En este caso, se trata de una perspectiva más centrada en los ecosistemas, cuya transposición a la gestión topa con los inconvenientes derivados de la falta de información sobre los patrones espaciales que presentan los procesos ecológicos.

Desde una perspectiva más integradora, Calabrese & Fagan (2004) proponen tres acepciones del concepto de conectividad ecológica:

- Conectividad estructural: medida basada tan sólo en la topología del paisaje, como la distancia entre manchas, etc., sin tener en cuenta la capacidad de dispersión de los organismos. Es la más fácil de calcular. No se refiere a ninguna especie en particular.
- Conectividad potencial: medida basada en la topología del paisaje y en la capacidad de dispersión de cada especie. Es específica para cada especie o grupo de especies próximas. Se denomina potencial porque, a diferencia de la conectividad real, no se basa en mediciones del movimiento de individuos de la especie entre las teselas concretas que hay en el paisaje, sino en predicciones de la existencia o probabilidad de tal movimiento dada la distancia entre dos teselas y la capacidad de dispersión de la especie.
- Conectividad real (*actual connectivity*): medida de la conectividad basada en movimientos observados de individuos o de sus genes. Es específica para cada especie. Requiere de datos de movimientos reales, basados en telemetría de individuos marcados, análisis genéticos u otras técnicas. Como estos datos suelen ser costosos de obtener, es poco frecuente poder calcular la conectividad real, excepto en el caso de especies de interés muy elevado (p.ej. el lince ibérico) o en el contexto de proyectos de investigación.

Desde el punto de vista de la gestión, las tres acepciones permiten aproximaciones complementarias al tratamiento de la conectividad. La perspectiva real sería la más adecuada para la gestión de especies concretas, aunque la falta de información comporta el uso frecuente de la perspectiva potencial, más especulativa. Por otra parte, la perspectiva estructural ofrece un marco de trabajo más general muy adecuado para la planificación y gestión territorial en su conjunto, pero también para la evaluación ambiental de planes y proyectos concretos.

El desarrollo de este capítulo dedicado al diagnóstico de la conectividad ecológica de Andalucía se centra en tres ámbitos fundamentales: el medio terrestre, el acuático epicontinental y el marino, los cuales se presentan en apartados específicos. Debido a la disponibilidad, nivel de detalle y actualidad de la información cartográfica, el diagnóstico se ha centrado en la conectividad terrestre y, secundariamente, en la de los sistemas epicontinentales, mientras que únicamente se ha llevado a cabo una aproximación preliminar a la conectividad marina.

El capítulo se cierra con dos apartados dedicados al diagnóstico de las implicaciones de la conectividad ecológica en dos ámbitos clave: la conservación de la biodiversidad y la adaptación al cambio global en Andalucía.

6.1 La conectividad del medio terrestre

Como ya se ha comentado anteriormente, el medio terrestre de Andalucía cuenta con información cartográfica extensa y de detalle (ver apartado 6.1.1), lo que permite una aproximación robusta al diagnóstico de su conectividad ecológica. El Plan efectúa una aproximación doble:

1. Un diagnóstico cualitativo basado en el análisis de la cartografía disponible, que es el objeto del presente capítulo. En él se evalúan (i) los condicionantes a la conectividad terrestre en Andalucía; (ii) los principales elementos que la componen, (iii) los principales ejes de dicha conectividad y (iv) los principales déficits y potencialidades del territorio para su mantenimiento.
2. Un diagnóstico basado en un índice cuantitativo, el Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA), y centrado sobre los principales ejes de conectividad aunque enmarcado en el conjunto del territorio. Por su importancia en el desarrollo de las propuestas del Plan, este diagnóstico se presenta en el capítulo 7, así como en el Anejo 2 del presente documento.

6.1.1 Información de base

La diagnosis de la conectividad terrestre en Andalucía cuenta con muy pocos antecedentes, escasamente formalizados desde un punto de vista metodológico, y centrados en la red de espacios naturales protegidos (ver Molina 2003). Sin embargo, el debate sobre una visión más amplia y formalizada de la evaluación de la conectividad ecológica en Andalucía está presente en foros especializados (Castro 2003).

Un factor a favor de dicha formalización es la extensa información cartográfica desarrollada por Andalucía en la última década. Heredando la estructura del extinto Sistema de Información Ambiental de Andalucía (SINAMBA), Andalucía cuenta actualmente con una de las redes de información geográfica más completas de Europa: la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Creada por la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma. La REDIAM constituye, además, el Punto Focal Autonómico de la Red Europea de Información y Observación sobre el Medio Ambiente (EIONET) que impulsa y coordina la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). Aparte de las capas de referencia topográfica y de delimitación administrativa, la REDIAM contiene gran número de capas digitales con información relevante para el análisis de la

conectividad ecológica. En algunos casos, la información de la REDIAM se ha complementado con la procedente de otros servidores nacionales y europeos

Para un primer diagnóstico cualitativo se han utilizado diversas fuentes de información general del territorio que incluyen:

- Modelos digitales de elevaciones, incluyendo los más detallados (10 y 5 m) disponibles para Andalucía y puestos a punto por la REDIAM, o los disponibles en servidores globales para el conjunto de la península (modelo a 100 m puesto a punto por la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM; NASA) y disponibles en servidores globales (<http://www.opengis.uab.es/wms/world/>).
- Modelos climáticos como el Atlas Digital de la Península Ibérica, también disponible en servidores internet (<http://www.opengis.uab.es/wms/iberia>) y de una resolución media (200m).
- Información topográfica diversa procedente del Mapa Topográfico de Andalucía puesto a punto desde 1995 por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.
- Información cartográfica diversa y relativa a los trabajos de zonificación y ecorregionalización de Andalucía (REDIAM). Destacan especialmente por su carácter sintético las capas de Unidades fisiográficas de Paisaje o de las Ecorregiones.
- La zonificación territorial comprendida en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), que define los dominios territoriales y profundiza en las clasificaciones comarcales (comarcas paisajísticas).
- La información relativa a los pisos bioclimáticos de Andalucía y, en especial, el Mapa de pisos bioclimáticos a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, año 1996-2006. Dicha cartografía muestra la distribución de los pisos bioclimáticos extraída de la cartografía de vegetación escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía, perfilada en función de los registros de las estaciones meteorológicas y datos de campo.

También se han utilizado diversas capas de información sobre las cubiertas del suelo de Andalucía, entre las que destacan:

- El Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) para Andalucía. Se trata de una base cartográfica sobre ocupación del suelo a diversas escalas. En su escala de detalle (1:10.000) parte de la integración de diferentes fuentes de información, actualizada al año 2005 y ajustada a los límites de la propiedad. Dicho mapa integra la información cartográfica de diversos productos: el Sistema parcelario de Andalucía (SIGPAC), la

Cartografía de los ecosistemas forestales a escala de detalle, el Mapa de Vegetación de Andalucía 1:10000, los Ejes de Catastro urbano, los Inventarios de vegetación de Andalucía y la Red hidrográfica y de comunicaciones BCN25. Se enmarca en el proyecto Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), una iniciativa de la Administración General del Estado y las diversas CCAA. En Andalucía el proyecto es compartido entre la Consejería de Fomento y Vivienda, la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, siendo esta última la responsable de la coordinación a través de la REDIAM.

- El Mapa de Usos y Coberturas Vegetales de Andalucía (MUCVA) realizado por la REDIAM a diversas escalas (1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 y 1:100.000). Se trata de un mapa obtenido por combinación de diversas fuentes según la escala de trabajo. Existen versiones para los años 1956, 1999, 2003 y 2007, y cada uno de ellos se muestra en 4 diferentes versiones según nivel de desagregación de clases en la leyenda (nivel sintético, de reconocimiento, semidetalle y detalle). Permite un análisis detallado de los cambios acaecidos en el territorio y eventualmente podría utilizarse en estudios diacrónicos de la conectividad ecológica del territorio.
- El Mapa de series de vegetación de la masa forestal de Andalucía, 1996-2006 (REDIAM, escala 1:10.000). Recoge la distribución de las series de vegetación extraídas de la cartografía de vegetación escala 1:10.000. Estas series han sido asignadas inicialmente a partir de los datos bioclimáticos, la litología y fuentes bibliográficas. Posteriormente, han sido comprobadas y, en su caso, corregidas utilizando los datos de comunidades vegetales obtenidos en los muestreos de campo. Permite completar la perspectiva de los anteriores mapas de cubiertas con información más precisa de los tipos de vegetación.
- Para ámbitos limítrofes a Andalucía se ha contado con el *CORINE Land Cover Map*, la única cartografía de las cubiertas del suelo disponible para toda la península Ibérica. CORINE es el acrónimo del proyecto *Coordination of Information on the Environment* dirigido por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). El objetivo de este proyecto es generar periódicamente una cartografía de las cubiertas y usos del suelo para la Unión Europea, con una metodología común que haga comparables los distintos territorios que la integran. Existen tres versiones (1990, 2000 y 2006), la más reciente de las cuales es la que hemos utilizado en este plan. El mapa CORINE se obtiene por digitalización sobre imágenes del satélite Landsat (30 m de tamaño de píxel) a una escala aproximada 1:250000.

Finalmente, también se han considerado diversas fuentes de información relativas a la conservación de la biodiversidad en Andalucía, entre las que destacan:

- La cartografía digital de la RENPA: Red de espacios naturales protegidos actualizada a escalas de semidetalle (1:50000) y detalle (1:10000). Incluye los límites digitales de: EENNPP autonómicos -Parque Nacional, Parque, Paraje y Monumento Natural, Paisaje Protegido, Parque Periurbano, Reserva Natural, Reserva Natural Concertada, ZIC y Espacios Naturales Protegidos por normativa y convenios comunitarios e internacionales- Red Natura 2000 (LIC y ZEPA), Geoparques, Reservas de la Biosfera, ZEPIM, Diploma Europeo, Patrimonio de la Humanidad, Humedales Ramsar. La RENPA proporciona los nodos sobre los que debe articularse cualquier análisis de la conectividad del territorio y, obviamente, su traducción en una red básica de infraestructura verde del territorio que asegure la funcionalidad del sistema de espacios protegidos de Andalucía y su conexión con los del resto de la península Ibérica.
- Las áreas de distribución de las principales especies amenazadas y con interés de conservación, puestas a punto a escalas muy diversas por la Dirección General de Gestión del Medio Natural y Espacios Protegidos de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.
- La cartografía de los humedales incluidos en el Inventario de Humedales de Andalucía (REDIAM, 2009). La mayoría de ellos están digitalizados a escala 1:10.000. Las últimas actualizaciones se han digitalizado sobre 1:5.000.
- La cartografía correspondiente a la distribución de los Hábitats de Interés Comunitario recogidos en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE en el área forestal de Andalucía obtenidos a partir de la comunidad fitosociológica. Esta información fue elaborada a partir de la cartografía de vegetación de la masa forestal de Andalucía a escala 1:10.000, año 1996-2006 y recoge los cuatro primeros Hábitats de Interés Comunitario existentes en cada tesela, si están priorizados o no en la Directiva y el número de Hábitats de Interés Comunitario citados.
- Para ámbitos adyacentes a Andalucía se ha contado con la Red Natura 2000 de la península Ibérica. Natura 2000 es el instrumento fundamental para proteger la biodiversidad en la Unión Europea. Se trata de una red de áreas protegidas, establecidas para garantizar la supervivencia de las especies más valiosas de Europa y de los hábitats, propuesta por los diversos países de la UE y coordinada por la Agencia Europea de medio Ambiente (AEMA). Natura 2000 se basa en la Directiva Aves de 1979 y la Directiva sobre hábitats de 1992. Existe una capa de polígonos puesta a punto por la AEMA, que puede ser de gran utilidad para establecer conexiones entre las áreas protegidas de Andalucía y las de los territorios vecinos de otras Comunidades de España y de Portugal.

El diagnóstico cuantitativo se ha centrado en la información de la REDIAM. La resolución espacial y temática de algunas de sus capas permite análisis a escalas medias (1:25000-1:50000) adecuadas para el tratamiento homogéneo del conjunto del territorio, e incluso de detalle (1:5000-1:10000), que permiten la toma de decisiones y el desarrollo de estrategias de actuación a escalas de mayor resolución. Las capas básicas para este diagnóstico cuantitativo han sido las siguientes:

- El Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) para Andalucía. Se ha utilizado como aproximación básica a la distribución de las cubiertas del suelo en Andalucía.
- Mapa de series de vegetación a escala de la masa forestal de Andalucía (2006; escala 1:10.000). Se ha utilizado para completar la perspectiva del SIOSE con información más precisa de los tipos de vegetación.
- Las coberturas de infraestructuras incluidas en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA). Se han utilizado para modelizar su efecto barrera, que es uno de los factores que más afecta a la conectividad ecológica del territorio.

A estas capas hay que añadir el CORINE *Land Cover Map*, que se ha usado para modelizar la conectividad ecológica en los límites de la comunidad autónoma.

Otras capas de la REDIAM serán utilizadas posteriormente para profundizar en aspectos de detalle, tanto espaciales como sectoriales, en el análisis de la conectividad ecológica y en la definición de propuestas. Entre estas capas cabe citar las siguientes:

- Los inventarios de Vías Pecuarias y de los Lugares Asociados a las Vías Pecuarias de Andalucía a escala de detalle y semidetalle. La primera es una capa de arcos que contiene el trazado aproximado (semidetalle) de las vías previo a su deslinde, y el trazado del eje real en aquellas ya deslindadas. La segunda es una capa puntual donde se refleja, de manera aproximada, el centro del contorno que rodea el Lugar Asociado previo al deslinde de los mismos y de manera real en aquellos ya deslindados e incorporados en la capa. Dado su carácter público y su concentración en paisajes rurales, las vías pecuarias pueden ser de gran utilidad para la recuperación de la conectividad ecológica en paisajes muy transformados, como los paisajes agrícolas homogéneos del valle del Guadalquivir.
- Montes Públicos de Andalucía a escala de detalle. Capa de polígonos con los perímetros de los Montes de titularidad pública de Andalucía. Al tratarse de áreas de titularidad pública, tienen una gran potencialidad para funcionar como pasaderos clave (*stepping stones*) entre áreas protegidas en el caso en que no sea posible el establecimiento de corredores continuos.

- Información sobre riberas y cursos fluviales. Las riberas y cursos de agua, temporales o permanentes, funcionan como corredores mixtos (verde-azules; Forman, 2004) de gran importancia para la conectividad ecológica. Su incorporación a los planes de gestión de la conectividad ecológica es esencial. Dicha información se encuentra recogida en diversas capas de la REDIAM, entre las cuales destacan:
 - Los hábitats acuáticos y de ribera de las capas de cubiertas (SIOSE, MUCVA, Series de vegetación de Andalucía).
 - Las redes hidrográficas (HS1-100) del Mapa Digital de Andalucía 1:10.000 y 1:100.000 del Instituto Cartográfico de Andalucía, ICA.
 - Plan Director de Riberas de Andalucía 2003, con puntos de muestreo sobre la calidad de las riberas.

6.1.2 Diagnóstico de la conectividad ecológica terrestre en Andalucía

6.1.2.1 Los condicionantes ambientales

Andalucía es una tierra de contrastes ambientales muy acentuados. Ello explica en gran parte la gran diversidad de organismos y ecosistemas que alberga -una de las más elevadas de Europa- pero, a su vez, condiciona enormemente la conectividad ecológica del territorio. Sin tener en cuenta estos condicionantes es difícil establecer una estrategia adecuada para la preservación y la potenciación de la conectividad.

Entre los condicionantes ambientales que, a escala regional, son potenciales moduladores de la conectividad ecológica en Andalucía cabe citar a los siguientes, evaluados a partir de la cartografía anteriormente mencionada:

a) La orografía

Andalucía es una de las regiones de España con un relieve más abrupto, con casi un 15% del territorio por encima de 1.000 m y un fuerte contraste altitudinal y de pendientes (Figura 6.1). Incluye zonas bajas extensas a menos de 100 m de altitud (Gran Depresión Bética) y áreas montañosas de casi 3.500 m (Sierra Nevada). Las principales unidades del relieve son:

- Sierra Morena, formada por un conjunto de relieves alomados y acolinados de menos de 1.500 m de altitud que separan Andalucía de la Meseta Sur. Geológicamente se trata del borde del zócalo herciniano de la Meseta, fracturado y levantado por el empuje de las fuerzas alpinas.

- Las cordilleras Béticas, formadas por un conjunto de sierras dispuestas en paralelo a la costa mediterránea, en las que se distinguen cuatro unidades básicas:
 - El sistema Prebético, en el extremo NE de las Cordilleras Béticas, que se extiende desde Martos hacia el NE penetrando en la región de Murcia y en el sector oriental de Castilla la Mancha. Está formado por un conjunto de sinclinales elevados y anticlinales hundidos debido a la erosión. Los principales relieves de este sistema son las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas.
 - La cordillera Subbética, más interior, se extiende desde la provincia de Cádiz hasta la provincia de Murcia. Está compuesta por sierras calizas y dolomíticas de media altitud (altitud máxima en La Sagra, 2.382 msnm), separadas unas de otras por pasillos de origen tectónico y litológico en las que predominan materiales blandos erosionados por el paso de diversos afluentes del Guadalquivir. Algunas de las sierras que conforman este entramado de macizos son: la Sierra de Grazalema, la Sierra Sur de Sevilla, las Sierras Subbéticas de Córdoba, la Sierra Sur de Jaén, la Sierra de Huétor (en contacto con el sistema Penibético), la Sierra de Loja, la Sierra de la Alfaguara, la Sierra de María y la Sierra de Mágina y de La Sagra (en contacto con el sistema Prebético).
 - La cordillera Penibética, más litoral, es más compacta y elevada, y constituye una barrera importante entre la costa y el interior. Incluye las altitudes máximas de la península Ibérica (Mulhacén, 3.478 msnm). Las sierras principales que la conforman, de oeste a este, son la Sierra de las Nieves, la Sierra de Tejada, Sierra Nevada, la Sierra de la Contraviesa, la Sierra de Gádor, la Sierra de Baza, la Sierra de los Filabres y la Sierra de las Estancias.
 - El surco Intrabético o depresión Penibética, conjunto de depresiones discontinuas que separan las cordilleras Subbética y Penibética y se extienden longitudinalmente paralelas a la costa mediterránea. Estas cuencas comunican Andalucía Occidental y Oriental e incluyen: la Depresión de Ronda, la Depresión de Antequera, la Depresión de Granada, la Hoya de Guadix, la Hoya de Baza, la Hoya de Huéscar y la Hoya de Lorca (ya en la región de Murcia).
- La depresión Bética, que se encuentra entre Sierra Morena y las cordilleras Béticas. Es un territorio llano casi en su totalidad, abierto hacia el Golfo de Cádiz por el suroeste, por el que discurre el río Guadalquivir. Se trata de la típica cuenca de antepaís adyacente a las cordilleras alpinas (la Cordillera Bética en este caso), como el valle del Ebro en los Pirineos o el valle del Po en los Alpes. A lo largo de la historia, la depresión Bética ha constituido el

principal eje de comunicación de Andalucía, siendo también, junto con el litoral, el territorio históricamente más humanizado.

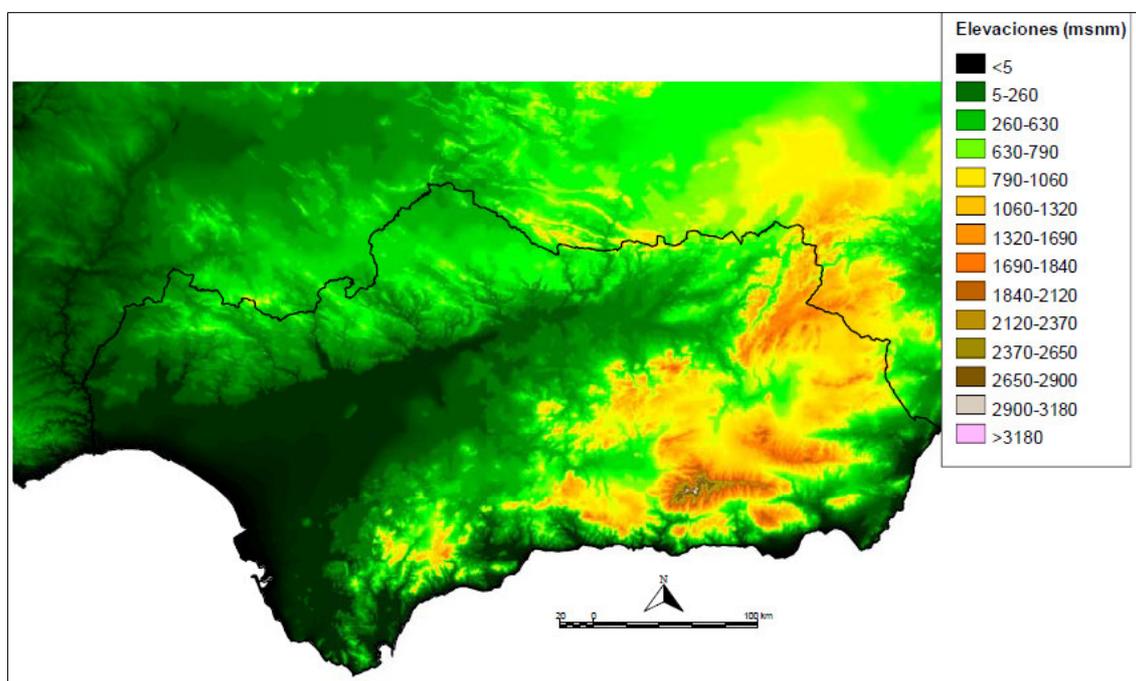


Figura 6.1. Relieve de Andalucía. Fuente: Modelo Digital de Elevaciones (resolución 3") obtenido a partir de la SRTM Shuttle Radar Topography Mission.

- El litoral, que si bien no constituye en sí mismo una unidad específica de relieve, sí define un paisaje característico y bien diferenciado, con procesos históricos y recientes de uso y ocupación que resultan determinantes para el diagnóstico y análisis de la conectividad ecológica. En esta unidad, son también identificables dos sectores, Atlántico y Mediterráneo, con características geomorfológicas propias. En el ámbito Atlántico dominan las costas abiertas, expuestas al oleaje y las grandes unidades fisiográficas. Es además el espacio por antonomasia de las desembocaduras de los principales cursos fluviales andaluces, los cuales definen en estos sectores áreas de gran interés desde el punto de vista de biodiversidad (marismas y estuarios). En el ámbito mediterráneo, por el contrario, son dominantes las alternancias de costas acantiladas independizadas por pequeñas bahías y ensenadas. Por su singularidad ecológica, su funcionalidad y sus particularidades fisiográficas e históricas, puede también identificarse un tercer ámbito litoral en Andalucía en la zona del Estrecho, cuyo papel en los procesos relacionados con la conectividad resulta también determinante como espacio en el que se concentran flujos migratorios e intercambios entre especies procedentes de diferentes dominios biogeográficos y masas de aguas marinas.

a) *El clima*

La compleja orografía de Andalucía determina también uno de los mayores contrastes climáticos de la península Ibérica (Figura 6.2.) y la aparición de gran número de “islas” climáticas responsables del mantenimiento de muchos endemismos y elementos biológicos singulares de gran interés en determinados sectores (Sierra de Grazalema, Sierra Nevada, Sierra de Cazorla) pero que, a su vez, dificultan la conectividad ecológica a escalas local y regional. El clima dominante en Andalucía es el mediterráneo pero está abierto a las masas de aire húmedo marítimo procedentes del Atlántico. La influencia de dichas masas decrece, sin embargo, de oeste a este, y se ve además modificada por los efectos orográficos de los diversos sistemas montañosos.

La temperatura media viene determinada básicamente por gradientes altitudinales y de continentalidad. En general se observa un aumento de las temperaturas medias desde el este hacia el oeste fruto de las diferencias altitudinales, aunque la influencia marítima amortigua un poco este gradiente en las zonas costeras. En todo caso, las zonas costeras y del valle de Guadalquivir concentran las áreas más cálidas, en las que se superan los 18 °C de media anual. En cambio, las sierras más elevadas del sector Oriental (Sierra Nevada, Sierra de Baza, Sierra de Cazorla, etc.) concentran las áreas más frías, con temperaturas medias inferiores a 10°C en sus cumbres. A estos efectos sobre las temperaturas medias hay que sumar el efecto de continentalidad y de factores topográficos locales que causan notables contrastes térmicos diarios y estacionales en la depresión de Guadalquivir y en las hoyas y depresiones del surco Intrabético.

El gradiente pluviométrico muestra también los efectos combinados de la influencia atlántica y de la orografía. Las masas de aire húmedo del Atlántico llegan con facilidad a las sierras occidentales donde se producen los máximos pluviométricos de la región y de la península Ibérica (Sierra de Grazalema, >2000 mm anuales). Máximos pluviométricos secundarios aparecen también en otras sierras occidentales, como las de Ronda y las Nieves en Málaga, o Sierra Morena Occidental. En cambio, las sierras orientales son progresivamente más secas cuanto más hacia el este debido a un efecto *Foehn* generalizado, aunque se dan máximos locales relacionados con la altitud. Así, en las sierras Béticas y en las altas cumbres Penibéticas se alcanzan más de 1.000 milímetros al año, y 600 en su piedemonte. Cabe destacar la existencia de otro máximo pluviométrico en las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, en el extremo NE de la región. En este caso, se combinan los efectos de los frentes atlánticos y de las depresiones mediterráneas debido a la ausencia de relieves elevados que los intercepten. La combinación de altitudes bajas y este efecto *Foehn* dan a la costa de Almería el clima más árido de Europa (<200 mm anuales). Es reseñable, finalmente, que este efecto se percibe incluso en el mismo macizo (la vertiente occidental de Sierra Nevada es mucho más húmeda que la vertiente oriental).

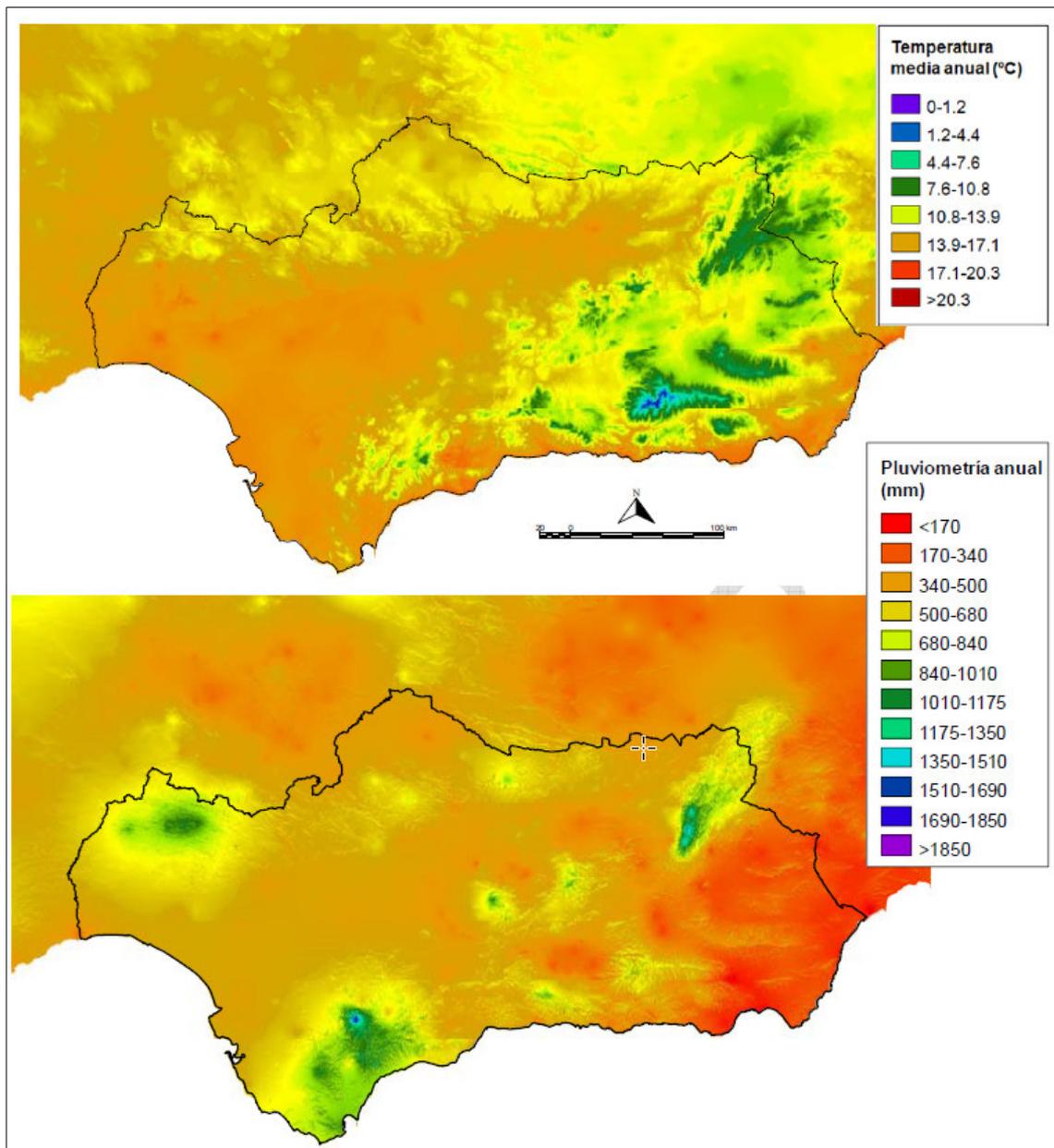


Figura 6.2. Temperatura media (arriba) y pluviometría anual (abajo) en Andalucía. Fuente: Atlas Climático Digital de la Península Ibérica (<http://opengis.uab.es/wms/iberia/>).

b) El paisaje

La interacción entre la compleja orografía y climatología de Andalucía y su larga historia de poblamiento humano ha producido un mosaico de paisajes de gran diversidad e interés que, a su vez, condiciona enormemente la capacidad del territorio para mantener los diversos flujos de conectividad. Así, las diversas ecorregiones reconocibles en Andalucía (Figura 6.3) presentan composiciones de paisajes muy distintas (Figura 6.4, tabla 6.1). Como en otras regiones mediterráneas (Grove & Rackham 2001), el grado de accesibilidad y la fertilidad en estas

ecorregiones determinan un gradiente de transformación de sus paisajes. En general, las regiones más bajas (llanos costeros, depresiones intramontanas y valle del Guadalquivir) concentran los paisajes más transformados, de tipo urbano o agrícola, con algunas excepciones en paisajes acuáticos que han merecido un estatus de conservación especial (Doñana y desembocadura de ríos atlánticos; salinas, albuferas y otros humedales costeros, etc.). En cambio, los paisajes de tipo más forestal se concentran en las partes altas de las principales sierras. Entre estos dos ámbitos se sitúan los paisajes agrícolas de secano, que ocupan las campiñas, las sierras menos abruptas, los altiplanos y los piedemontes de gran parte de la región. Debido a la fragmentación de los paisajes más forestales, estos paisajes agrícolas toman un papel muy relevante en el mantenimiento y la potenciación de la conectividad ecológica de Andalucía.

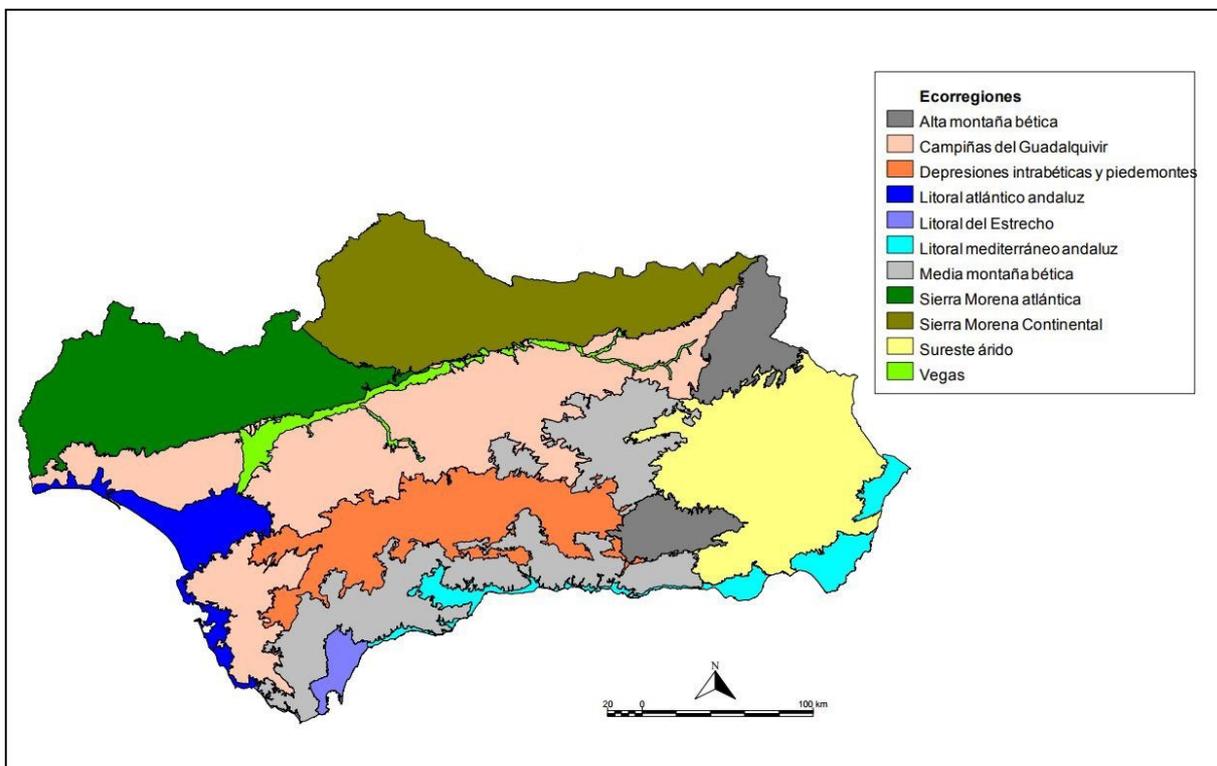


Figura 6.3. Ecorregiones de Andalucía. Fuente: REDIAM.

Como en otras regiones mediterráneas, el paisaje de Andalucía es el resultado de una larga interacción entre las sociedades humanas y los condicionantes ambientales. En el caso concreto de Andalucía, procesos históricos muy diversos son responsables de la configuración paisajística actual. Sin embargo, conviene destacar que, en las últimas décadas, se han acentuado diversos factores responsables de un importante cambio en el paisaje de Andalucía y que pueden desembocar en una pérdida de su capacidad funcional general y, en particular, de su capacidad para mantener los flujos ecológicos en el territorio:

- la acelerada tasa de crecimiento urbanístico, concentrada principalmente en las áreas litorales, pero también en el entorno de las principales urbes y áreas metropolitanas andaluzas;
- la demanda creciente de infraestructuras de transporte, comunicación, abastecimiento y depuración para responder a estos crecimientos;
- la intensificación de los procesos productivos en todos los sectores conforme a las demandas crecientes de la sociedad, que conlleva un incremento en el consumo de recursos y energía (suelo, agua, energía, materiales), así como en las tasas de emisión de contaminantes, especialmente en los usos agrícolas, industriales y comerciales;
- la desequilibrada evolución del medio rural, con síntomas de abandono en algunas zonas e intensificación en otras.

El crecimiento urbanístico de las últimas décadas en Andalucía se ha producido muy por encima del esperable por la tasa de crecimiento demográfico o endógeno y responde a la generalización de la segunda residencia, al crecimiento de la población extranjera residente temporal (los llamados “inmigrantes climáticos”) y al modelo de ocupación residencial en las áreas vacacionales. Los procesos urbanizadores han constituido una de las causas con mayor incidencia sobre la biodiversidad en Andalucía, por ocupación física del suelo, por fragmentación de hábitats y por influencia directa sobre el estado de las zonas no alteradas que subsisten sin ser ocupadas. Cabe reseñar, por ejemplo, que dentro de la Comunidad Autónoma es en el litoral donde se concentran las cotas más altas de pérdida de hábitats, especies y sistemas agrarios sostenibles. El 40% de la población andaluza vive ya en municipios costeros, existiendo amplias zonas donde la mayor parte de la franja de los primeros 500 m desde la costa se encuentra completamente urbanizada. Este fenómeno es más acusado en el litoral mediterráneo que en el atlántico; los valores máximos de ocupación se alcanzan en Málaga, Cádiz y Granada, pero el proceso ha sido especialmente acelerado e intensivo en los últimos tiempos en la mitad norte del levante almeriense y en la costa occidental de Huelva, además de en la Costa del Sol.

El desarrollo de las infraestructuras acorde a los crecimientos experimentados es otra de las principales causas de la pérdida de conectividad en Andalucía, principalmente por la ocupación o fragmentación de hábitats (carreteras, embalses, instalaciones portuarias, etc.) y los efectos barrera asociados, pero también por la desnaturalización de los paisajes y por sus efectos directos sobre las poblaciones de especies silvestres. Sin embargo, conviene destacar el esfuerzo realizado por las diversas administraciones en permeabilizar dichas infraestructuras mediante túneles, viaductos y pasos de fauna, y reducir así la pérdida de conectividad asociada a las nuevas infraestructuras.

La generalizada intensificación de los procesos productivos en todos los sectores (industria, construcción, agricultura, ganadería, pesca, etc.) obedece a las necesidades derivadas del incremento poblacional, a los cambios en los hábitos de consumo de la sociedad andaluza y, especialmente, a los ajustes impuestos por los requerimientos de un mercado cada vez más global y, cada vez, más ajeno al territorio donde revierte sus efectos ambientales. La intensificación tiene como resultados directos mayores necesidades de suelo, el desplazamiento de los sistemas extensivos, un mayor consumo de recursos (agua y energía principalmente) y un aumento en las tasas de generación de residuos y contaminación del agua, el suelo y la atmósfera. Todos estos procesos tienen efectos directos sobre el funcionamiento ecológico del territorio y sobre la conservación de la biodiversidad.

En particular, conviene destacar los efectos de la intensificación de la actividad agrícola en las áreas más productivas. En muchos casos, ésta ha tenido lugar en detrimento de sistemas más compatibles con la conservación de la flora y fauna silvestres. En términos generales, la intensificación aumenta la homogenización del espacio agrario, el incremento en la utilización de agroquímicos y el cambio en las técnicas de laboreo y, frecuentemente, un calendario de labores agrícolas menos acompañado con los ritmos naturales. La repercusión sobre la diversidad biológica se produce a distintos niveles: pérdida neta y de calidad de los hábitats agrarios y de su conectividad y funcionalidad ecológicas, deterioro del estado de conservación de las especies, etc. Territorialmente este proceso está operando principalmente en la vega y campiña del Guadalquivir y en la franja litoral, sumándose en esta última al proceso acelerado de urbanización. Cabe destacar, no obstante, la mejora ambiental que se está produciendo en áreas agrícolas poco favorables en general a la conectividad ecológica, tales como zonas de regadío, donde la progresiva implantación de la agricultura ecológica e integrada y la aplicación de técnicas y labores más sostenibles han favorecido un sensible incremento de su permeabilidad.

La evolución divergente del medio socioeconómico rural según las zonas (abandono o marginalización en unas, intensificación de los procesos agrarios en otras) evidencia un desequilibrio, que en grandes áreas de Andalucía es responsable del despoblamiento y pérdida de explotaciones y en otras de un deterioro de las condiciones ambientales del medio agrario y natural. A mediados del siglo XIX, se intensificó el ritmo de cambio de uso de suelos y, consecuentemente, de hábitats, debido a la convergencia de varios factores como el despoblamiento del mundo rural, la expansión urbana, las repoblaciones forestales, todo lo cual comportó la sustitución del característico mosaico mediterráneo por paisajes mucho más uniformes y homogéneos.

Más recientemente también ha tenido una gran influencia la Política Agraria Común, que si bien ha favorecido en muchos casos la conservación de la biodiversidad y de la funcionalidad ecológica del territorio mediante la puesta en marcha de medidas

agroambientales, la condicionalidad de las ayudas o el fomento de la agricultura y ganadería extensiva, ha tenido en otras ocasiones efectos contradictorios. Esto es especialmente evidente en los casos en los que se ha promovido la aplicación de recetas globales desvinculadas de la realidad social y ambiental del medio rural local, las cuales, en ocasiones, han acarreado importantes repercusiones sobre los niveles de diversidad biológica.

Tabla 6.1. Porcentaje de las principales cubiertas del suelo en las diversas ecorregiones de Andalucía. Fuente de las cubiertas: MUCVA 2007; ecorregiones REDIAM).

	Alta montaña bética	Campiñas del Guadalquivir	Depresiones intrabéticas y piedemontes	Litoral atlántico andaluz	Litoral del estrecho	Litoral mediterráneo andaluz	Media montaña bética	Sierra Morena atlántica	Sierra Morena continental	Sureste árido	Vegas
Acantilado	0,00	0,00	0,00	0,11	0,51	0,46	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Almendral y secanos arbolados	1,35	0,23	1,92	0,03	0,15	3,06	7,31	0,76	0,61	4,36	0,00
Arrozal	0,00	0,03	0,00	12,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Barranco	7,41	0,08	0,13	0,00	0,00	0,42	3,60	0,46	0,56	0,21	0,00
Breñal	0,42	1,66	6,07	0,57	31,95	2,92	5,60	21,38	6,14	1,24	0,02
Breñal arbolado	33,68	1,93	10,35	0,95	16,10	0,98	25,28	24,54	31,68	12,72	0,10
Cultivos en invernadero	0,00	0,03	0,00	0,33	0,00	12,20	0,17	0,00	0,00	0,13	0,02
Cultivos herbáceos en regadío	2,74	8,43	6,65	18,82	3,82	13,31	1,82	1,59	0,48	8,26	57,18
Dehesa	0,02	0,42	1,70	0,15	0,76	0,04	1,04	20,70	24,96	0,23	0,00
Delta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Dunas y arenales	0,00	1,71	0,00	21,19	1,64	1,21	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Embalses y láminas de agua	0,43	0,20	1,04	0,13	0,08	0,08	0,48	0,81	0,97	0,23	0,22
Encinar, castañar, alcornocal y otros bosques de frondosas	0,91	0,04	0,71	0,00	2,16	0,00	5,33	3,57	1,31	0,17	0,00
Erial	4,37	0,76	0,88	0,27	2,01	0,38	3,42	7,98	0,57	0,00	0,01
Espartizal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,48	0,00	0,00	0,00	15,47	0,00
Eucaliptal	0,00	0,22	0,01	0,05	0,23	0,03	0,04	1,48	0,00	0,00	0,05
Formas volcánicas	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	6,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Frutales y cultivos arbolados en regadío	0,17	0,89	0,35	0,30	3,80	5,92	0,93	0,34	0,00	0,97	8,57
Malpaís	1,00	0,11	0,46	0,00	0,00	4,45	0,06	0,00	0,00	14,75	0,00
Marisma natural y otros humedales	0,00	0,26	0,19	20,57	0,51	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20
Mesas y cuevas	0,07	3,74	1,96	1,51	3,62	4,94	0,10	0,27	4,50	0,83	0,00
Minas y escombreras	0,08	0,30	0,22	0,21	0,45	0,47	0,16	0,51	0,20	0,23	1,11

Tabla 6.1. Continuación.

	Alta montaña bética	Campañas del Guadalquivir	Depresiones intrabéticas y piedemontes	Litoral atlántico andaluz	Litoral del estrecho	Litoral mediterráneo andaluz	Media montaña bética	Sierra Morena atlántica	Sierra Morena continental	Sureste árido	Vegas
Olivar	2,57	27,21	26,77	0,00	0,04	1,72	9,91	4,01	10,00	1,20	0,49
Pastizal	0,40	1,56	1,43	2,19	14,64	2,40	1,88	5,41	2,34	0,45	0,05
Pinar, pinsapar y otros bosques de coníferas	18,97	1,23	0,48	0,63	0,26	0,28	3,85	1,31	3,69	3,30	0,00
Playa	0,00	0,00	0,00	0,66	0,76	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Roquedales calizos	15,50	1,26	4,86	0,00	0,10	1,59	19,30	0,00	0,14	11,36	0,00
Roquedales y nieves	7,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Salinas y áreas de acuicultura	0,00	0,01	0,00	4,67	0,24	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tierra calma o de labor	1,67	35,63	29,57	6,67	3,14	8,60	7,92	3,83	10,18	20,99	0,26
Urbano y periurbano	0,20	2,07	1,47	4,59	7,62	8,74	0,86	0,46	0,51	0,58	10,14
Vega y/o llanura de inundación	0,60	8,29	2,55	0,67	4,70	2,07	0,87	0,39	0,95	2,05	16,56
Vegetación de ribera	0,08	0,26	0,13	1,66	0,60	0,72	0,04	0,18	0,18	0,15	5,03
Víñedo	0,00	1,42	0,11	0,18	0,08	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00

Porcentaje de la ecorregión ocupado por la cubierta del suelo	Entre 10 y 20%	Entre 20 y 30%	Entre 30 y 40%	Más del 40%
---	----------------	----------------	----------------	-------------

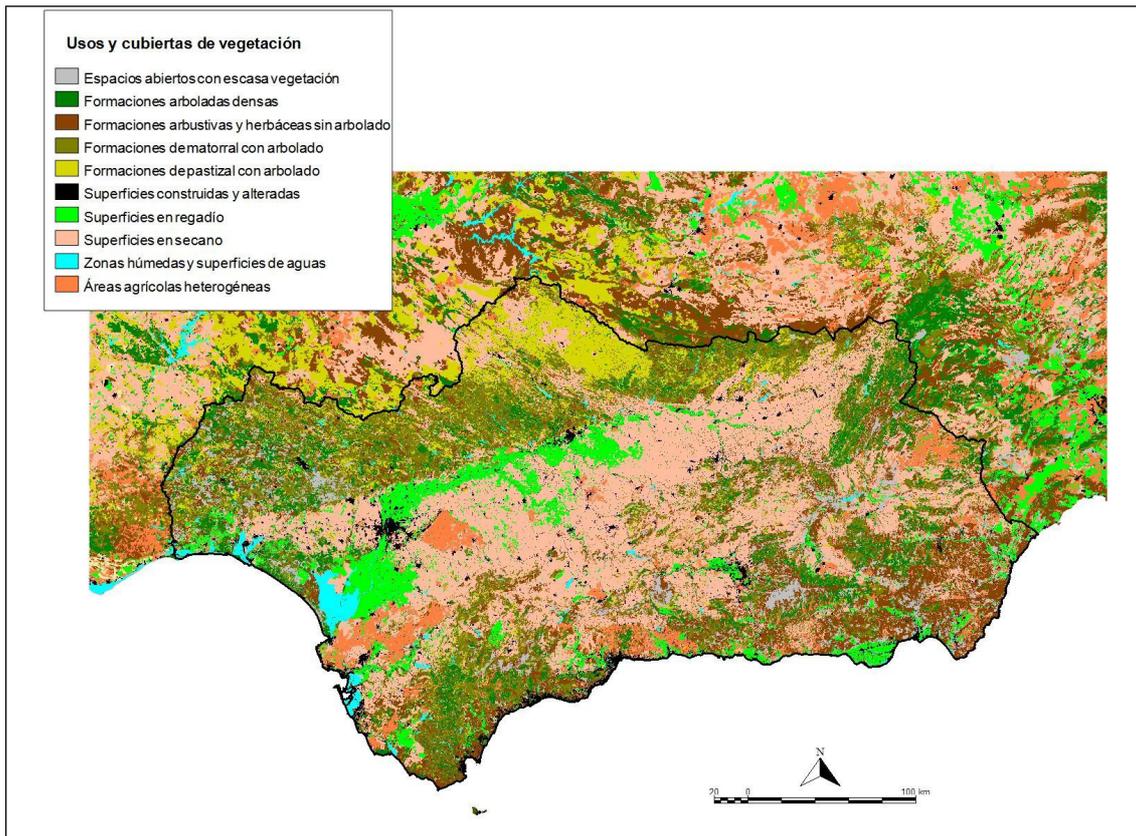


Figura 6.4. Principales usos y coberturas vegetales básicos de Andalucía. Fuente: MUCVA 2007, para Andalucía, y CORINE Land cover map 2006, para el resto.

6.1.2.2 Los principales elementos de la conectividad ecológica terrestre en Andalucía

a) La conectividad N-S

En la península Ibérica existe un gradiente N-S de condiciones ambientales que, a causa de las previsiones de calentamiento global, puede acentuarse sustancialmente. Para 2100 (AEMET, 2016) se esperan reducciones de pluviosidad moderadas (-10%) en la mitad N, e importantes (-35%) en la mitad S de la Península.

Los conectores N-S son, pues, de especial interés para mitigar los efectos del cambio climático en la Península. Sin embargo, la disposición E-W de las sierras Béticas comporta la existencia de barreras transversales a la conectividad debido a los potentes gradientes altitudinales -climáticos y de paisaje que conllevan estas sierras. En la práctica, ello reduce las posibilidades de conexión N-S, que es más factible en el sector más oriental y a la vertiente septentrional de Sierra Morena.

En el sector oriental, a pesar del grado extremo de transformación que muestran los paisajes del fondo de los altiplanos y las depresiones intrabéticas, existe una cierta

continuidad entre los paisajes forestales y agrícolas desde las sierras más meridionales (Almijara, Gádor, Contraviesa) pasando por las vertientes de Sierra Nevada, las sierras de Huétor, Gor, Baza y Castril, hasta Cazorla y Segura en el extremo norte. Es, sin embargo, la vertiente septentrional de Sierra Morena la que ofrece los mejores ejes de conexión N-S. Es especialmente interesante el sector más occidental (sierras de Aracena y Norte de Sevilla) por su climatología subhúmeda y por la abundancia de cubiertas forestales, aunque existen otros sectores centrales y orientales de gran interés para la conectividad general y de especies amenazadas como el lince, el águila imperial o el buitre negro (sierras de Hornachuelos y Andújar, etc.).

Los paisajes del valle del Guadalquivir están fuertemente transformados por la actividad agrícola secular, especialmente en los paisajes de vega del fondo del valle. En las campiñas del Guadalquivir dominan los paisajes cerealistas y de olivar (Tabla 6.1), que frecuentemente están altamente especializados y en cuyo aprovechamiento se emplean labores agrícolas muy tecnificadas. En general componen grandes áreas continuas y homogéneas, en muchos casos deficitarias de elementos de diversidad paisajística y rasgos de naturalidad que puedan favorecer los procesos de movilidad y dispersión de las especies silvestres. El único sector que mantiene mejores potencialidades de conexión ecológica es el alto Guadalquivir y sus afluentes principales (Guadiana Menor, Guadalbullón, Guadalimar, Jándula, Rumblar, Yeguas...), entre las sierras de Alta Coloma y Mágina, al Sur, y las de Despeñaperros y Andújar, al Norte. Cabría, en todo caso, mejorar la permeabilidad de este sector, actualmente dominado por olivares en diferentes modalidades, que abarcan desde los olivares de montaña hasta explotaciones intensivas.

La alta especialización y homogeneidad de los paisajes agrícolas propios del valle del Guadalquivir, fundamentalmente campiñas cerealistas y olivareras, aunque también estén presentes regadíos y frutales, determina que la gran Depresión Bética constituya una barrera importante para los flujos ecológicos entre los dos grandes paisajes serrano-forestales andaluces (Sierra Morena y las Cordilleras Béticas). En estos extensos territorios la lógica agraria ha desalojado, prácticamente en su totalidad, la vegetación natural del paisaje, la cual ha quedado relegada a herrizas, riberas o zonas donde los condicionantes ambientales limitan el desarrollo de la agricultura.

b) La conectividad E-W

En la península Ibérica existe un gradiente climático general desde los climas más atlánticos y lluviosos al W a los más mediterráneos y secos del E. A este gradiente se superpone un gradiente costa -interior, con climas continentales en el centro de la península y de influencia marítima en la costa. Los cambios previstos en la climatología peninsular (AEMET, 2016) pueden comportar una progresiva aridificación

de gran parte del territorio andaluz, situado en la zona donde el cambio se prevé más extremo. Los impactos de este cambio sobre las biocenosis pueden mitigarse si existen vías de paso hacia las regiones occidentales más lluviosas adecuadas a la movilidad y a los patrones de dispersión de los diversos tipos de organismos (animales, plantas, poco móviles, muy móviles, etc.).

De nuevo, sin embargo, este gradiente climático E-W queda notablemente desdibujado en Andalucía por sus particularidades orográficas. Existen, en todo caso, una serie de regiones clave para el mantenimiento de la conectividad E-W:

- Sierra Morena conforma el que se ha venido a llamar el Gran Corredor Peninsular entre las sierras de Cazorla y Segura, al este, y Portugal, al oeste. Está formada por un conjunto de sierras redondeadas y de altitudes modestas, con un mosaico de paisajes forestales, agropecuarios (dehesas) y agrícolas extensivos (olivares) que son clave para el mantenimiento de los flujos conectivos. Su relativo buen estado de conservación permite aún mantener flujos de organismos de requerimientos ecológicos exigentes como el propio lince ibérico (*Lynx pardina*).
- Las cordilleras Béticas, por su disposición, son a priori otra de las piezas clave de la conectividad E-W. Sin embargo, su compleja orografía con sierras de altitud muy diversa intercaladas por depresiones y valles que configuran pasillos intramontanos, y que en consecuencia constituyen áreas preferentes para la localización de vías de comunicación, dificultan la efectividad de dicho corredor. A pesar de ello, existe una cierta continuidad desde las sierras más occidentales del Estrecho (Alcornocales) y Grazalema hasta las más orientales del Prebético (Cazorla) a través de un complejo de macizos dominados por paisajes de tipo serrano-forestal (Sierras de Ronda, Morón, el Tablón, Desfiladero de los Gaitanes, Sierras del Valle de Abdalajís, las Cabras, Loja, Montes Occidentales, Montes Orientales, Huétor, Subbéticas cordobesas, Alta Coloma y Jaén y Mágina).
- Por otra parte, el sistema Penibético ofrece una continuidad orográfica destacable en su mitad oriental hasta las sierras del oeste granadino (Almijara, Tejeda), que a su vez se ve reforzada por la existencia de paisajes agroforestales y agrícolas extensivos en las partes bajas de los macizos montañosos. Es también destacable la continuidad existente en el sector más litoral desde las sierras de Gádor hasta Murcia, a través del corredor serrano forestal compuesto por sierras como Alhamilla, Cabrera y Bedar, Filabres, Estancias y María. Esta continuidad queda, sin embargo, relativamente mermada en los altiplanos circundantes marcadamente agrícolas y ocupados en algunos casos por infraestructuras importantes como la autovía A-92. También cabe destacar los procesos de aislamiento que, puntualmente,

presentan algunas sierras del sector penibético occidental (Sierra Blanquilla, Montes de Málaga, etc.), las cuales están constreñidas por áreas fuertemente transformadas. Igualmente reseñables son los efectos de asilamiento que se producen en algunas sierras occidentales de la Cordillera Bética, más relacionadas con factores de tipo climático y orográfico.

- El valle del Guadalquivir y sus principales afluentes han constituido históricamente el gran corredor de Andalucía, y como tal ha sido utilizado por las diversas culturas que han poblado esta región. Sin embargo, su potencialidad como gran conector ecológico queda muy mermada por la gran transformación antrópica de su paisaje, también en sentido E-W a lo largo del valle. En efecto, tal como se ha comentado anteriormente, las partes más bajas del valle son ocupadas por usos urbanos y agrícolas intensivos. Además, las propias márgenes del río conservan, en sus cursos medio y bajo, bien poco de los hábitats característicos de ribera que podrían mantener una cierta conectividad ecológica. Sin embargo, la abundancia de agua y la existencia de usos agrícolas con importante capacidad ambiental de mejora, dan a este territorio un gran potencial de recuperación de su papel como gran conector andaluz.
- Un último sistema de corredores transcurriría a lo largo de las llanuras costeras, entre las sierras Penibéticas y el mar en el sector Mediterráneo y siguiendo los diversos estuarios y marismas en el Atlántico. Se trata de corredores estrechos, especialmente en el sector mediterráneo oriental, pero de una importancia biogeográfica excepcional por los elementos termomediterráneos que albergan. Su eficacia como corredores se ve, sin embargo, muy mermada como consecuencia del desarrollo urbanístico de la costa y de la ocupación del resto por usos urbanos y agrícolas, en muchos casos intensivos. Las vertientes meridionales y expuestas hacia el litoral de las diversas sierras y los escasos espacios protegidos existentes ofrecen las únicas posibilidades de articular corredores ecológicos de cierta entidad en esta región que, en cualquier caso, difícilmente podrían trascender funcionalmente al ámbito local o comarcal.

a) La conectividad dentro y entre pisos bioclimáticos

El gradiente climático andaluz, condicionado por la influencia atlántica y los diversos sistemas montañosos existentes, es responsable de la existencia de diversos pisos bioclimáticos mediterráneos ordenados en un gradiente altitudinal y costa-interior (Figura 6.5). El mantenimiento de la conectividad dentro y entre pisos bioclimáticos se relaciona, pues, con la conservación de ésta dentro y entre los propios macizos montañosos. El objetivo en este caso es mantener los flujos de organismos climáticamente más afines y favorecer los intercambios estacionales entre pisos, por los motivos siguientes:

- La conexión dentro de los grandes pisos se considera fundamental para el mantenimiento general de poblaciones y comunidades, favoreciendo el efecto rescate en poblaciones pequeñas para evitar extinciones estocásticas, y permitiendo un mantenimiento de su diversidad genética para evitar fenómenos de cuellos de botella evolutivos que comprometan la viabilidad de las especies a largo plazo.
- Las conexiones entre pisos bioclimáticos son básicas para favorecer y mantener las migraciones altitudinales estacionales de muchos organismos y, en un futuro, para la mitigación de los efectos del calentamiento global.

Un primer análisis pone de manifiesto la importancia del sector oriental, de compleja orografía, en el mantenimiento de la conectividad entre pisos bioclimáticos. Las opciones de conexión varían dentro de cada piso. Las posibilidades de conexión física son prácticamente nulas en los pisos superiores (supramediterráneo y oromediterráneo), de por sí aislados desde tiempos geológicos en las cumbres de las sierras más elevadas. Este factor de aislamiento está asociado a la existencia de fronteras naturales, no a procesos de fragmentación de origen antrópico. Sin embargo, la proximidad entre sierras elevadas en el sector oriental permite una cierta conectividad funcional entre Sierra Nevada y Cazorla, determinada por las distancias de dispersión de los diversos organismos, y que en general parece concentrarse preferentemente en el piso mesomediterráneo, fundamentalmente en el superior. Sierra Morena, las partes medias y bajas de las sierras Béticas y sus altiplanos y hoyas adyacentes son de gran importancia para el mantenimiento de la conectividad ecológica en el mesomediterráneo; la efectividad de dichos corredores vendrá determinada por el mosaico de usos del suelo. Finalmente, el valle del Guadalquivir y las zonas llanas costeras son clave para el mantenimiento de la conectividad ecológica en el termomediterráneo superior e inferior, respectivamente. El mosaico de usos del suelo será, si cabe, más importante aquí, y debido a la transformación extrema de dichos territorios cabrá confiar dicha conectividad a los usos agrícolas menos extensivos, y a las zonas ocupadas por

vegetación natural o seminatural aún cuando se encuentren en situaciones y estados de conservación muy variables.

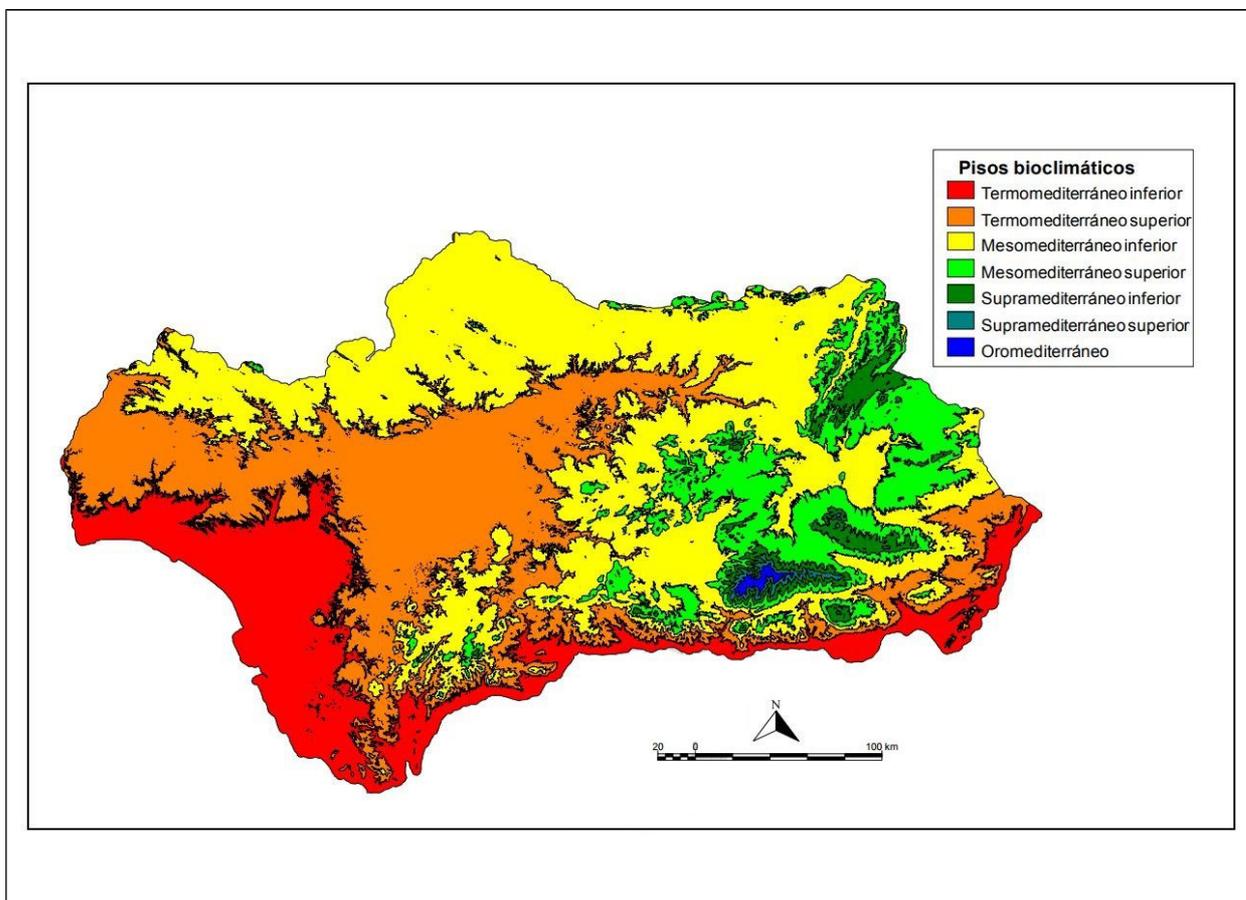


Figura 6.5. Principales pisos bioclimáticos de Andalucía. Fuente: REDIAM

a) La conectividad entre tipos de paisaje: el monte y los paisajes agrícolas

La conectividad es un atributo funcional del paisaje que puede evaluarse a escala local y regional. A escala local, ésta se evalúa a partir de las interacciones entre las diversas manchas de hábitat y la matriz del paisaje, mientras que a escala regional se interpreta como la interacción entre paisajes diversos. En el caso del Mediterráneo, la larga historia de interacción entre las condiciones ambientales y la actividad humana ha conformado un peculiar mosaico de paisajes relativamente afines y por tanto permeables entre sí.

En pocos lugares como en Andalucía se pone de manifiesto este papel del mosaico mediterráneo como garante de la conservación de la conectividad regional. Debido en parte a las condiciones mediterráneas mayoritariamente secas, los diversos tipos de hábitats agrícolas y forestales no funcionan como compartimentos estancos sino que comparten gran parte de sus flujos ecológicos. Además, un buen grupo de dichos

hábitats forestales corresponden en realidad a diversos estadios de las series de degradación propias de cada tipo de vegetación potencial, con lo que su afinidad debe de ser necesariamente alta. Así, muchos de los organismos que habitan este territorio son capaces de explotar más de un tipo de hábitat, ya sea de manera general, en las diversas estaciones del año o para sus diversas funciones biológicas (alimentación, descanso, reproducción). Por tanto, los diversos paisajes ejercen un papel complementario en la conservación de los flujos de organismos y de los procesos ecológicos, excepto en los casos en que la intensificación agrícola o la transformación urbana son excesivamente elevadas.

Andalucía todavía conserva en gran parte de su territorio este mosaico tradicional de paisajes forestales y agrícolas, que se ordenan en gradientes topográficos y de accesibilidad desde las zonas más humanizadas. Ello conforma un sistema altamente efectivo en la conservación de la biodiversidad -responsable del mantenimiento de rapaces como el águila imperial y el buitre negro, por ejemplo- y de sus flujos conectivos. Especialmente destacables son los mosaicos de los paisajes de Sierra Morena, donde se alterna el monte (bosque y matorral) con cultivos extensivos y dehesas. El sector oriental también mantiene un mosaico parecido aunque su aridez determina un mayor contraste entre los ambientes forestales de las sierras (en su mayoría repoblaciones) y los pastos y matorrales áridos y sub-áridos de altiplanos y piedemontes. En cambio, el valle del Guadalquivir y la costa han sufrido una transformación muy elevada de sus paisajes, con una homogeneización extrema hacia usos agrícolas altamente especializados en el primer caso y espacios urbanos en el segundo, que han comportado la pérdida de gran parte de esta conectividad regional.

b) La conectividad entre áreas de interés de conservación

Como en cualquier territorio, el sistema de espacios naturales protegidos debe conformarse como la columna vertebral de la conectividad ecológica y la infraestructura verde en Andalucía. Los espacios naturales y su sistema de corredores asociado deberán conformar una red básica de infraestructura verde que recoja las principales necesidades (ejes) de conectividad de los sistemas naturales del territorio.

Una primera aproximación permite afirmar que el sistema de áreas protegidas formado por la RENPA y la red Natura 2000 (Figura 6.6.) conforma una red básica de infraestructura verde potente, que refuerza el mantenimiento de los principales ejes de conectividad de Andalucía, especialmente en el sector norte (Sierra Morena) y este (provincias de Almería y Granada). No obstante, la red es relativamente discontinua y se concentra en los principales ejes montañosos, dejando fuera a la matriz agrícola del valle y la campiña del Guadalquivir, y también a gran parte de la costa. La continuidad del sistema de espacios naturales protegidos queda, en efecto, mermada en las provincias de Granada y Málaga, y en algunos sectores de la bahía de

Cádiz (aunque enclaves como el LIC como de los Acebuchales de la Janda favorecen una importante mejora de la conectividad ecológica en este sector). Conviene recordar que el sistema de espacios naturales que componen la RENPA no se configuró inicialmente a partir de un proceso ordenado enfocado a la constitución de una red (Molina 2003). Ello tiene su origen en una serie de características y limitaciones históricas que han resultado en la superficie protegida actual. Es lógico, pues, que falten en él piezas relevantes para constituir una entramado suficientemente coherente desde el punto de vista territorial. Sin embargo, esta situación ha cambiado después de la consolidación de la Red Natura 2000, constituida por Lugares de Interés Comunitario (LICs), que están en proceso de declaración como Zonas de Especial Protección (ZECs) y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA). Ello ha implicado la protección de más de 2,5 millones de hectáreas, complementando el mapa actual de espacios de la RENPA y facilitando además la interconexión de un elevado número de estos espacios especialmente en la franja norte de Andalucía. En una primera aproximación se pueden distinguir 9 grandes grupos de espacios protegidos, adoptando como referencia los que están integrados en la Red Natura 2000 y teniendo en cuenta su posible función en el contexto de la conectividad e infraestructura verde regional, a saber:

- Alta montaña bética
- Campiñas y otros paisajes agrícolas
- Sistemas fluviales y corredores ecológicos
- Lagunas y humedales
- Zonas litorales y marítimas
- Media montaña bética
- Sierra Morena
- Ambientes áridos y semiáridos.
- Otros elementos de la Red Natura 2000 (hábitats específicos de especies o grupos de especies determinados)

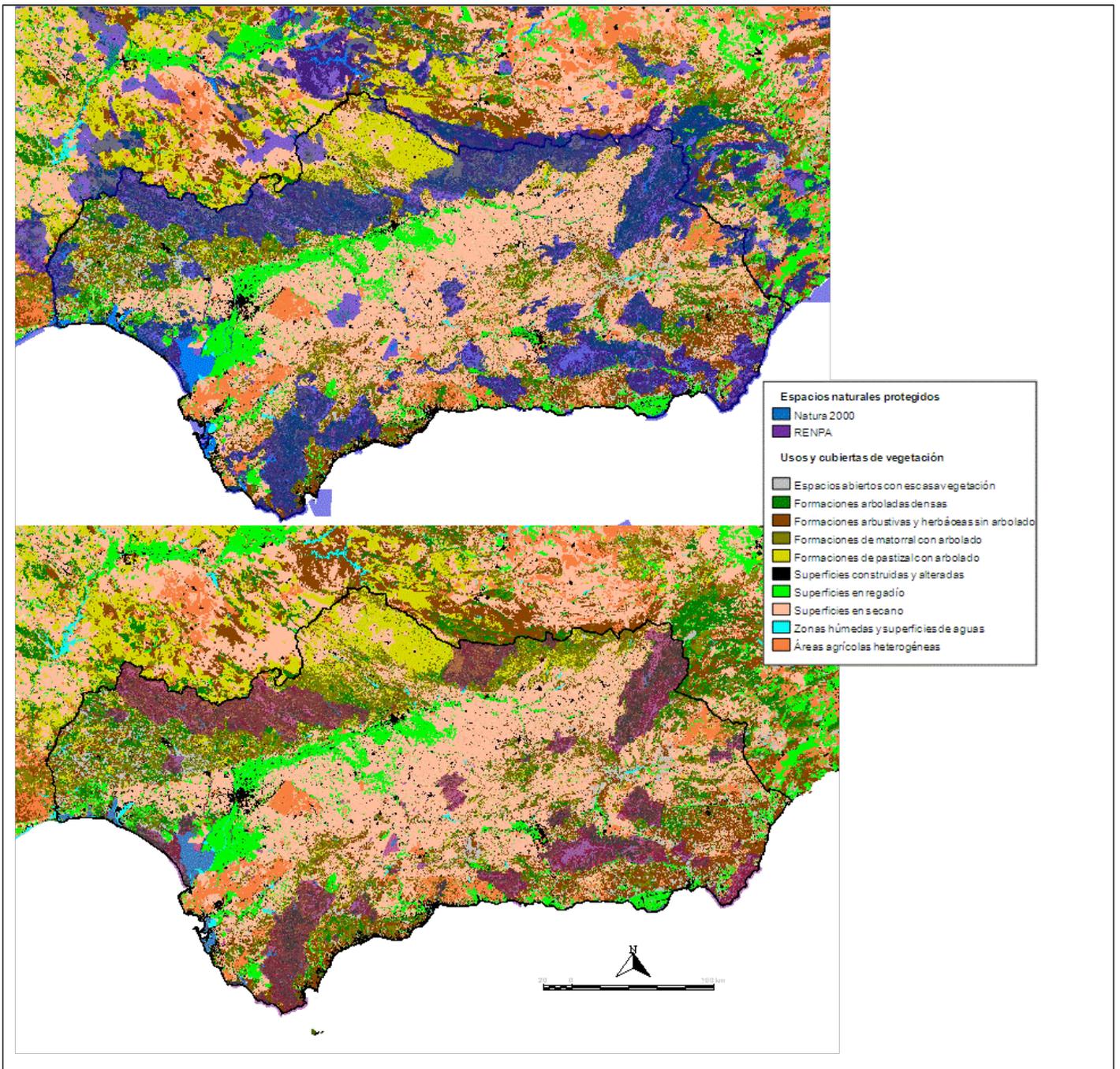


Figura 6.6. Distribución de los espacios de la Red Natura 2000 (arriba) y de la RENPA en Andalucía y áreas adyacentes. Fuente: REDIAM (RENPA) y Agencia Europea del Medio Ambiente (Natura 2000).

Las áreas de distribución de las especies amenazadas más emblemáticas de Andalucía, como son los grandes vertebrados objeto de conservación a escala nacional y europea (lince, águila imperial, lobo, necrófagas, etc.), siguen a grandes rasgos el patrón espacial de las áreas protegidas (Figura 6.7; ver también Estrada 2008, Estrada et al 2007, 2008 y 2011). Este resultado, totalmente esperable después de décadas de planificación, refuerza el patrón de conectividad comentado para los

hábitats protegidos. Por consiguiente, se asegura especialmente la conectividad ecológica de las especies propias del monte mediterráneo mejor conservado y, hasta cierto punto, de los ambientes de montaña. No es éste el caso, sin embargo, de otros muchos grupos de organismos también amenazados pero menos conocidos (otros mamíferos, anfibios, reptiles, invertebrados, vegetales) y, especialmente, de las especies de aves propias de los ambientes estépicos y agroforestales. Excepto en el cuadrante sudoriental, estos hábitats aparecen prácticamente como islas en un mar de áreas agrícolas extensivas o intensivas, lo que puede comportar problemas de conectividad ecológica para las especies menos móviles de estos ambientes.

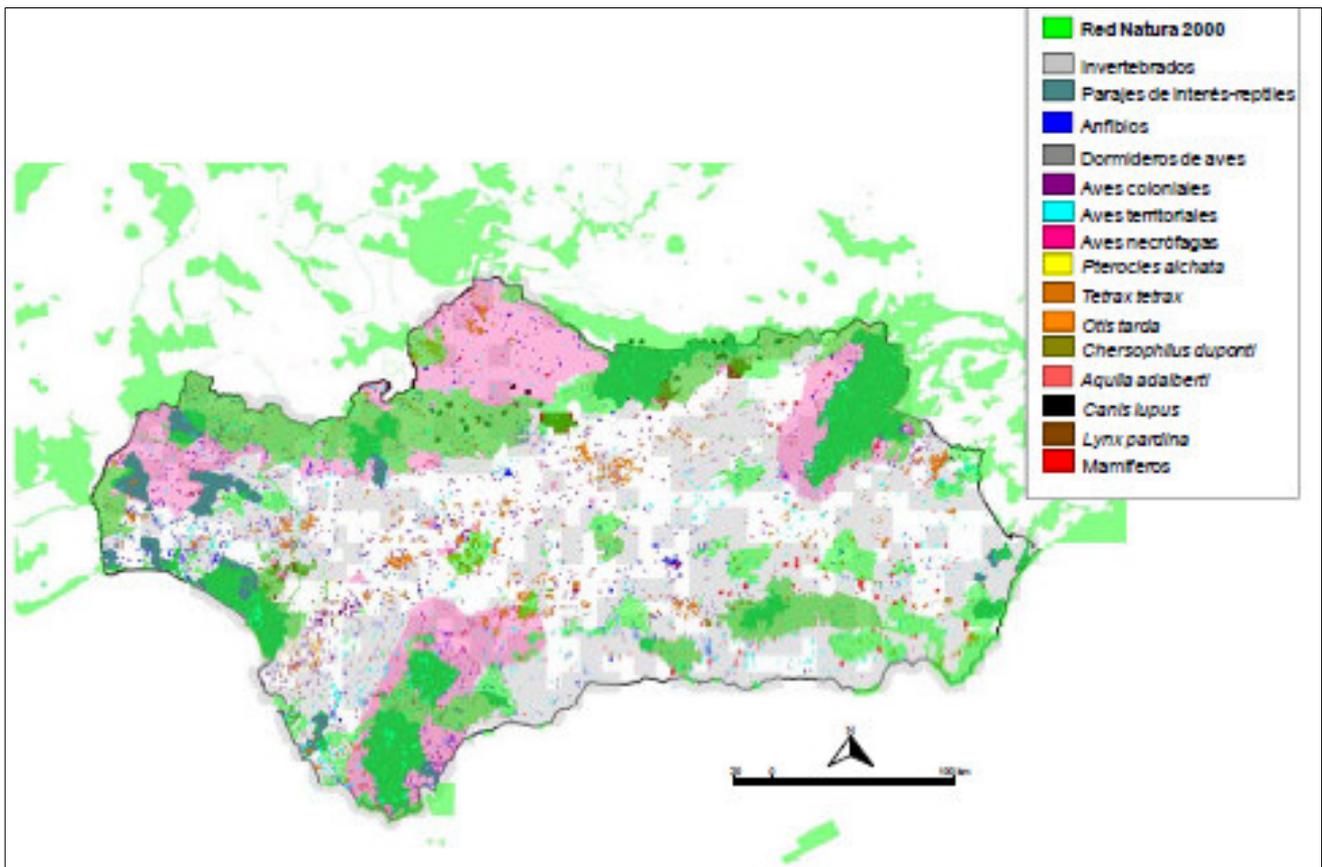


Figura 6.7. Áreas de distribución de los diversos organismos y grupos de animales amenazados de Andalucía. Fuente: REDIAM-Junta de Andalucía

6.1.3 Ejes estratégicos de la conectividad terrestre en Andalucía

De todo lo expuesto anteriormente se desprenden una serie de criterios para la definición de los principales **ejes estratégicos de conectividad** en Andalucía, que se detallan en la Figura 6.8. Estos ejes constituyen grandes líneas ideales a lo largo de las que se considera estratégico para la región mantener o recuperar (donde sea posible) la conectividad. Los ejes no definen, por tanto, espacios concretos sobre el territorio, sino que configuran una imagen conceptual de líneas de conectividad.

En primer lugar destacan tres **corredores estratégicos principales: el Gran Corredor Andaluz, el Corredor Bético y el Corredor Penibético.**

El **Gran Corredor Andaluz** tiene forma de media luna y rodea el Valle del Guadalquivir atravesando un complejo gradiente climático y paisajístico. En su sector norte se extiende de oeste a este siguiendo toda Sierra Morena desde Portugal hasta encontrar la Sierra de Alcaraz, en la región de Castilla - la Mancha. A partir del Gran Corredor Andaluz parten una serie de **corredores estratégicos secundarios** hacia las regiones limítrofes con Andalucía:

- Desde Sierra Morena hacia los espacios naturales del Guadiana portugués a través del Andévalo, con un mosaico de bosques, matorrales y áreas agrícolas.
- Desde Sierra Morena hacia Extremadura, por las sierras de Aracena, Norte, Hornachuelos y Cardeña y Montoro, y los valles del Guadiato y de los Pedroches, por paisajes de dehesa y mosaicos agroforestales.
- Desde Sierra Morena oriental hacia la Mancha, por la sierra de Andújar y Despeñaperros.
- Desde Cazorla hacia las sierras de Segura y Alcaraz, al este y al norte de este macizo, respectivamente.
- Destacan también dos corredores N-S que parten de Sierra Morena occidental (Aracena). El primero corresponde al Corredor Verde del Guadiamar, que conecta Sierra Morena con Doñana y que se ha convertido en una referencia en la gestión de la conectividad ecológica (Arenas 2003). El segundo conecta Sierra Morena occidental con la costa de Huelva, a través del valle del río Piedras en el Andévalo.

El **Corredor Bético** parte desde la sierra de Cazorla hacia el SO, enlazando con las sierras de Mágina y Alta Coloma a través del pasillo de Pozo Alcón, en el Guadiana menor. Desde allí continúa hacia el SO por los Montes Orientales y Occidentales (Sierra de Parapanda) de Granada. Desde allí la conexión se vuelve más intermitente a través de sierras como la de Loja y Antequera hasta las estribaciones de las sierras de Ronda, Morón y Sur de Sevilla, enlazando desde ahí con las sierras de Líbar, Grazalema y Alcornocales.

El **Corredor Penibético** parte de Cazorla hacia el S a través de una serie de sierras subbéticas como la de Castril, y atraviesa el surco Intrabético entre las hoyas de Guadix y Baza para alcanzar posteriormente las sierras de Baza y Gor. Continúa por el flanco S de dichas sierras y el este de la sierra de Filabres, en dirección S por el altiplano que limita las provincias de Almería y Granada (pasillo de Fiñana). Allí se encuentra con las estribaciones meridionales de Sierra Nevada (Alpujarra), evitando las altas cumbres (una isla ecológica de gran valor singular pero no relacionada con conectividad regional) para continuar en dirección SO hasta las sierras del oeste granadino (Contraviesa, Almijara, Tejeda) hasta la provincia de Málaga. Desde allí rodea el transformado valle del Guadalhorce por los Montes de Málaga para casi converger con el corredor Bético en la sierra de Antequera. Desde allí, gira hacia el SO en dirección a la sierra de las Nieves, evitando las cumbres de las sierras.

El Corredor Penibético tiene también conexiones con la región de Murcia, mediante un ramal en dirección SO-NE a través de las zonas interiores de Almería. Dicho ramal conecta las sierras de la Contraviesa (Granada) y Gádor con las sierras de las Estancias y María a través de las vertientes orientales de Sierra Nevada (Alpujarra almeriense), de la Sierra de los Filabres (conectando con el corredor anterior) y de los altos valles del Andarax y el Almanzora.

Los corredores Bético y Penibético enlazan también entre sí por el flanco norte de Sierra Nevada y la sierra de Huétor, para conectar posteriormente con los montes orientales de Granada a través del puerto de la Mora y la sierra Arana, entre las depresiones de Granada y Guadix.

Conviene también considerar otros ejes de conectividad que, si bien en su estado actual no permiten una contribución sustancial a la conectividad ecológica de Andalucía, presentan todavía una gran potencialidad al respecto.

En primer lugar, el **Corredor del Guadalquivir**, sus riberas y sus afluentes principales (Genil, Guadiana Menor, Guadalimar, etc.). Se trata, no obstante, de un corredor que pierde continuidad en muchos puntos a causa de la presencia de presas (Iznájar, Negratín) y azudes, y por el grado de transformación de sus riberas. Ello ha conllevado una reducción de los bosques de ribera, y su sustitución por áreas agrícolas intensivas, urbanas e industriales especialmente en los principales núcleos urbanos. A pesar de ello, su potencialidad como gran corredor regional sigue siendo muy elevada, debido al predominio de usos agrícolas en la cuenca. Efectos especialmente significativos sobre el corredor fluvial del río Guadalquivir son los ejercidos por las presas de Cantillana y Alcalá del Río, que afectan la naturalidad de los flujos ecológicos en el estuario del río e imponen importantes condicionantes al estado de conservación de los peces anádromos característicos de estos medios.

En segundo lugar, el **Corredor Costero**, que abarca los llanos costeros y piedemontes de todo el litoral, y conecta con los ámbitos vecinos de Murcia y el Algarve. Se trata

de un corredor muy heterogéneo y discontinuo, formado por paisajes de diversa índole (forestales, de marisma, agroforestales, agrícolas y urbanos) pero que probablemente es clave para el mantenimiento de organismos y de ecosistemas termomediterráneos. Además, su estado de conservación es muy precario, tanto que lo podemos considerar interrumpido en el sector de Málaga-Costa del Sol. Por ello, se opta por su división en dos corredores que, además transcurren por costas de naturaleza muy distinta (atlántica -incluyendo el Estrecho- y mediterránea):

- **El Corredor Costero Mediterráneo**, que transcurre desde Almería a Málaga, por una sucesión de costas altas y bajas muy transformadas por cultivos intensivos (Poniente de Almería, Costa Tropical de Granada, Axarquía) y áreas urbanizadas (Motril, Salobreña, Golfo de Almería, etc.). En muchas zonas de este corredor la única conexión efectiva es a través de ámbitos más interiores, menos adecuados para muchos de los elementos termomediterráneos.
- **El Corredor Costero Atlántico**, que incluye también la zona del Estrecho. Predominan en él las costas bajas y las marismas, sobre todo en las zonas de influencia de las desembocaduras de los ríos atlánticos. Estas zonas más o menos bien conservadas son interrumpidas por áreas muy transformadas, de tipo agrícola (zonas freseras de Huelva y regadíos gaditanos) o urbana (bahía de Cádiz, Matalascañas, Isla Cristina, área metropolitana de Huelva, litoral occidental onubense). Algunos sectores aislados destacan, sin embargo, por una importante naturalidad, asociada a una gran diversidad de factores naturales e históricos, como las marismas y dunas de Doñana y el litoral del Estrecho.

El esquema general resultante del análisis de todos los ejes estratégicos para la conectividad ecológica a escala regional identifica tres nodos claves para la conectividad, donde coinciden diversos ejes y donde consecuentemente debe centrarse una parte importante de los esfuerzos dirigidos a la mejora de los flujos ecológicos en la Comunidad Autónoma:

- Cazorla, donde confluyen el Gran Corredor Andaluz, el Bético y el Penibético, y sus prolongaciones hacia Murcia y la zona oriental de Castilla la Mancha.
- El Estrecho, donde confluyen los corredores Costero Atlántico, Bético y Penibético, y que además resulta estratégico en los flujos migratorios entre Eurasia y África.
- Huelva, donde confluyen el Corredor Costero Atlántico y las prolongaciones hacia el litoral del Gran Corredor Andaluz (Sierra Morena).

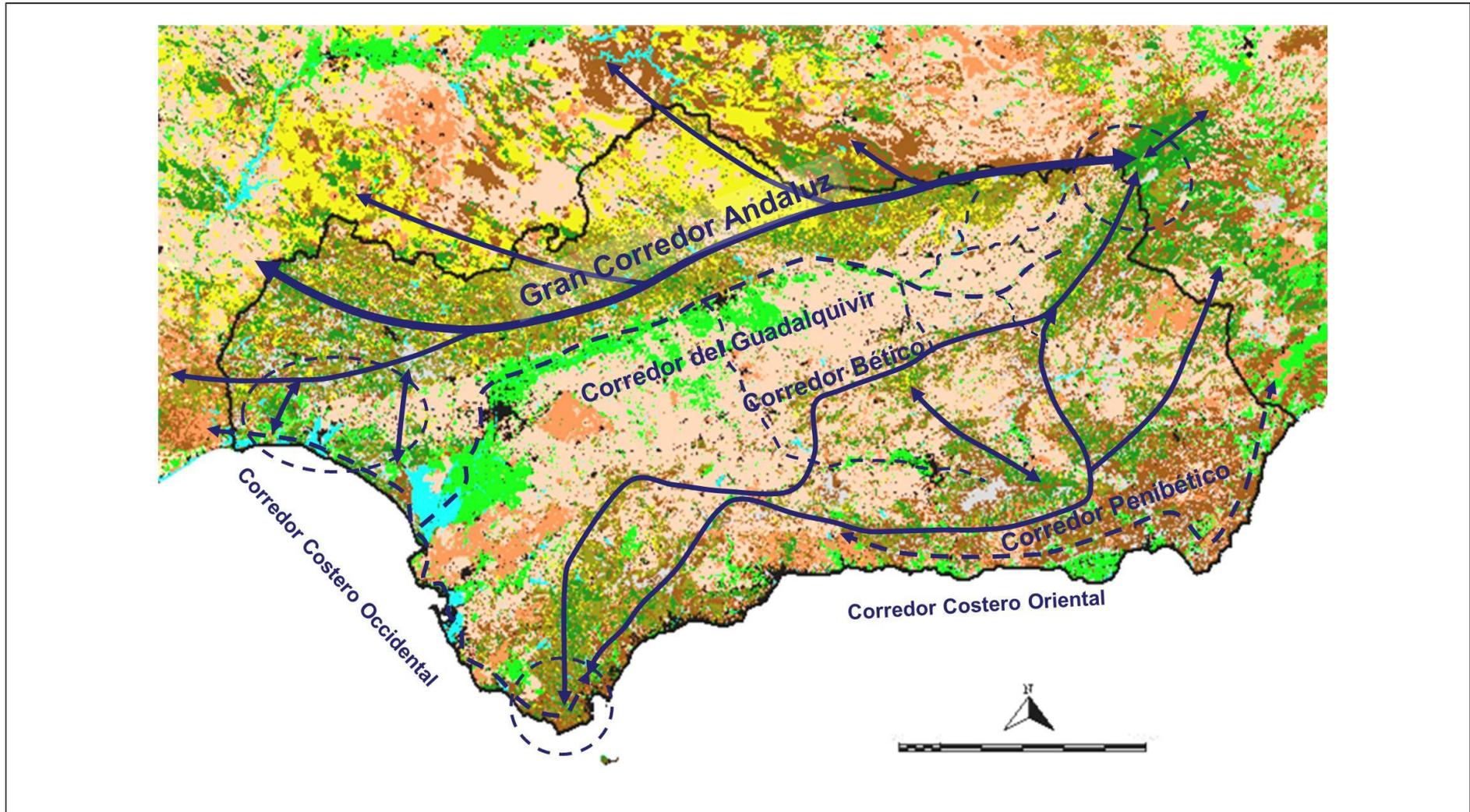


Figura 6.8. Principales ejes y nodos (círculos) de conectividad ecológica en Andalucía. El grosor de los ejes identifica su importancia. Los ejes en un estado relativamente más precario se identifican con trazo discontinuo.

6.1.4 Análisis de los déficits y las potenciales relativos a la conectividad de los ejes conectores estratégicos

Como resultado de este primer análisis, se desprende que el estado de la conectividad ecológica en Andalucía es relativamente bueno, si bien aparecen una serie de déficits y potencialidades que cabría corregir y aprovechar, respectivamente.

a) Déficits

Molina (2003) identifica una serie de áreas críticas para la conectividad, como las zonas de contacto entre espacios protegidos de la RENPA, las áreas intermedias para garantizar la conectividad de estos espacios, y las fronteras territoriales de la Comunidad Autónoma con otras regiones. En el presente trabajo, el análisis de la conectividad abarca de forma homogénea el conjunto del territorio. Sin embargo, por razones prácticas y enfocadas al objetivo se concentra el análisis de los déficits de conectividad en los principales conectores del territorio. Entre los más importantes identificados a partir del análisis preliminar realizado cabe citar los siguientes:

En primer lugar, cabe destacar la concentración de infraestructuras en diversos pasos clave de los grandes ejes estratégicos (Figura 6.9). Entre los más destacados se encuentran a los siguientes:

- Diversos tramos de la A-92. Destacan en primer lugar el sector que atraviesa la Sierra de Huétor, las depresiones intrabéticas orientales y el ramal almeriense que atraviesa el valle del río Andarax, que pueden afectar a las conexiones entre diversas sierras (sectores de Freila-Gor, pasillo de Fiñana, Loja, etc.). También destaca el sector del Puerto de las Pedrizas, donde se encuentra el enlace Sevilla-Málaga-Granada. Este punto coincide con el área geográfica donde el eje subbético se muestra más vulnerable por factores orográficos.
- La A-44 y la A-7 en la Costa Tropical de Granada. Puede afectar a la conexión entre las sierras litorales granadinas (Contraviesa) y malagueñas (Alhama, Tejeda).
- La A-4 y la E-5 en la provincia de Jaén. Se trata de la vía de comunicación humana por excelencia entre Andalucía y Castilla en dirección N-S. Dicho corredor de infraestructuras atraviesa el sector norte del Gran Conector Andaluz en una de sus áreas más sensibles (la parte oriental de Sierra Morena tiene, en general, menos potencia como conector ecológico que la

parte occidental). A pesar de ello, esta infraestructura ha sido objeto de medidas de permeabilización muy diversas que incluyen túneles, viaductos y pasos de fauna (Despeñaperros) que permiten el mantenimiento de una parte apreciable de la conectividad ecológica.

- La N-433, que une la Autovía A-66 con Portugal a través de la localidad onubense de Rosal de la Frontera, atravesando en dirección E-W el parque Natural de las Sierras de Aracena y Picos de Aroche.
- La N-432 de Córdoba a Badajoz, también en Sierra Morena, a la cual podría sumarse en un futuro la Autovía Badajoz-Granada (A-81).
- La Ruta de la Plata (A-66) entre Sevilla y Mérida, que también atraviesa en dirección N-S, Sierra Morena en su sector occidental.
- La vía del AVE en diversos sectores como Sierra Morena y en el eje hasta Málaga, a los cuales se sumará en un futuro el trazado previsto en el marco del corredor mediterráneo.
- La A-49 en el tramo Sevilla-Huelva, que ejerce un efecto barrera que limita la conexión ecológica entre los espacios forestales de Doñana y Sierra Morena; y en el tramo Huelva-Portugal, con efectos similares entre los pinares y marismas del litoral occidental onubense y el Andévalo.
- La A-7 y la N-340 en todo el arco mediterráneo, que afecta a los flujos ecológicos en el piso termomediterráneo y en las vertientes penibéticas expuestas hacia el litoral.

Un estudio del grupo de Fragmentación de Hábitat del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad, 2013), que analiza diversos parámetros tales como la vulnerabilidad a las infraestructuras lineales de transporte, el grado de fragmentación actual de los hábitats por barreras artificiales, la densidad de la red de infraestructuras lineales, la cartografía de la conectividad forestal o el número de accidentes con la fauna silvestre en el periodo 2007-2011, extrae en lo referente a las infraestructuras lineales de transporte en la Comunidad Autónoma las siguientes conclusiones:

- El valor medio del índice de vulnerabilidad biológica a las infraestructuras lineales de transporte en Andalucía es similar al promedio estatal. Este índice alcanza valores máximos en Sierra Morena, en especial las sierras del Norte de Huelva y Sierra Norte de Sevilla, Espacio Natural de Doñana y costa oriental de la provincia de Huelva, Sierras de Cádiz y oeste de la provincia de Málaga, Sierras de Cazorla y Segura, Sierra Mágina, Parque Natural de las Sierras Subbéticas, Sierra Nevada, Sierra de Huétor, Sierra

de Gádor, Sierra de Arana, Sierra de Baza, Sierra de los Filabres, costa oriental de Almería y riberas del Guadalquivir y sus afluentes (en especial el río Genil) Zonas con valores altos, pero más entremezcladas con otras de valores medios o medios-bajos se encuentran en la mayor parte de la provincia de Huelva, oeste de la provincia de Cádiz, este de la provincia de Málaga y oeste de la de Granada, tercio sur de la provincia de Jaén y Sierras de María y de las Estancias. Valores mínimos en este índice se encuentran en la mayor parte del Valle del Guadalquivir, campo de Jerez y Valle del Genil.

- Andalucía es la tercera Comunidad Autónoma con mayor tamaño efectivo de malla medio, es decir, se trata de la tercera región que mantiene espacios más amplios con baja densidad de infraestructuras lineales de transporte. Únicamente Cataluña y Aragón presentan valores de mayores de tamaño efectivo de malla. Resulta fundamental en la explicación de este índice los condicionantes orográficos del territorio (localización de grandes relieves como Pirineos o la Cordillera Bética), pero también la existencia de grandes áreas marismeñas. Destacan en este sentido espacios como la Media y Alta Montaña Bética, Sierra Morena, las marismas atlánticas andaluzas o Cabo de Gata. No obstante la situación de estas grandes áreas, escasamente fragmentadas en términos de densidad de infraestructuras lineales, contrasta con la otros territorios, tales como la mayor parte del Valle del Guadalquivir y amplios sectores del litoral.
- Si bien la densidad de red de infraestructuras lineales de transporte en Andalucía es relativamente baja en comparación con la media estatal. Este índice sigue un patrón espacial similar al de tamaño efectivo de malla, con áreas de muy baja densidad de infraestructuras que contrastan con zonas de gran densidad de infraestructuras viarias y ferroviarias.

Los resultados del estudio realizado definen dos tipos de áreas (cuadrículas) y tramos de infraestructuras prioritarias para desfragmentar en Andalucía (Figura 6.10):

Áreas a desfragmentar situadas en zonas con índice de patrimonio natural poco fragmentado

Incluye los siguientes tramos: N-433, N-435 y ferrocarril en el entorno de Jabugo; corredor A- 66/N-630 entre la Rivera de Huelva y el límite con Badajoz; carreteras del entorno de Doñana (A- 483 entre Almonte y Matalascañas; A-486, A-474 y A-484 al norte del Espacio Naturall; A-4, AP-4 y N-IV entre Sevilla y Las Cabezas de San Juan; A-471 entre esta última localidad y Sanlúcar de Barrameda; y otras carreteras hacia Villamanrique de la Condesa e Isla Mayor; es importante resaltar que en la cartografía considerada para desarrollar los modelos no se incluían carreteras locales ni pistas asfaltadas, comunes en Doñana, es decir, el modelo ha identificado todas las

carreteras que habían sido consideradas en el entorno de este espacio natural); N-340 entre Vejer de la Frontera y Venta de Facinas; A-381 entre Medina- Sidonia y Los Barrios; A-405 y ferrocarril entre Los Barrios y Jimena de la Frontera; A-4 y tramos de ferrocarril entre Despeñaperros y Montoro; carreteras en los Parques Naturales de la Sierra de Andújar y de las Sierras de Cardena y Montoro (N- 420, A-420, A-6177, A-6178 y JA-6100, incluyendo la carretera del Santuario de Santa María de la Cabeza; como en el caso de Doñana, hay que resaltar que no se han considerado carreteras locales ni pistas asfaltadas, luego se han identificado como prioritarias prácticamente todas las carreteras consideradas en el modelo que se encuentran en estos espacios naturales); A-32 y N-322 entre Úbeda y Villanueva del Arzobispo; carreteras en el entorno e interior del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (A-310, A-315, A-317, A-319, A-322, A-326 y otras carreteras; carreteras en Puebla de Don Fadrique (A-317 y A-330); A-44 entre Menjíbar y Jaén, y entre La Guardia de Jaén y Campotéjar; A-316 entre Jaén y Martos; carreteras en Castillo de Locubín-Alcalá la Real (N-432, N-432a y carreteras convencionales); A-92 y A-92N entre Granada y el límite con la Región de Murcia; carreteras en el entorno e interior del Espacio Natural de Sierra Nevada (A-44, A-92, N-323, A-337, A-348, A-395 y otras carreteras); A-7 y N-340 entre Nerja y Almuñécar y A-7 entre Los Gallardos y Níjar.

Otros tramos de interés más más dispersos o aislados se encuentran en la A-49 en los pinares de Cartaya; N-435 entre Jabugo y Beas; A-432, A-447 y otras carreteras convencionales en el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla; N-432 en la Sierra de los Puntales y Espiel; N-502a en Santa Eufemia; LAV Puertollano-Sevilla y tramos de la A-4 y A-431 en Conquista, Adamuz, Alcolea, Villarrubia y Lora del Río; LAV Córdoba-Málaga en la Sierra del Hacho; AP-7 entre Estepona y Marbella; A-377 y otras carreteras en Sierra Bermeja y Sierra Crestellina; carreteras del entorno del Parque Natural Sierra de las Nieves; A-45 y A-92M en Casa-bermeja; A-45 en Benamejí; A-92 y ferrocarril en Loja; A-335, A-402 y otras carreteras en el entorno del Parque Natural de las Sierras de Tejada, Almijara y Alhama; A-44 en el embalse de Cubillas; A-315 y carreteras convencionales en la Hoya de Baza; A-330 en Galera y Huéscar; A-317 en Sierra María; A-334 entre Arboleas y Fines; A-92 y N-340a entre Tabernas y Rioja; A-7 entre Níjar y Viator; A-7 y N-340a entre Aguadulce y El Ejido, entre Adra y La Rábida y en Salobreña; N-341 entre la A-7 y Carboneras; y carreteras convencionales en El Granado (Huelva), Parque Natural los Alcornocales, Hornachuelos, Sierra de Baza y Sierra de los Filabres.

Áreas a desfragmentar situadas en zonas con índice de patrimonio natural muy fragmentado

Identifica los siguientes tramos prioritarios: N-433, N-435, ferrocarril y carreteras convencionales en el entorno de Jabugo y Aracena y entre Jabugo y el límite con Badajoz; A-49 y N-431 entre Gibraleón y Ayamonte; A-497 en las Marismas del Odiel;

A-49, A-472 y ferrocarril entre Huelva y La Palma del Condado; A-66 y N-630 entre Sevilla y la Rivera de Huelva y en Santa Olalla del Cala; autovías de circunvalación de las capitales de provincia; A-432 y ferrocarril en Cazalla de la Sierra; LAV Córdoba-Málaga y A-431 en Tocina, entre Guadajoz y Lora del Río y en Almodóvar del Río; A-92 entre Alcalá de Guadaíra y Arahál; A-4, AP-4, CA-32, CA-33 y ferrocarril en la circunvalación de Jerez de la Frontera, entre Jerez y el Puerto de Santa María y en la Bahía de Cádiz; A-48 y N-340 entre Chiclana y Vejer de la Frontera; N-340 entre Casas de Porro y Tarifa; AP-7 y A-7 entre San Roque y Málaga; A-369 entre Gaucín y Ronda; A-372, A-376 y otras carreteras en la Sierra de Grazalema; A-4, N-IV y ferrocarril entre Córdoba y El Carpio; A-44, N323a y ferrocarril entre Bailén y Jaén; A-32 y N-322 entre Bailén y Úbeda; A-44 y N-323 entre Lanjarón y Motril; A-7 y N-340 entre Motril y Adra; A-7, AP-7, A-334 y N-340 en el entorno de Vera.

Concentraciones menos numerosas o cuadrículas dispersas se encuentran en la N-435 en Valverde del Camino; A-496, otras carreteras de menor entidad y ferrocarril en Calañas-Cerro de Andévalo; A-477 en Gerena; A-376, A-394 y ferrocarril en Utrera; A-360 en Las Ramiras; A-92 entre La Puebla de Cazalla y Estepa, en Fuentedepiedra, Antequera, Archidona, Loja y Santa Fe; A-382 en Jédula y El Guijo; N-432 entre Córdoba y Peñarroya; A-4 y N-IV en Carmona, Écija y La Carlota; y LAV Córdoba-Málaga en Fuentedepiedra, Colonia de Ballesteros y Campanillas.

El propio estudio, realizado en el seno del Grupo de Trabajo de Fragmentación de Hábitat del Ministerio, identifica también una serie de limitaciones que deben ser consideradas en la interpretación de sus resultados y que se resumen en los siguientes términos:

- Entre las áreas a desfragmentar identificadas se encuentran las carreteras de los dos únicos espacios naturales que actualmente mantienen poblaciones consolidadas de ibérico (*Lynx pardinus*) en toda España: Doñana y Sierra Morena oriental. Las medidas para reducir la mortalidad por atropello en esta especie son de importancia crítica, y ya se han comenzado a acometer en alguna de las carreteras identificadas por los modelos realizados en el estudio. En este sentido cabe destacar que los modelos realizados no han considerado algunas áreas colonizadas recientemente por la especie, ya sea naturalmente o mediante actuaciones de reintroducción, así como otras áreas que pueden resultar críticas en sus procesos de dispersión. En concreto, estas áreas son el entorno occidental de Doñana (tramo occidental del Parque Natural y Corona Forestal de Doñana), donde la presencia más frecuente de lince ha entrado en conflicto con los tramos de autovía y carretera costera entre Matalascañas y Huelva; el norte del Espacio Natural de Doñana, donde la aproximación de ejemplares está marcando la necesidad de actuación en varios tramos de la autovía A-49, entre La Palma del Condado y Sevilla; y

las áreas de liberación de ejemplares silvestres y cautivos en Sierra Morena.

- Algunos de los tramos de autovías o vías de ferrocarril identificados como prioritarios pueden no requerir actuaciones de permeabilización por ser vías de montaña con abundantes pasos superiores e inferiores a la vías y de viaductos, o por haberse tenido ya en cuenta el problema de fragmentación de hábitats en la fase de diseño y construcción (por ejemplo, autopista Jerez-Los Barrios, que incluso ha recibido un premio internacional por su diseño integrado en el paisaje y respetuoso con el medio natural) o carreteras del entorno de Doñana, donde se han construido ya pasos de fauna dirigidos específicamente al lince ibérico.
- Igualmente, algunas de las cuadrículas identificadas por el índice de patrimonio natural muy fragmentado pueden no ser ya adecuadas para la aplicación de medidas de desfragmentación, por encontrarse en medios muy humanizados, o previsiblemente alterados por el desarrollo urbano en un futuro próximo (en especial las autovías de circunvalación de las capitales de provincia). Sin embargo, en otros casos, estas cuadrículas han podido identificar áreas periurbanas donde sí puede resultar de interés intervenir por tratarse de espacios naturales valiosos cerca de aglomeraciones urbanas.

El Plan de Infraestructuras Sostenible de Andalucía (PISTA 2020) recoge algunas de las conclusiones contempladas en este informe en su epígrafe dirigido al diagnóstico de la ocupación y fragmentación del espacio. El principal instrumento para la planificación de las infraestructuras lineales de transporte a escala regional identifica como zonas prioritarias de actuación, las siguientes: la carretera N-433, la A-92 entre Granada y Guadix (Sierra de Huetor). Asimismo destaca la importancia de las actuaciones de permeabilización de carreteras titularidad de la Junta de Andalucía realizadas en el marco de los programas LIFE lince y la relevancia de la Autovía A-381 como ejemplo de infraestructura viaria permeable e integrada en el territorio.

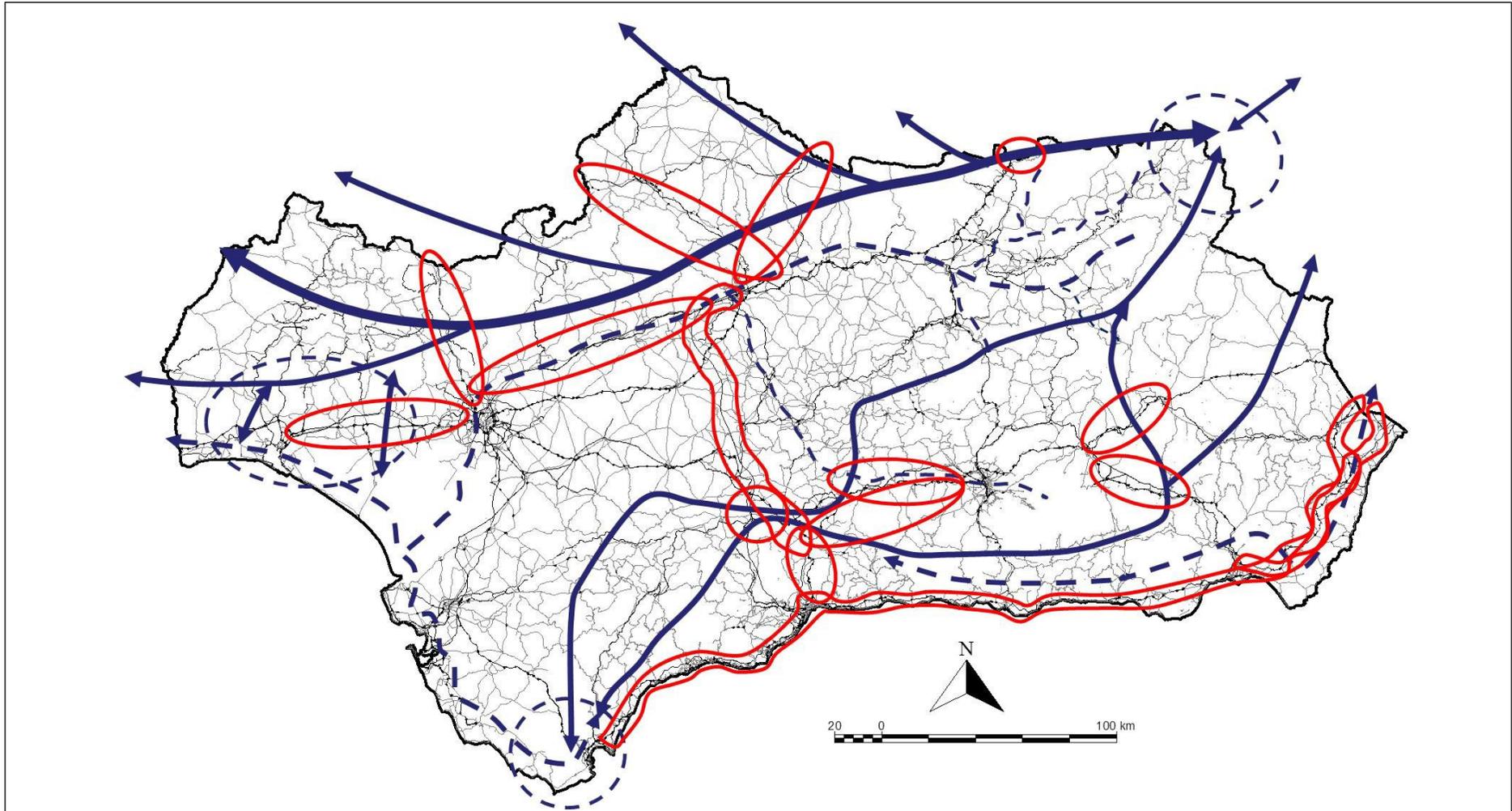


Figura 6.9. Principales infraestructuras viarias en zonas clave de los grandes ejes estratégicos de conectividad. Fuente de la base: Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía, POTA).

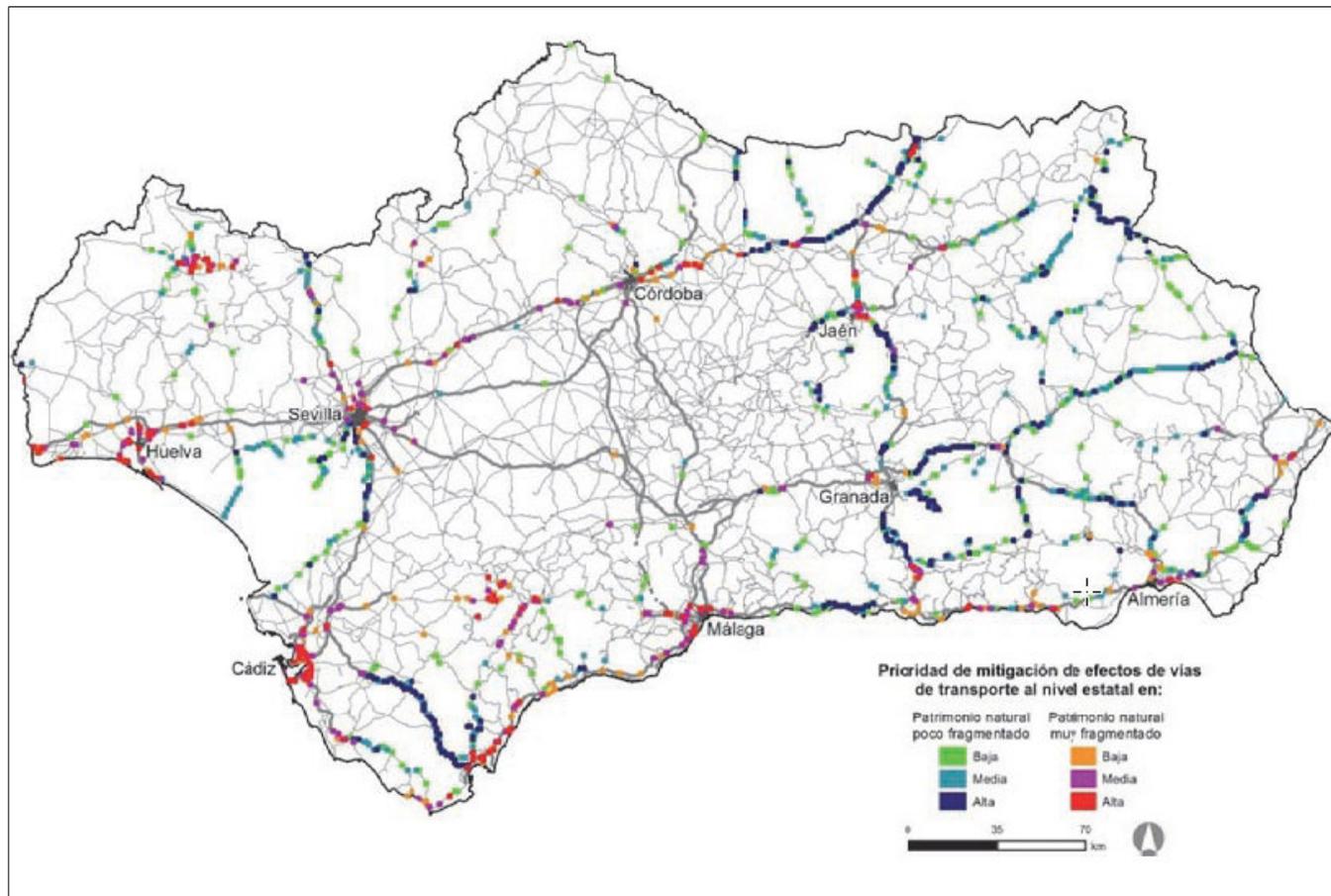


Figura 6.10. Áreas a desfragmentar. Selección a nivel estatal. Cuadrículas UTM de 1 Km² correspondientes a Andalucía de la selección realizada para todo el Estado a partir del modelo de áreas prioritarias para la aplicación de medidas de desfragmentación. *Fuente: Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transporte en la biodiversidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2013.*

En todos los casos convendrá analizar estos puntos con detalle, puesto que la presencia de túneles o viaductos y de infraestructuras especialmente creadas para la mejora de su permeabilidad, pueden reducir de forma importante la afectación sobre dicho conector.

Por otra parte, algunos conectores atraviesan sectores ocupados por paisajes muy transformados que han perdido gran parte de su funcionalidad ecológica. Entre estas áreas son reseñables especialmente:

- Las principales áreas metropolitanas del valle del Guadalquivir (Sevilla, Córdoba y, en menor medida, Jaén), sus principales afluentes (Granada) y todo el conjunto del área litoral (Almería, Málaga, Algeciras, Cádiz, Huelva), incluyendo también sus ámbitos residenciales más próximos, donde a los efectos de fragmentación propiciados por la irradiación de los procesos urbanos propiamente dichos, se han añadido con gran fuerza durante las últimas décadas, los vinculados a la segunda residencia.
- La franja litoral, que salvo excepciones derivadas de las limitaciones al desarrollo urbanístico impuestas por la planificación de áreas protegidas o por la titularidad pública de algunos espacios estratégicos (terrenos militares), se ha visto sometida durante las dos últimas décadas a una presión sobre el suelo desconocida hasta la fecha. En la fachada Mediterránea, además, los procesos urbanizadores han trascendido del ámbito histórico en el que se habían desarrollado, asociado normalmente a los llanos litorales, los cuales ya han sido ocupados en su totalidad, extendiéndose a las zonas de monte y sierras colindantes. Este proceso de dispersión de patrones urbanos tiene importantes consecuencias en la fragmentación de territorio, que por ejemplo resultan evidentes en sectores como la Axarquía, la Costa del Sol Occidental o el levante Almeriense.
- Las áreas ocupadas por cultivos sometidos a una intensificación progresiva de los aprovechamientos agrícolas, también especialmente significativas en zonas costeras (Campo de Níjar, Poniente almeriense, Costa granadina, la Costa del Sol Oriental, Litoral onubense, etc.), pero que igualmente han proliferado en otros ámbitos asociados a algunos fondos de valle y desembocaduras de cursos fluviales. Están ocupadas en su mayor parte por cultivos de invernadero y bajo plástico concentrados en zonas que presentan características favorables a su desarrollo, en torno a las cuales se asientan áreas industriales vinculadas a su tratamiento, almacenaje y comercialización. En la franja litoral, la intensificación de los aprovechamientos agrícolas se suma a los efectos de fragmentación producidos por los procesos urbanizadores.

En menor medida pueden ser reseñables los niveles de fragmentación asociados a la actividad minera que se producen en el contexto de determinados ambientes forestales, como por ejemplo en la zona de Valdeinfierno y Alto Guadiato, en el entorno de Linares-La Carolina, Filabres, Gádor y, especialmente, en la Faja Pirítica que abarca desde Portugal hasta la provincia de Sevilla, a través de la provincia de Huelva. En algunos casos, la explotación minera no ha reducido sus implicaciones históricas a las áreas destinadas a su extracción y tratamiento, sino que ha conducido también a importantes transformaciones en los paisajes adyacentes, normalmente como consecuencia de la necesidad de combustibles de la actividad o por el desarrollo de infraestructuras asociadas.

A ello pueden añadirse los efectos puntuales de fragmentación en el surco intrabético vinculados a zonas urbanas y algunas infraestructuras viarias.

Un último proceso también significativo en relación a la conectividad ecológica del territorio es el vinculado a la implantación de edificaciones residenciales, ya sea de primera o segunda residencia, en el medio rural y, en muchas ocasiones, en suelos no urbanizables. Este fenómeno se ha extendido de forma preocupante en determinadas áreas desde la década de los 80 del siglo pasado e impone limitaciones significativas a los flujos y a la movilidad de los organismos en algunas áreas históricamente favorables a estas dinámicas ecológicas (Montes de Málaga, diferentes sierras del Levante almeriense, Campiñas y áreas litorales del Estrecho, corona forestal de Doñana, litoral occidental de Huelva, entorno de la bahía de Cádiz, etc.), además de en otras muchas zonas donde sus efectos se añaden a los de otros procesos que ya limitaban su conectividad ecológica (áreas metropolitanas, vegas, ámbitos litorales, etc.).

a) Potencialidades

Molina (2003) llevó a cabo un primer diagnóstico del estado de conexión entre los espacios naturales que componen la RENPA y llega a la conclusión de que puede mejorar sustancialmente mediante la incorporación de la Red Natura 2000 (entonces en procesos de discusión), pero también mediante una serie de acciones a distintos niveles administrativos y territoriales:

- Consolidación de la regionalización de los espacios naturales de Andalucía y su funcionamiento zonal, integrando la RENPA en los sistemas territoriales.
- Restauración de ríos y riberas como corredores ecológicos activos y funcionales, como es el caso del Corredor Verde de Guadiamar (Arenas 2003).

- Recuperación o adaptación de aquellos elementos de la Red de Vías Pecuarias de Andalucía potencialmente funcionales como corredores ecológicos y culturales (ej. Corredor Dos Bahías. Múgica et al., 2002).
- Creación de la figura de corredor ecológico como forma administrativa de gestión territorial, que permita una administración y gestión más adecuada de estos espacios naturales.
- Identificación y conservación de elementos naturales remanentes en el paisaje agrícola, como una opción importante de conectividad en Andalucía. Es el caso de los bosques islas en la campiña gaditana (Aparicio et al., 2001) objetos de un programa de inventario y gestión específico.
- Potenciación de figuras de ámbito comarcal y desarrollo sostenible de programas internacionales, como el MaB con las Reservas de la Biosfera.

Para el conjunto del territorio es asimismo destacable la potencialidad de diversos sectores del territorio andaluz en el mantenimiento e incluso la mejora de la conectividad ecológica:

- En primer lugar, destaca el caso del Corredor del Guadalquivir. Actualmente, dicho corredor contribuye relativamente poco a la conectividad regional de Andalucía, a pesar de su gran potencial conector por su topografía, por la abundancia de agua y por su extensión. El valle del Guadalquivir es la principal ruta de comunicación humana de Andalucía desde tiempos remotos, y ello hace pensar que también debía ser clave en la conectividad ecológica de este territorio. Actualmente su paisaje está dominado por cultivos altamente especializados y áreas urbanas. Los hábitats naturales están limitados a la desembocadura (marismas de Doñana) y a escasos retazos de bosques de ribera repartidos por toda la cuenca, pero especialmente abundantes en los afluentes de la cabecera. Sin embargo, los ambientes riparios se caracterizan por la gran capacidad de recuperación de sus hábitats. Por ello, se trata de un ámbito donde, favoreciendo la recuperación espontánea o dirigida de los hábitats, se puede mejorar notablemente la conectividad ecológica.
- La campiña que rodea el valle del Guadalquivir, formada por relieves llanos o alomados de menos de 500 m, también ofrece un gran potencial conector. Se trata, sin embargo, de un paisaje agrícola muy homogéneo y especializado, dominado por monocultivos (cereales, olivar, etc.). La intensa transformación agrícola de estos paisajes ha determinado la práctica desaparición de los hábitats naturales. Se podría recuperar parte del potencial conector perdido mediante la aplicación de recomendaciones, directrices y criterios de gestión agropecuaria y a través del desarrollo de proyectos de restauración y

naturalización de hábitats naturales y seminaturales. Se trataría, en todo caso, de proyectos a una cierta escala que requerirían de medios relativamente importantes, pero que cuentan ya con la experiencia de iniciativas como la llevada a cabo por el Ayuntamiento de Córdoba para la diversificación paisajística de su campiña, la cual ha obtenido resultados significativos mediante la implicación y coordinación de propietarios y diversas administraciones. En este sentido conviene destacar la conveniencia de mejorar sustancialmente la conexión ecológica entre la sierra sur de Sevilla y los sectores centrales de las sierras Béticas (sierras de Cabra y Loja y Montes de Granada occidentales) a través de la campiña del Guadalquivir y las depresiones de Ronda y Antequera, mejorando el paisaje actual, eminentemente agrícola, de todas estas zonas. Factores como el aporte de insumos en el aprovechamiento agrícola, la intensidad de los mismos y sus características son también elementos susceptibles de ser evaluados con el objeto de favorecer su integración ambiental en el contexto de la conectividad ecológica en Andalucía.

6.2 La conectividad de los sistemas acuáticos epicontinentales

La red fluvial juega un papel esencial en la estructuración de la conectividad ecológica como elemento constitutivo de la red de infraestructura verde-azul del territorio, especialmente dentro de las diversas cuencas hidrográficas. La confluencia de hábitats acuáticos y terrestres, la topografía y la presencia de agua determinan una concentración especialmente importante de flujos ecológicos en los cursos fluviales y en sus riberas, lo que se traduce en un gran intercambio de organismos, diásporas, gametos, etc., tanto en el medio terrestre como en el acuático. Por tanto, la evaluación de la conectividad ecológica de la red fluvial es a un mismo tiempo compleja y determinante, y debe estar compuesta por al menos tres variables: (i) el estado ecológico de los cursos de agua, cuya consecución es de obligado cumplimiento por la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE; (ii) el estado de conservación de sus riberas, entendiendo éstas como el conjunto de hábitats que jalonan los cursos de agua en un contexto no estrictamente fluvial sino a una escala territorial, y (iii) la existencia de barreras antrópicas a la circulación del agua.

6.2.1 La información de base

El diagnóstico de la red fluvial de Andalucía desde el punto de vista de su conectividad ecológica se ha realizado con la información actualmente disponible para los cursos fluviales, riberas, masas de agua y hábitats acuáticos y ribereños andaluces. Para el caso de las masas de agua epicontinentales y de transición, existen distintos documentos que se han ido sucediendo a lo largo del tiempo, algunos de los cuales cuentan con información geográfica asociada y otros simplemente con cartografía analógica. En todo caso, esta cartografía puede ser también de gran importancia para evaluar el estado conectivo de las masas de agua epicontinentales de Andalucía. Seguidamente se presenta una relación de la información más importante al respecto.

1) **El Plan Director de Riberas de Andalucía.** Elaborado en 2003, cuenta con información de gran valor sobre el estado ecológico de los cauces fluviales y sus riberas (Costa, 2003). Primeramente, el plan clasifica la tipología de las riberas a través de la combinación del régimen hídrico, el régimen hidráulico, la serie de vegetación, el tipo de afección y el uso principal en las márgenes. A partir de los dos primeros parámetros establece en primer lugar una gradación de la **dificultad**

técnica de restauración en los ríos andaluces, de la cual se aprecia el elevado porcentaje de tramos difíciles de restaurar. Igualmente, determina la dificultad técnica y socioeconómica de restauración mediante la incorporación del tipo de afección y el uso principal en las márgenes. En segundo lugar, el Plan Director determina la **calidad de las riberas** en tres componentes: estado del cauce, grado de cobertura de la vegetación y naturalidad y diversidad de ésta. Los datos se obtuvieron a partir de redes de campo y trabajos de gabinete, que utilizaron respectivamente los índices de Calidad del Bosque de Ribera Modificado (QBRm) y de Calidad del Bosque de Ribera por Fotointerpretación (CBRf). Para evaluar la dificultad de restauración se establecieron 7 clases en función de dos factores: los condicionantes hídricos e hidráulicos y el tipo de afección existente. Posteriormente se combinaron las 7 clases de dificultad de restauración con los usos en las márgenes, obteniéndose 15 clases que correspondían a tres subgrupos: tramos fluviales forestales y agrícolas, con 7 clases cada una, y urbanos, con una sola clase (restauración). Con el resultado de este análisis, el Plan orienta las directrices para iniciar el proceso de recuperación y protección de las riberas de Andalucía y ha servido hasta la fecha como referencia en las políticas de restauración y recuperación forestal de hábitats y ecosistemas ribereños.

2) Los Documentos de Esquemas de Temas Importantes, que derivan de las obligaciones de la Directiva Marco del Agua 2000/60/CE (en adelante DMA). Se entiende por Tema Importante en Materia de Gestión de Aguas, las cuestiones que ponen en riesgo el cumplimiento de los objetivos de la planificación (Junta de Andalucía 2010a, 2010b, 2010c, 2010d). Estos documentos describen, entre otros, las principales presiones e impactos -recogidos en el documento IMPRESS de la DMA (IMPRESS 2002)- que deben ser tratados en el plan hidrológico, incluyendo los sectores y actividades que pueden suponer un riesgo para alcanzar los objetivos medioambientales. Específicamente se analizan los posibles impactos generados en las aguas costeras y de transición como consecuencia de las presiones ejercidas sobre las aguas continentales. También incluyen las posibles alternativas de actuación para conseguir los objetivos medioambientales, de acuerdo con los programas de medidas básicas y complementarias, incluyendo su caracterización económica y ambiental. La evaluación de riesgo da como resultado la clasificación de las masas de agua en: (i) aquéllas que no cumplen los objetivos ambientales (riesgo seguro); (ii) aquéllas para las que, debido a la falta de datos, es necesaria una caracterización futura (riesgo en estudio); y (iii) las que cumplen los objetivos ambientales (riesgo nulo).

3) Los proyectos de Planes Hidrológicos para algunas demarcaciones hidrográficas.

La realización de los Esquemas de Temas Importantes es el paso previo a la elaboración de los Planes Hidrológicos de las diversas cuencas andaluzas (Junta de Andalucía 2010a, 2010b, 2010c, 2010d). Los planes deben llevar a cabo:

- a) La descripción general de la demarcación hidrográfica
- b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas.
- c) La identificación y mapas de las zonas protegidas.
- d) Las redes de control establecidas para el seguimiento del estado de las aguas y los resultados de este control.
- e) La lista de objetivos medioambientales y los plazos previstos para su consecución.
- f) Un resumen del análisis económico del uso del agua, incluyendo una descripción de las situaciones y motivos que puedan permitir excepciones en la aplicación del principio de recuperación de costes.
- g) Un resumen de los Programas de Medidas adoptados para alcanzar los objetivos previstos.

Desde el punto de vista de la diagnosis de la conectividad, los proyectos de planes hidrológicos incluyen una descripción de cada demarcación hidrográfica, con el inventario de los recursos superficiales y subterráneos, sus regímenes hidrológicos y las características básicas de calidad de las aguas. Incluyen además una descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas de la demarcación hidrográfica. La diagnosis de la calidad de las aguas se basa en la evaluación de presiones e impactos establecidos en el Anejo V del Reglamento de la Planificación Hidrológica y recogidos en el documento IMPRESS de la DMA (IMPRESS 2002). Las distintas masas de agua son clasificadas en naturales y muy modificadas según su grado de alteración antrópica, lo que permite establecer sus condiciones de referencia según los parámetros del documento IMPRESS. Las aguas naturales son susceptibles de alcanzar un buen estado ecológico mientras que en las segundas sólo puede plantearse el alcanzar un buen potencial ecológico. El estado de las masas de agua superficial se clasifica a partir de los valores de su estado (o potencial) ecológico y de su estado químico. El estado o potencial ecológico de las aguas superficiales se clasifica como muy bueno, bueno, moderado, deficiente o malo. En el caso de las masas de agua muy modificadas o artificiales se determina el potencial

ecológico, que se clasifica como máximo, bueno, moderado, deficiente o malo. El estado químico de las aguas superficiales se clasifica como bueno o como que no alcanza el bueno. Finalmente, el estado o potencial de una masa de agua superficial queda determinado por el peor valor de su estado o potencial ecológico o de su estado químico. Este estado condiciona en gran medida el papel de los cursos de agua como hábitat para la biodiversidad acuática, por lo que condiciona a su vez el papel conector de dichos cursos. En la actualidad, existen planes hidrológicos aprobados para el ciclo 2015-2021 de las diferentes demarcaciones de ámbito andaluz, incluidas las demarcaciones intracomunitarias de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Junta de Andalucía 2011a), el Tinto-Odiel-Piedras (Junta de Andalucía 2011b) y el Guadalete-Barbate (Junta de Andalucía 2011c), así como para las demarcaciones hidrográficas del Guadalquivir, del Guadiana y del Segura, estos últimos aprobados por el Real Decreto 1/2016 de 8 de enero.

4) La distribución potencial de los hábitats de interés comunitario (HIC) asociados a masas de agua y sus riberas. La Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía ha puesto a punto una cobertura sobre la distribución potencial de los hábitats de interés comunitario (HIC), recogidos en el Anejo I de la Directiva 92/43/CEE en el área forestal de Andalucía. Esta cobertura ha sido obtenida a partir de la cartografía de vegetación de la masa forestal de Andalucía a escala 1:10.000, año 1996-2006. Recoge los cuatro primeros HIC existentes en cada tesela, si están priorizados o no en la Directiva y el número de Hábitats de Interés Comunitario citados.

5) Estudios sobre la relación entre la calidad de las masas de agua y la biodiversidad. Existen pocos trabajos que puedan medir el impacto de las condiciones de las masas de agua sobre los diversos componentes de la biodiversidad. Uno de los más destacados es el de Fernández-Delgado (2010), que evalúa el estado de conservación de la ictiofauna de las masas de agua de la cuenca del Guadalquivir. Por sus características biológicas y su precario estado de conservación en sistemas acuáticos mediterráneos, los peces son un buen indicador del estado de conservación de las masas de agua a escalas espaciales y temporales medias, adecuadas para los objetivos del presente plan. Fernández-Delgado (2010) lleva a cabo valoraciones por especie y por masa de agua, de forma muy completa y homogénea para el territorio estudiado.

Hay que tener en cuenta, sin embargo, que todos estos documentos no están enfocados específicamente a evaluar la conectividad ecológica de las masas de agua, sino más bien para determinar su estado ecológico o el de sus riberas adyacentes. Los diversos factores que conforman la conectividad fluvial tienden a estar desagregados. Por otra parte, no toda esta información está disponible, del mismo modo, para el conjunto de las demarcaciones hidrográficas. Todo ello dificulta una diagnosis a escala regional.

Después de evaluar la información disponible, se ha seleccionado la información cartográfica y analógica siguiente para una evaluación suficientemente comprensiva de la conectividad fluvial de Andalucía:

- **La Calidad y la Dificultad de Restauración de las riberas**, variables incluidas en una capa de puntos de muestreo del Plan Director de Riberas de Andalucía. Ambas variables hacen referencia específicamente a la situación de los márgenes del curso de agua. La determinación de la calidad de la ribera se lleva a cabo a partir de los tres componentes mencionados: cauce, cobertura vegetal, y naturalidad y diversidad.
- **El estado de las masas de agua superficiales de las diversas Demarcaciones Hidrográficas**, o en su defecto de los documentos de Esquemas de Temas Importantes de las diversas cuencas. Como ya se ha comentado anteriormente, el estado de las masas de agua queda determinado por el peor valor de su estado ecológico o de su estado químico, que se derivan de los indicadores de calidad biológicos, hidromorfológicos y fisicoquímicos establecidos en el Anejo V del Reglamento de la Planificación Hidrológica e inicialmente propuestos por la DMA.
- **La información sobre la existencia de presas, azudes y tramos canalizados recogida en los planes hidrológicos**. Presas y azudes constituyen barreras físicas al movimiento de la masa de agua, mientras que los tramos canalizados limitan en gran medida la conectividad funcional. La información sobre estas estructuras está suficientemente integrada en la valoración del estado o potencial de las masas de agua, a partir del inventario de determinadas presiones (alteraciones morfológicas y regulación de flujo) incluidas en el procedimiento IMPRESS. Sin embargo, su importancia central en la conectividad de las masas de agua merece un análisis aparte.
- **La abundancia, de determinados HIC en la red fluvial y sus riberas**. Con esta finalidad, se seleccionaron una serie de HIC por su estrecha vinculación

con el medio acuático y sus riberas o bien por el papel que pueden jugar en la estructuración de corredores de hábitats naturales o seminaturales (Tabla 6.2). La cobertura de HIC está formada con polígonos que contienen hasta cuatro hábitats en sendos campos de su base de datos. Mediante métodos SIG esta cobertura se combinó con una capa de arcos correspondiente a los ríos de la red fluvial, que son el componente más importante en la estructuración de la conectividad fluvial. A partir de dicha combinación y mediante consultas SQL se obtuvo entonces el porcentaje de la red fluvial que interseca con polígonos que contienen al menos un hábitat en cada cuenca hidrográfica. También se obtuvo el porcentaje acumulado para cada HIC en cada cuenca, sumando los porcentajes correspondientes a cada uno de los cuatro campos con hábitats. Proponemos esta medida como aproximación probabilística a la distribución potencial de los HIC en la red fluvial. No obstante, puede comportar una cierta sobreestimación de la importancia real de cada HIC.

Conviene aclarar, en todo caso, que se trata de una aproximación muy preliminar a la importancia relativa de los diversos HIC en la red fluvial. La cobertura disponible para dicha red procede del Plan de Riberas de Andalucía, está realizada a una escala relativamente general y no incluye las aguas de transición ni los sistemas lacustres, que también participan en la conectividad de los sistemas acuáticos continentales.

Tabla 6.2. HIC seleccionados para el análisis de la conectividad ecológica de la red fluvial

Código HIC	Descripción
1. Hábitats costeros halofíticos	
1140	Llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja
1150	Lagunas costeras
1210	Vegetación anual sobre desechos marinos acumulados
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i> y otras especies de zonas fangosas o arenosas
1320	Pastizales de <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimi</i>)
1410	Pastizales salinos mediterráneos (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fructicosae</i>)
1430	Matorrales halo-nitrófilos (<i>Pegano-Salsoletea</i>)
1510	Estepas salinas mediterráneas (<i>Limonietalia</i>)
2. Dunas marítimas continentales	
2120	Dunas móviles de litoral con <i>Ammophila arenaria</i> (dunas blancas)
2130	Dunas costeras fijas con vegetación herbácea (dunas grises)
2150	Dunas fijas descalcificadas atlánticas (<i>Calluno-Ulicetea</i>)

Código HIC	Descripción
2210	Dunas fijas de litoral del <i>Crucianellion maritimae</i>
2230	Dunas con céspedes del <i>Malcomietalia</i>
2250	Dunas litorales con <i>Juniperus</i> spp
2260	Dunas con vegetación esclerófila del <i>Cisto-Lavanduletalia</i>
3. Hábitats de agua dulce	
3110	Aguas oligotróficas con un contenido de minerales muy bajo de las llanuras arenosas (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)
3140	Aguas oligomesotróficas calcáreas con vegetación bentica de <i>Chara</i> spp
3150	Lagos eutroficados naturales con vegetación <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>
3170	Estanques temporales mediterráneos
3250	Ríos mediterráneos de caudal permanente con <i>Glaucium flavum</i>
3260	Ríos, de pisos de planicie a montano con vegetación de <i>Ranunculion fluitantis</i> y de <i>Callitricho-Batrachion</i>
3280	Ríos mediterráneos de caudal permanente del <i>Paspalo-Agrostidion</i> con cortinas vegetales ribereñas de <i>Salix</i> y <i>Populus alba</i>
6. Formaciones herbáceas naturales y seminaturales	
6410	Prados con molinias sobre sustratos calcáreos, turbosos o arcillo-limonicos (<i>Molinion caeruleae</i>)
6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del <i>Molinion-Holoschoenion</i>
7. Turberas, turberas bajas y áreas pantanosas	
7220	Manantiales petrificantes con formación de tuf (<i>Cratoneurion</i>)
9. Bosques	
91B0	Fresnedas termófilas de <i>Fraxinus angustifolia</i>
9230	Robledales galaico-portugueses con <i>Quercus robur</i> y <i>Quercus pyrenaica</i>
9240	Robledales ibéricos de <i>Quercus faginea</i> y <i>Quercus canariensis</i>
92A0	Bosques galería de <i>Salix alba</i> y <i>Populus alba</i>
92B0	Bosques galería de ríos de caudal intermitente mediterráneos con <i>Rhododendron ponticum</i> , <i>Salix</i> y otras
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (<i>Nerio-Tamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>)

- El estado de conservación de la fauna piscícola, como indicador del impacto del estado de las masas de agua. Esta información se recoge en Fernández-Delgado (2010) y está únicamente disponible para la cuenca del Guadalquivir. El papel central de la cuenca del Guadalquivir en la conectividad fluvial de Andalucía justifica plenamente el uso de esta información aunque no cubra la totalidad del territorio andaluz.

6.2.2 Evaluación de la calidad y facilidad de restauración de las riberas

A pesar de que los datos del Plan Director de Riberas son de inicios de la década del 2000, son los únicos disponibles para una diagnosis global de las riberas en Andalucía, y en todo caso siguen siendo válidos para una aproximación de este tipo. La

evaluación de la calidad de las riberas pone de manifiesto un panorama relativamente favorable en Andalucía (Figura 6.11). Casi un 70% de la longitud total de tramos presenta un estado aceptable, bueno o natural, por sólo un 30% de la red fluvial en estado malo o pésimo.

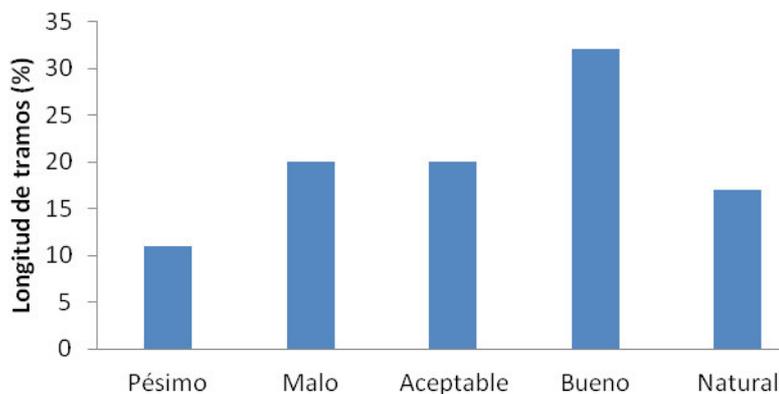


Figura 6.11. Importancia relativa (en % de la longitud total) de las diversas categorías de estado de las riberas de Andalucía. Fuente: *Plan Director de Riberas de Andalucía (2003)*.

Los puntos con estado aceptable, bueno o natural se concentran en afluentes secundarios o en ríos de cuencas reducidas, especialmente en la margen derecha del Guadalquivir, pero también en la izquierda, en los afluentes que provienen de la Cordillera Bética.

En realidad existe una correspondencia generalizada entre la calidad de las riberas y la unidad ecológica donde se ubican (Figura 6.12). Así, por ejemplo, los cursos fluviales y riberas de Sierra Morena (margen derecha del Guadalquivir) son los que mejores indicadores presentan. Factores como una mayor abundancia y regularidad en las precipitaciones y el predominio de usos y aprovechamientos agropecuarios extensivos, que tienden a mantener la vegetación natural en cauces, márgenes, barrancos y áreas aledañas, resultan determinantes en los valores favorables que alcanzan las riberas en estas áreas de media montaña. Las cabeceras fluviales y riberas del piedemonte de la Cordillera Bética también evidencian, en términos generales, un estado de conservación bueno o aceptable, si bien presentan un cierto gradiente decreciente en la valoración de dicho estado conforme aumenta la aridez del medio, disminuyen las precipitaciones y se hacen más irregulares y torrenciales. Otros factores naturales de tipo más local, como la dulcificación del régimen hidrológico por el aporte de caudales con origen en recursos hidrogeológicos o por

aportaciones mixtas (pluvio-nivales) contribuyen también, en estos territorios, a un mejor estado de conservación de las riberas.

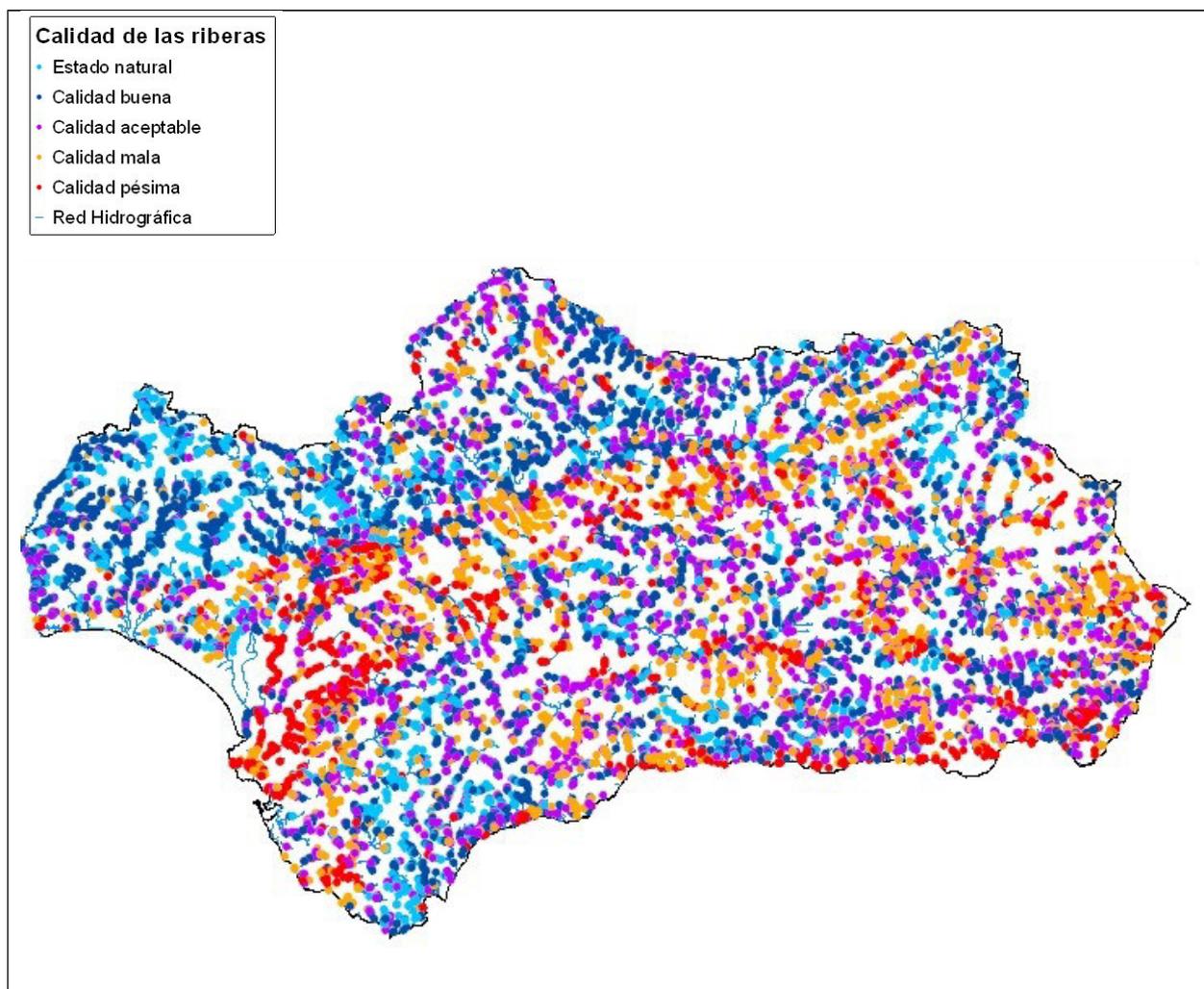


Figura 6.12. Distribución de los valores de calidad de las riberas de Andalucía. *Fuente: Plan Director de Riberas de Andalucía (2003).*

Por el contrario, el estado de las riberas en los espacios eminentemente agrícolas y en las zonas más humanizadas o afectadas por procesos de crecimientos y desarrollos urbanos e infraestructurales se valora, en términos generales, como mala o pésima. Tal es el caso del Valle del Guadalquivir, en especial en el sector más occidental, del conjunto de depresiones intramontanas que se desarrollan entre los relieves béticos (Vega de Granada, Campo de Dalías, Campo de Níjar, Valle del Almanzora, Hoya de Guadix) y de buena parte de los tramos medios y bajos de los principales cursos fluviales de la vertiente mediterránea andaluza (Guadalhorce, Guadalfeo, Andarax, etc.). Especialmente crítica es la situación de las riberas en los llanos litorales

mediterráneos, donde las obras de canalización y embovedado de ríos y arroyos han sido la práctica generalizada utilizada para la integración de la red hidrográfica en las áreas urbanas y urbanizables. Igualmente alarmante es el estado de las ramblas y cursos fluviales en las áreas donde se ha desarrollado en mayor medida la agricultura intensiva bajo plástico. El potencial de estos espacios ribereños para la conectividad ecológica se ve fuertemente limitado por la presencia y desarrollo de infraestructuras de transporte y por los usos antrópicos en general, por el deterioro de la calidad de las aguas corrientes, por las fuertes alteraciones hidráulicas, hidrológicas e hidromorfológicas que se han llevado a cabo, por la alteración sustancial de los balances sedimentarios locales y, en definitiva, por el desalojo de la totalidad de los rasgos naturales característicos de este tipo de entornos.

A escala regional, cabe destacar las notables diferencias que se observan en los distintos indicadores incluidos en la calidad de las riberas. Mientras la calidad del cauce muestra valores muy buenos (91% de tramos con una calidad buena o regular), los usos adyacentes y especialmente la naturalidad y diversidad de la vegetación muestran valores preocupantes. Así, sólo un 20% de la longitud total de tramos muestra un buen estado de conservación de las coberturas vegetales adyacentes, mientras que un 44% muestra un estado de conservación malo. Por otra parte, la naturalidad y diversidad de las riberas muestra un estado de conservación bueno en un 41% de la red hídrica, y malo en otro 40%. Los datos de calidad del cauce parecen un poco optimistas, y podrían estar positivamente sesgados por la metodología utilizada (fotointerpretación sobre imágenes) para detectar las afectaciones. En todo caso, los resultados ponen de manifiesto un primer resultado que, aunque ya conocido, es de gran interés desde el punto de vista de la conectividad ecológica fluvial: **la funcionalidad conectiva de la red fluvial de Andalucía está en buena parte afectada por el precario estado de conservación de su vegetación de ribera.**

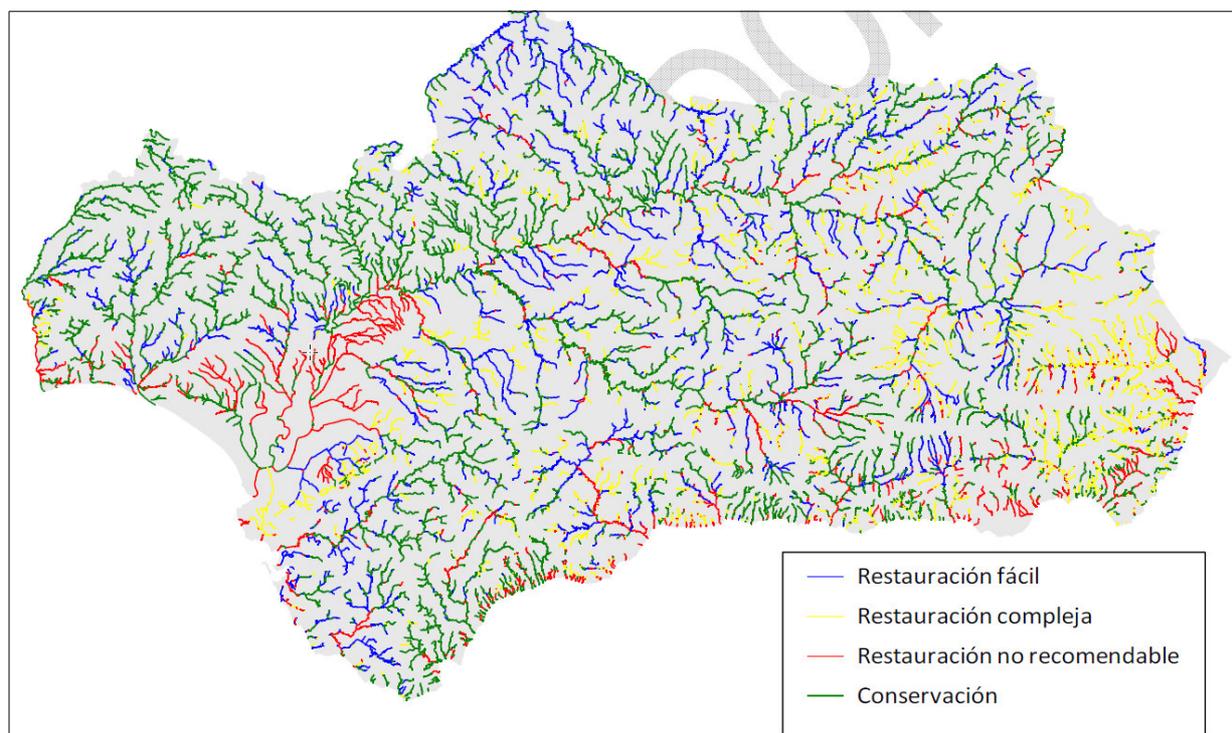
Por tanto, el 51% (11.833 Km) de las riberas de Andalucía presentan calidad “buena” o “estado natural”, precisando sólo medidas para garantizar su conservación. Sin embargo, el resto de la red fluvial de Andalucía (49%) tiene un estado de conservación pésimo o malo, y precisa de actuaciones de restauración y eliminación de agentes perturbadores. La recuperación de la calidad de dichas riberas no es, en general, tarea fácil. Si bien los tramos con calidad aceptable pueden llegar a recuperarse por sí solos una vez eliminados los agentes perturbadores, éste no suele

ser el caso general. Se distinguen tres tipos de masas de agua en función de la dificultad de su restauración:

- **Restauración fácil** debido a que no existen condicionantes hídricos e hidrológicos importantes. Únicamente comprende 4.366 Km, el 19% de la red fluvial de Andalucía.
- **Restauración compleja**, en general debido a la poca información disponible. Supone 3.535 Km. el 15% de la red fluvial de Andalucía.
- **Restauración no recomendable** debido los escasos resultados ecológicos de las actuaciones de restauración. Representa el 15% de la red fluvial, unos 3.464 Km.

La distribución espacial de las diversas categorías de restauración (Figura 6.13) pone en evidencia las principales áreas con riberas de mala o pésima calidad que, además, son de restauración compleja o no recomendable.

Figura 6.13. Distribución de los valores de dificultad de restauración de las riberas de Andalucía. Fuente: Plan Director de Riberas de Andalucía (2003).



Destacan especialmente el bajo Guadalquivir y su cortejo de afluentes, arroyos y canales y gran parte de la cuenca del Guadiamar. En menor medida también destacan los tramos urbanos y periurbanos del Guadalquivir medio, a la altura de Córdoba, y

del Genil en la vega de Granada. También son reseñables los problemas del bajo Guadiana, gran parte del Guadalhorce y el Barbate. Los ríos y arroyos del sector más oriental, sometidos a fuertes condicionantes climáticos y a la presión de la agricultura intensiva, presentan un estado de conservación de sus riberas especialmente precario y pocas opciones de recuperación, especialmente en la cuenca del Almanzora, el Nacimiento, el Antas y, en menor medida, el Fardes. Igual ocurre, en general, con los tramos bajos de los cursos fluviales de la vertiente mediterránea, donde los fenómenos de expansión urbanística y el consiguiente desarrollo de infraestructuras asociadas limitan en gran medida el potencial de las riberas para la conexión ecológica.

6.2.3 Evaluación del estado de las masas de agua

El estado de conservación de las masas de agua epicontinentales de Andalucía es relativamente precario, según los indicadores de estado ecológico y estado general que se derivan de los propuestos en el Reglamento de Planificación Hidrológica. En general, dominan los tramos con un estado ecológico entre aceptable y deficiente. Los datos sobre el estado de las masas de agua andaluzas se encuentran desagregados por Demarcaciones Hidrográficas, en los diversos proyectos de Planes Hidrológicos en curso o aprobados. Estas demarcaciones tienen una entidad geográfica y reúnen como máximo una serie de cuencas contiguas que pueden mantener un cierto nivel de conectividad ecológica, si bien ésta se establece básicamente a nivel de cuenca hidrográfica.

a) La demarcación hidrográfica del Guadiana

La cuenca del Guadiana no ofrece, en general, demasiadas garantías a la conectividad ecológica (Figura 6.14). La mayor parte de las masas de agua naturales de tipo río (71%) se encuentran en un estado global peor que bueno. Aproximadamente esta misma proporción se mantiene si se consideran todas las masas de agua superficiales naturales (31% estado bueno o mejor). El porcentaje de aguas naturales de tipo lago en estado bueno o mejor es superior al de los ríos (39%). Por otro lado, más del 60% de los embalses y un 87% de los ríos canalizados tienen un potencial ecológico inferior a bueno. Cabe, no obstante, reseñar el interés de algunos elementos de la red hidrográfica del Guadiana para la conectividad ecológica de Andalucía. Tal es el caso del Bajo Guadiana, con aguas de transición que muestran

en su totalidad un estado moderado, o el buen estado de algunos barrancos y tramos de cabecera del Andévalo y Sierra Morena occidental.

Por lo que respecta a las alteraciones morfológicas, existen en la cuenca un total de 50 presas (barreras transversales de una altura superior a 10 m). De los 60 azudes (barreras de 2 a 10 m) inventariados como presión significativa, únicamente 5 tienen habilitada una escala de peces.

Se han cartografiado 94 tramos canalizados, 50 de los cuales tienen una longitud superior a 5.000 m.

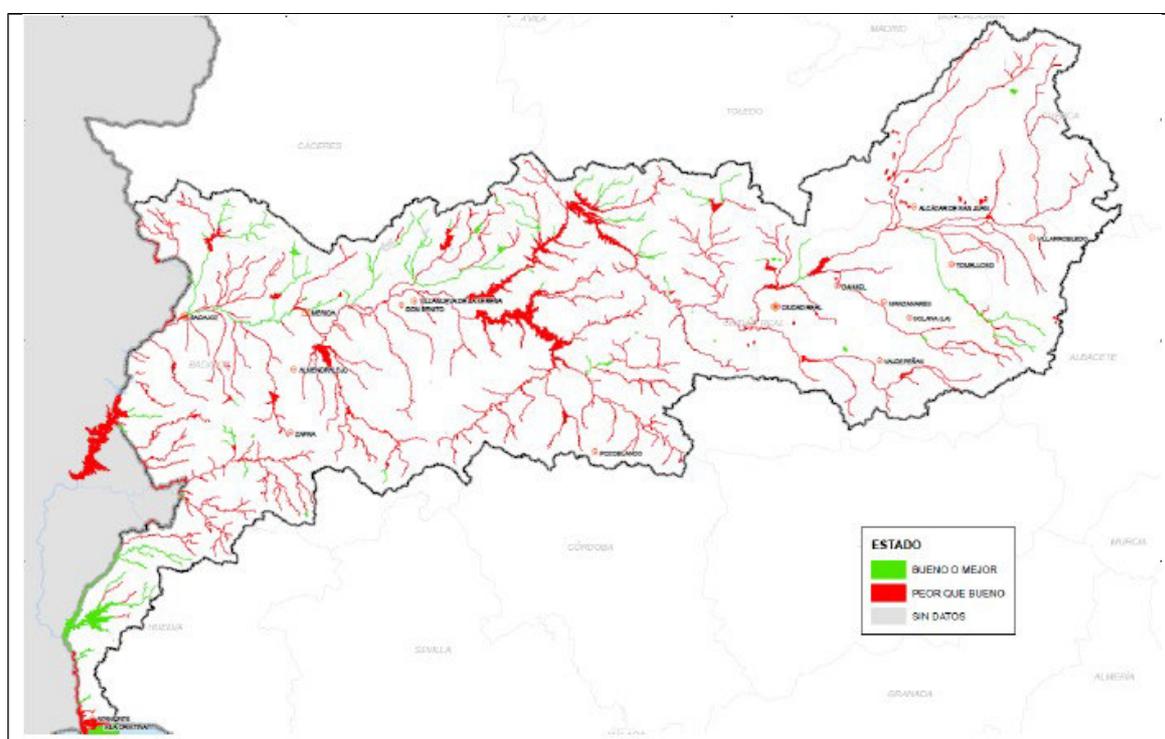


Figura 6.14. Estado de las masas de agua superficiales de la demarcación hidrográfica del Guadiana. Fuente: Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadiana (2015).

b) La demarcación hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

En las cuencas del Tinto, Odiel y Piedras, la situación es también muy precaria debido especialmente a la contaminación química, tanto de origen natural como por los vertidos mineros. En primer lugar, conviene tener en cuenta que buena parte de las cabeceras y tramos medios de dichos cursos transcurren por los materiales de la Faja Pirítica Ibérica, que es la zona con mayor concentración de sulfuros masivos del mundo. En contacto con la atmósfera, los sulfuros sufren una reacción de oxidación

que libera acidez, sulfatos y los metales asociados (Fe, As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn, Tl, etc.), mucho de ellos tóxicos para los sistemas acuáticos. Sin embargo, la contaminación natural es poco relevante en comparación con la generada por la actividad minera. En efecto, la zona concentra gran número de yacimientos cuya explotación se remonta a más de 4.500 años. Ello comporta la existencia de gran número de explotaciones activas pero también de escombreras, que contribuyen a la contaminación de las masas de agua por escorrentía. Así, en el río Tinto, los aportes contaminantes se restringen a los distritos mineros, si bien los efectos se mantienen buena parte de su recorrido. En el Odiel, en cambio, la contaminación química es generalizada debido a la existencia de múltiples focos mineros a lo largo y a lo ancho de la cuenca. Además de esta contaminación natural o de origen minero, conviene resaltar la existencia de focos de contaminación industrial. Por ejemplo, se han detectado altas concentraciones de amonio en el tramo medio- bajo del río Tinto, en el último tramo del canal del Padre Santo y en el tramo alto del río Odiel, especialmente asociadas a las industrias del Polo Químico de Huelva.

Ello dificulta, probablemente en gran medida, la conectividad fluvial entre la costa atlántica y el Andévalo. El estado ecológico de las masas naturales (Figura 6.15) es moderado o deficiente en la mayoría de casos, mientras que las masas altamente transformadas tienen en general un potencial ecológico moderado (exceptuando el embalse del Piedras, con un buen potencial ecológico). Por todo ello, el estado global de los ríos de la cuenca es inferior a bueno en toda la demarcación, exceptuando afluentes menores especialmente de la cabecera del Tinto.

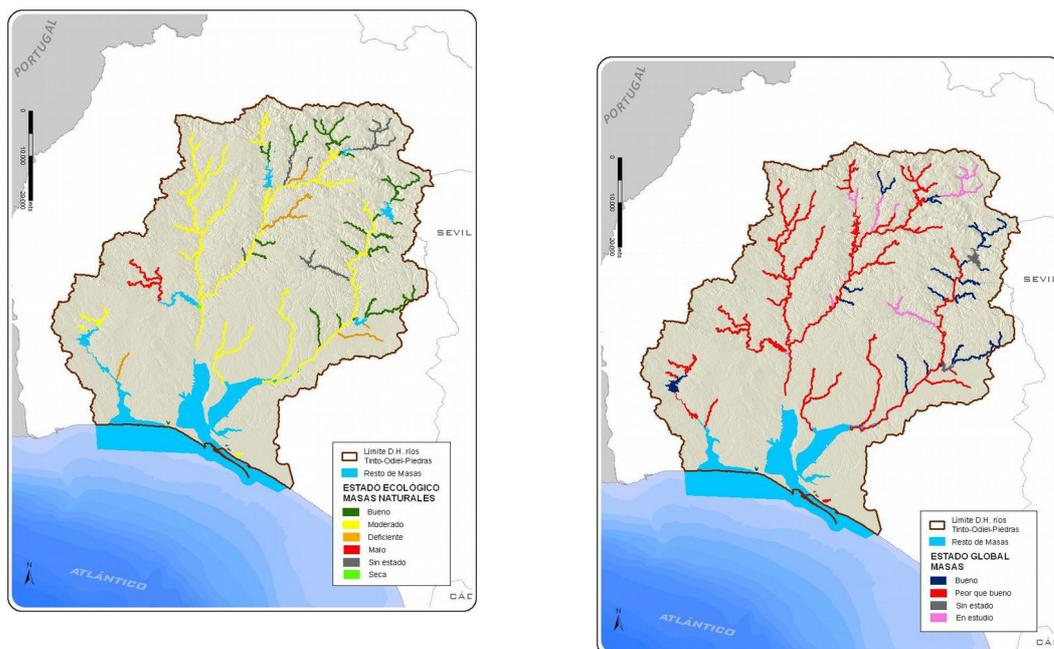


Figura 6.15. Estado ecológico (izquierda) y global (derecha) de las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras. Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras (2011).

Dentro de las alteraciones morfológicas y de regulación de flujo cabe mencionar la existencia de 52 presas (estructuras transversales al cauce con una altura superior a 10 metros). De éste total, cabe puntualizar que 12 están en masa de agua y 40 en cauces secundarios. Se han observado también 2 alteraciones morfológicas o por regulación que corresponden a desvíos para la producción de energía en centrales térmicas con un porcentaje teórico medio de retorno del 100%. Además, se han inventariado un total de 82 azudes en la demarcación hidrográfica, con una altura inferior a 10 metros y superior a 2 metros. De éste total, cabe puntualizar que 7 están en masa de agua y 75 se sitúan en cauces secundarios.

También cabe destacar el estado de degradación de las riberas. Las zonas forestales, incluyendo las de ribera, estuvieron sometidas a una intensa explotación durante las épocas de apogeo de la actividad extractiva en las comarcas mineras. Con posterioridad (años 40 a 70 del siglo pasado), estas cuencas fueron objeto de políticas de producción de madera y papel, que condujeron a la plantación de eucaliptales, en muchos casos hasta la propia ribera.

Por lo que respecta a las aguas de transición (Figura 6.16), las marismas del Río Piedras presentan buen potencial ecológico. El estuario del río Tinto, en cambio, presenta un estado de eutrofia desde su tramo inicial hasta Palos de la Frontera.

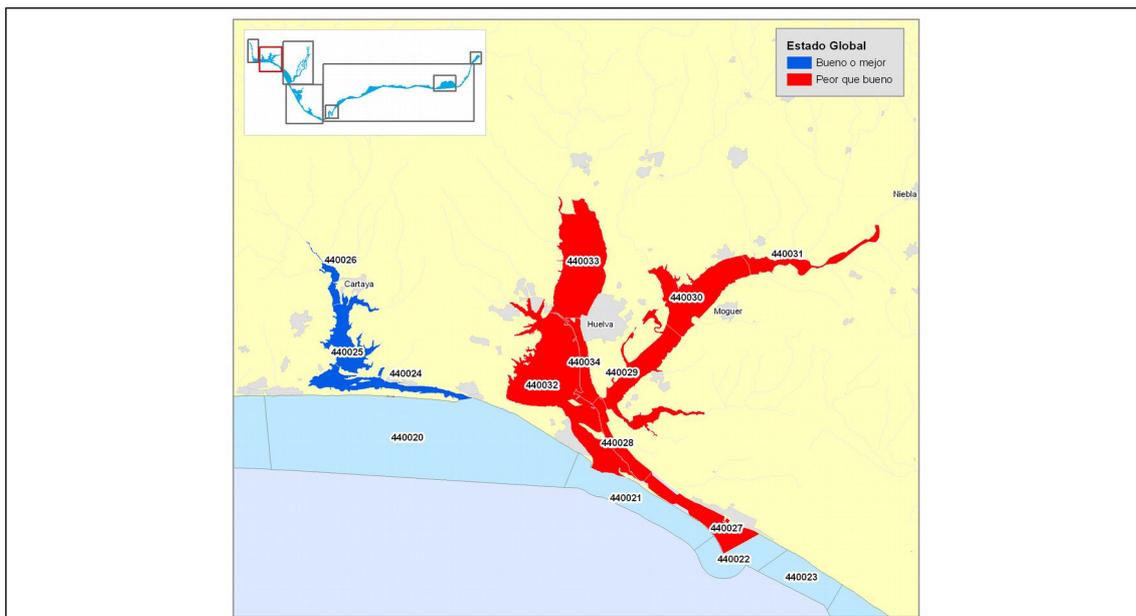


Figura 6.16. Estado global de las masas de agua de transición en las cuencas del Tinto-Odiel-Piedras. Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras (2011).

c) La demarcación hidrográfica del Guadalquivir

La cuenca del Guadalquivir, la mayor de la comunidad autónoma, juega un papel clave en la estructuración de los flujos ecológicos y socioeconómicos de Andalucía a escala regional. Sin embargo, el papel conectivo de su red fluvial se ve muy condicionado por el estado ecológico y global de las diversas masas de agua. Esto es especialmente llamativo en las zonas agrícolas altamente especializadas de las vegas y campiñas del Guadalquivir (cultivos herbáceos de regadío, cultivos extensivos de secano y olivares), donde los elementos que aportan naturalidad al paisaje (riberas, cursos fluviales, etc.) han sido en gran medida eliminados por la transformación agraria del territorio o se encuentran relegados a zonas marginales. Un 37% de las masas de agua naturales no llegan al buen estado ecológico. En general, éste es bastante mejor en los afluentes de la margen derecha (Sierra Morena) y en las cabeceras de las sierras Béticas que en los ríos de campiña de la margen izquierda y el eje del propio río Guadalquivir (6.16), que en consecuencia presentan un importante potencial de mejora. En relación con las masas de agua muy modificadas, asimilables a lagos (embalses) y a ríos (tramos bajo embalses), se observa que el estado de los grandes ejes (Guadalquivir y Genil) no llegan al buen potencial en gran parte de su trazado, y sin embargo la gran parte de los embalses si presenta un buen potencial ecológico.

El estado global de las masas de agua de tipo río de la cuenca presenta una situación similar al mostrado por el conjunto de masas de agua (Figura 6.18). El 36,5% de dichas masas presenta un estado global inferior a bueno. Las masas de agua que no llegan al buen estado se concentran especialmente en las áreas de campiñas y vegas del Guadalquivir, mientras que las masas de Sierra Morena y de las sierras Béticas se encuentran en mucho mejor estado. Ello tiene consecuencias evidentes sobre la conectividad fluvial en la cuenca. Quizá una de las más sobresalientes es la escasa conectividad en los tramos medios y bajos de los principales afluentes de la cuenca, debida al relativo mal estado del tronco central del Guadalquivir. También cabe destacar la escasa contribución a la conectividad fluvial, si bien con un potencial moderado a bueno, que ejerce el principal afluente de la cuenca: el río Genil.

La cuenca del Guadalquivir es especialmente rica en masas lacustres naturales, especialmente concentradas en Doñana y su entorno. Su estado es globalmente bueno, con un 56% de las masas en un estado ecológico bueno o muy bueno. Las masas de aguas en la categoría transición, muy modificadas por la ocupación humana del tramo final del Guadalquivir, presentan un potencial ecológico bueno en la desembocadura y moderado aguas arriba (Figura 6.19). En consecuencia, su estado global es bueno en la desembocadura pero peor que bueno entre Sanlúcar de Barrameda y Sevilla, lo que condiciona en gran medida la conectividad río-océano para muchas especies.

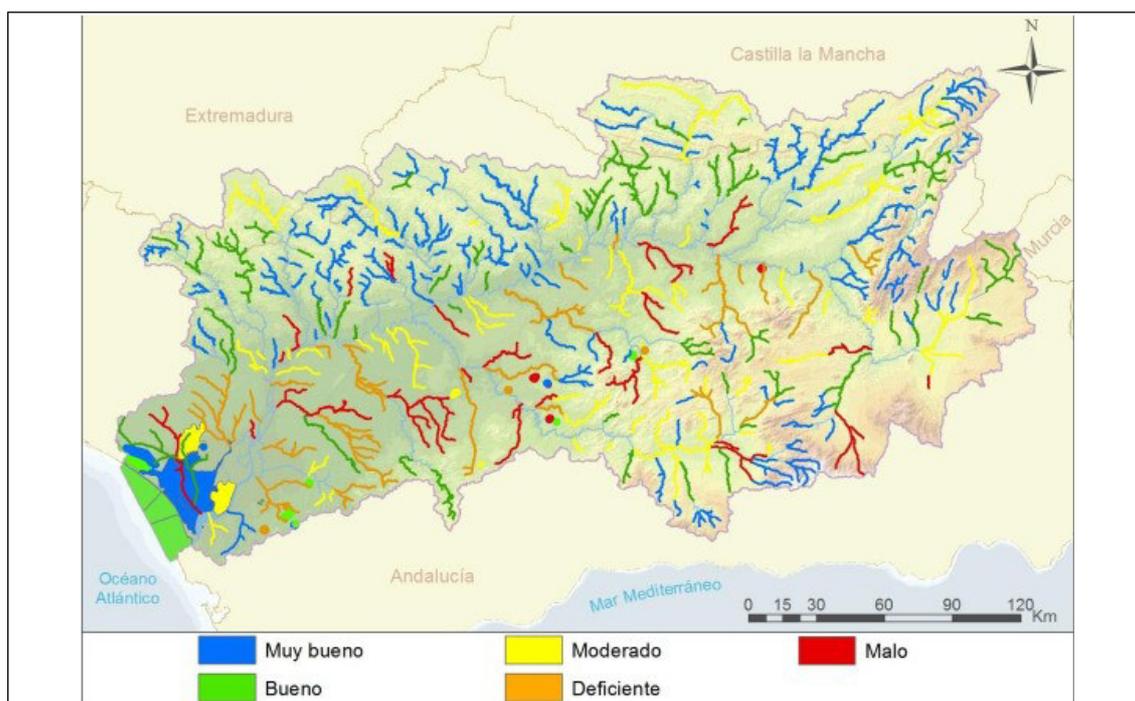


Figura 6.17. Estado ecológico de las masas de agua naturales de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Fuente: *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2015)*.

La realidad es que en términos generales, el estado del estuario del Guadalquivir se encuentra lejos de su óptimo ecológico. Así, por ejemplo, el informe científico “Propuesta metodológica para diagnosticar y pronosticar las consecuencias de las actuaciones humanas en el estuario del Guadalquivir”, elaborado por el CSIC y las Universidades de Córdoba y Granada para la Comisión Científica para el estudio de las afecciones del dragado del río Guadalquivir y la Autoridad Portuaria de Sevilla, señala las siguientes conclusiones:

- el caudal de agua dulce es mínimo: 60% menos que hace 70 años y cinco veces inferior al necesario;
- los espacios que inundaban las mareas en ciclos alternos, los llanos mareales, han desaparecido en un 85%;
- la salinidad aportada por el agua de mar refleja puntas altas hasta 40 km río arriba;
- la turbidez impide la penetración de la luz necesaria para el crecimiento del fitoplancton (hasta una profundidad hasta 20 y 40 veces inferior a la de estuarios similares);
- la contaminación de origen agrícola es significativa;
- los niveles de dióxido de carbono son muy altos y hacen que el río aporte CO₂ a la atmósfera; y

- se detectaron niveles de toxinas (microcistinas) capaces de causar mortandad entre los peces.

Con el objeto de abordar la situación ecológica del Estuario y su complejidad a nivel de competencias, el segundo ciclo de la planificación hidrológica de la demarcación prevé la elaboración del Plan Especial del Estuario del Guadalquivir, en cuya elaboración participarían las administraciones con competencias en materia de aguas, costas, navegación, agraria y medio natural.

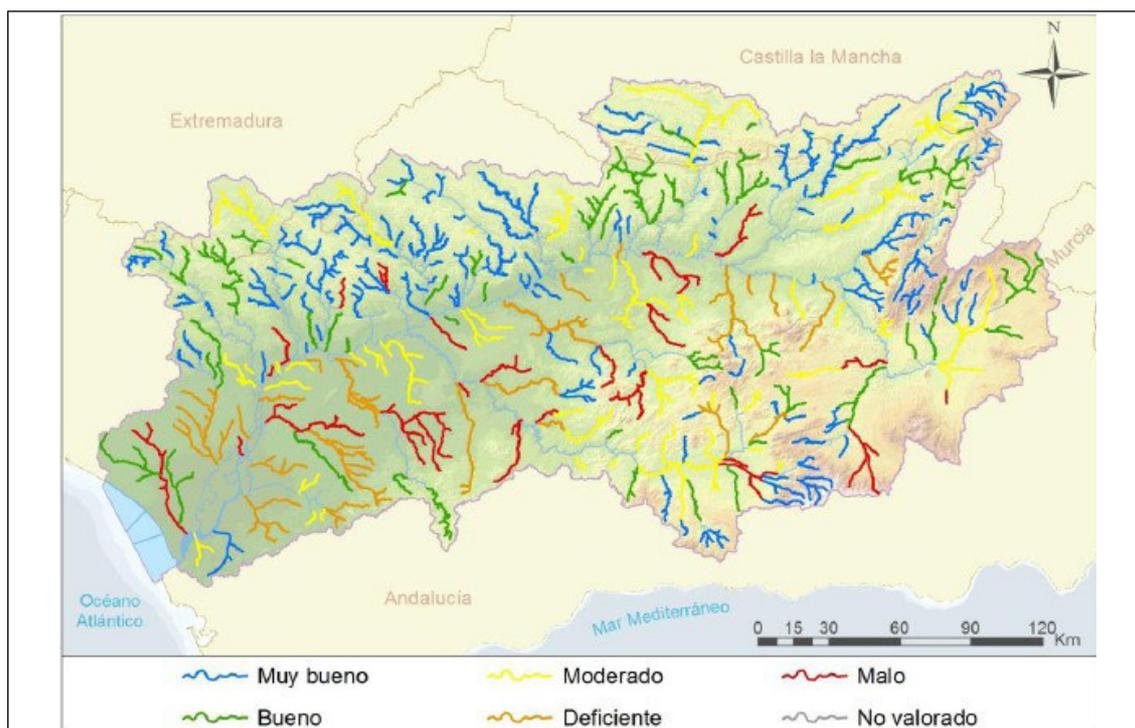


Figura 6.18. Estado de las masas de agua naturales de tipo río de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2015).

En todo caso, merece la pena reseñar también la presencia de un extenso rosario de lagunas, humedales y complejos palustres a lo largo de toda la cuenca del Guadalquivir. Estas incluyen desde marismas hasta sistemas endorreicos interiores asociados a la formación de cubetas en áreas de campiña. Este conjunto de humedales, tiene implicaciones de gran interés desde la perspectiva de la conectividad ecológica a escala regional puesto que actúan como *stepping stones* a lo largo de toda la cuenca y en su relación con otros territorios vecinos y lejanos a escalas superiores. Los humedales de la cuenca del Guadalquivir, dada su extensión, diversidad y localización, juegan un papel determinante en la movilidad de una gran variedad de especies por el territorio, especialmente aves acuáticas, que encuentran

en estos sectores hábitats y ecosistemas óptimos para su cría, alimentación, paso o invernada. Resultan asimismo claves en los flujos migratorios de la avifauna entre Eurasia y África, los cuales se producen en buena parte a través del Estrecho de Gibraltar, y son, en última instancia, elementos vitales para la conservación de una gran variedad de especies de fauna, en muchos casos amenazada.

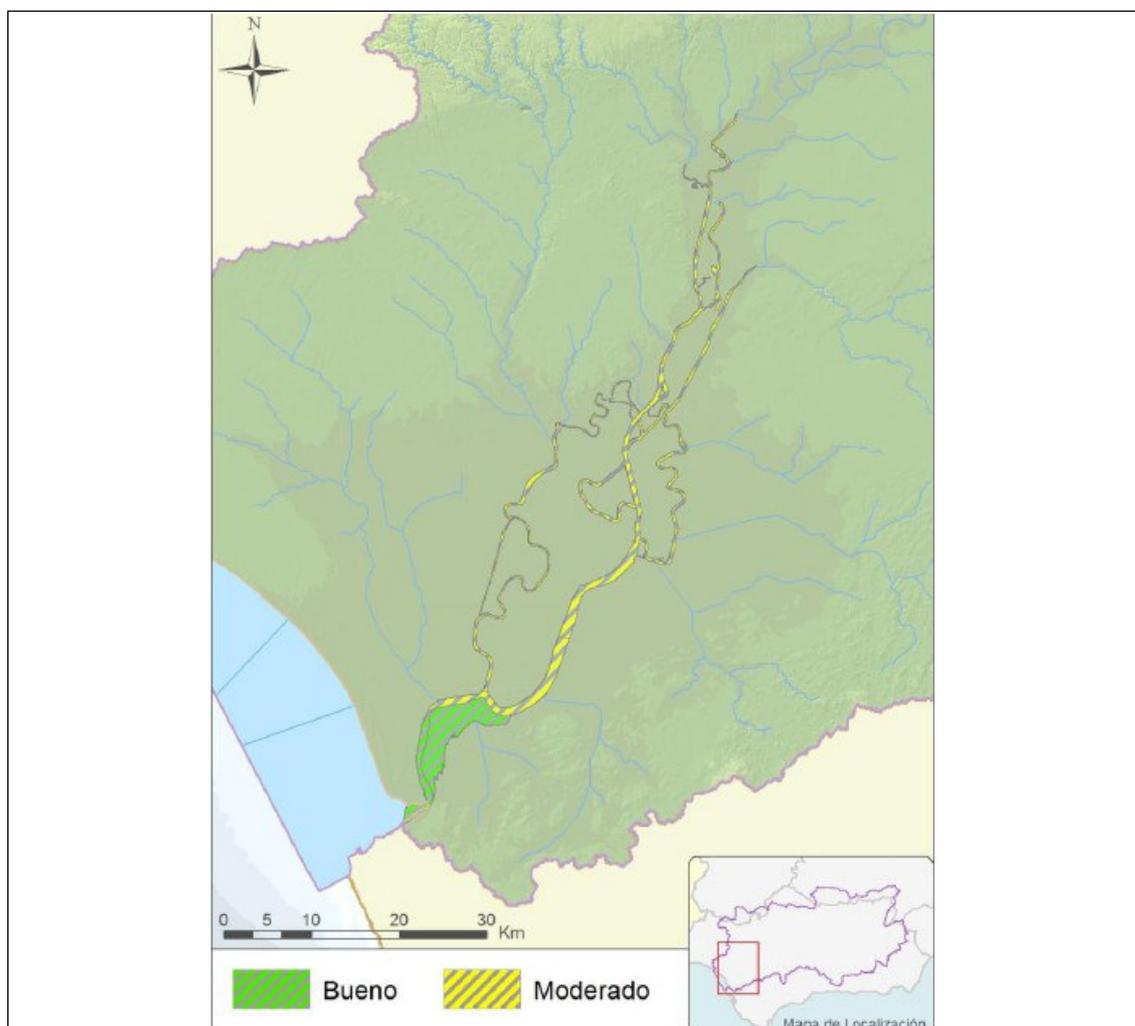


Figura 6.19. Potencial ecológico de las masas de agua muy modificadas de la categoría transición de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Fuente: *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2015)*.

La cuenca del Guadalquivir tiene una gran extensión y se encuentra en una zona con una gran demanda de agua y fuertes limitaciones hídricas, lo que ha comportado una regulación muy importante de sus cursos de agua. Dentro de las alteraciones morfológicas y de regulación de flujo con incidencia sobre la conectividad cabe mencionar las presas, trasvases y desvíos de agua, azudes, canalizaciones, protección

de márgenes y la cobertura de cauces. La cuenca tiene un total de 134 embalses de capacidades muy diversas, concentrados especialmente en los tributarios de la margen derecha, con un caudal más constante. Existen además un total de 171 presas asociadas a tales embalses, y 297 azudes especialmente concentrados en el Guadalquivir y algunos afluentes (Guadimar, Guadajoz). Los tramos canalizados ascienden a 203 y se concentran especialmente en la cuenca baja, tanto en el Guadalquivir como en sus principales afluentes (Corbones, Guadaira, Guadimar), si bien también son frecuentes en algunos ríos de la montaña silíceo oriental (Monachil, Fardes).

d) La demarcación hidrográfica del Guadalete y el Barbate

Más al sur, los ríos Guadalete y Barbate y otras pequeñas cuencas atlánticas no están en una situación mejor (Figura 6.20). La mayor parte de estas cuencas presenta un estado o potencial ecológico inferior a bueno, con un predominio de los tramos en estado deficiente. Como resultado, la mayor parte de la red fluvial de estas cuencas tiene un estado global inferior a bueno.

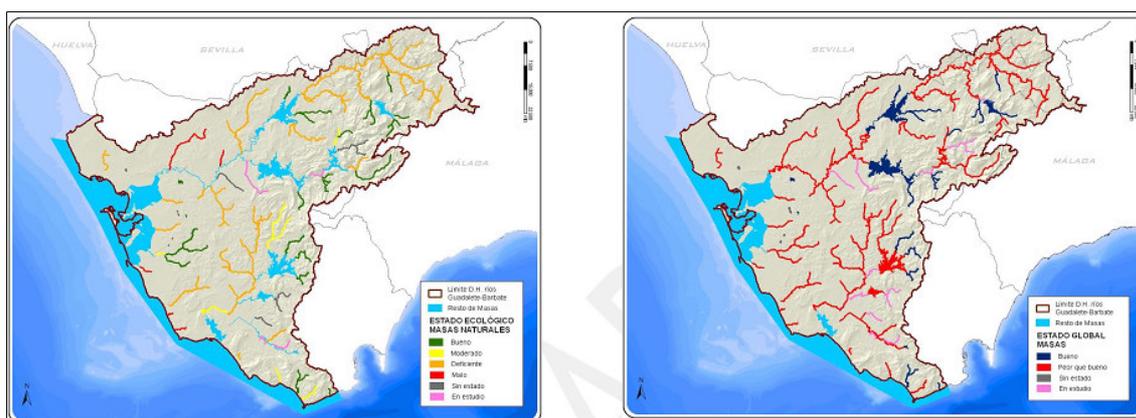


Figura 6.20. Estado ecológico (izquierda) y global (derecha) de las masas de agua de la demarcación hidrográfica del Guadalete-Barbate. Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate (2011).

Dentro de las alteraciones morfológicas y de regulación de flujo de la demarcación hidrográfica cabe mencionar la existencia de 14 presas, considerando como tales las estructuras transversales al cauce con una altura superior a 10 metros. La mayoría se concentran en la cuenca del Guadalete, la de mayor entidad de la demarcación. También destacan 4 alteraciones por trasvase o desvío de agua de los cuales 3 corresponden a usos no consuntivos. También se han inventariado un total de 25 azudes, con una altura inferior a 10 metros y superior a 2 metros, que se concentran en el río Guadalete. De éste total, cabe puntualizar que 2 están en masa de agua y

23 se sitúan a más de 100 metros de los ejes principales de las masas, es decir, en cauces secundarios. Las aguas de transición de ambas cuencas, formadas por lagunas y estuarios litorales, se encuentran muy modificadas por la actividad humana costera. No obstante, su potencial ecológico se considera bueno o muy bueno (Figura 6.21). Este rosario de lagunas y estuarios ejerce un papel muy importante en los movimientos de aves acuáticas a lo largo de la costa y en sus migraciones estacionales.



Figura 6.21. Estado de las masas costeras de transición de la demarcación hidrográfica del Guadalete-Barbate. Fuente: Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate (2011).

e) La demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas

Las cuencas de la vertiente mediterránea andaluza son en general pequeñas y se caracterizan por un régimen de aportación irregular, debido a un clima progresivamente más árido hacia las cuencas más orientales. Por ello sus masas de agua son de menor entidad que las que encontramos en la vertiente atlántica. Estos ríos presentan, en términos generales, un buen estado ecológico en zonas de cabecera y tramos medios que transcurren por áreas de montaña, con fuertes pendientes en estos sectores. En cambio, los tramos medios y bajos de estos cursos fluviales, que transcurren por áreas de piedemonte y por llanos litorales y pre-litorales ocupados por vegas y áreas urbanas, no alcanzan el buen estado ecológico en la gran mayoría de casos. Esto es consecuencia de la fuerte presión a la que se ven sometidos estos tramos, debido a la concentración de las áreas urbanas en estos sectores, del inadecuado tratamiento de los sistemas fluviales mediterráneos en

dichas zonas urbanas y del continuo deterioro de los cauces y ramblas en las áreas de invernaderos y cultivos bajo plástico.

Las ramblas de la zona oriental se encuentran en una situación especialmente precaria. Ello es debido al intenso desarrollo urbanístico soportado por muchas de estas áreas en las últimas décadas, y a la presión de los cultivos en invernadero y bajo plástico que ocupan progresivamente sus márgenes e incluso parte de su cauce. A ello que hay que añadir la condición histórica de las ramblas como vías de comunicación, con presencia incluso de infraestructuras de transporte. Las propias características intrínsecas de las ramblas (torrencialidad, irregularidad, etc.) y el inadecuado tratamiento de sus cuencas de aportación, cauces y márgenes introducen importantes niveles de riesgo de inundación. Las obras orientadas a reducir estos niveles de riesgo (construcción de muros de protección, encauzamientos, dragado de áridos de mantenimiento) no favorecen tampoco la situación con relación a la conectividad ecológica.

Un 47% de las masas de agua alcanza el buen estado ecológico (Figura 6.22), mientras que el 51% no alcanza el buen estado ecológico y el resto queda sin evaluar. El deterioro es especialmente notable en las cuencas más orientales que transcurren por áreas especialmente áridas, como la del Almanzora, el Antas o en Andarax, donde el estado o potencial ecológico es de moderado a malo. En cambio, las cuencas centrales y occidentales como las del Guadalfeo, el Guadalhorce y el Guadiaro presentan un mayor porcentaje de tramos en buen estado, especialmente en los afluentes de cabecera que provienen de áreas relativamente lluviosas. Un 33% de las masas de agua superficial continentales de la demarcación que se consideran artificiales o muy modificadas se encuentra en estado bueno y máximo, mientras que el 67% restante no alcanza el buen estado ecológico. Las aguas marinas costeras muestran un buen estado ecológico, y no tanto las aguas de transición. Entre ellas destaca un rosario de pequeñas lagunas, albuferas y marismas, como las de Adra Cabo de Gata y desembocadura del Guadalhorce, que actúan como auténticas *stepping stones* en las rutas migratorias de muchas aves acuáticas.



Figura 6.22. Estado ecológico de las masas de agua de las cuencas mediterráneas andaluzas. Fuente: *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (2011)*.

La práctica totalidad de las ramblas mediterráneas y de las masas de agua de las cuencas del Almanzora, el Antas y el Andarax no alcanza el buen estado global (Figura 6.23). Tampoco lo alcanzan gran parte de las cuencas del Guadalfeo y del Vélez. En cambio, los tramos en buen estado son frecuentes en las cuencas del Adra, del Guadalfeo y, en menor medida, del Guadiaro, especialmente en los afluentes de cabecera que recogen las aguas del sistema Penibético. Las aguas marinas costeras y de transición alcanzan un buen estado global.



Figura 6.23. Estado global de las masas de agua de las cuencas mediterráneas andaluzas. Fuente: *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (2011)*.

La demarcación tiene un total de 48 embalses, especialmente concentrados en el sector central, donde los ríos (Adra, Guadalfeo, Vélez y Guadalhorce) tienen mayor entidad. Existen además un total de 10 trasvases, de los cuales 3 son externos y el resto internos. De los externos, dos de ellos se encuentran en la cuenca del Almanzora, que actúa como cuenca receptora del caudal trasvasado, y el tercero, en la cuenca del Guadiaro, sirve para el aporte de recurso a la vecina demarcación del Guadalete-Barbate. A lo largo de la cuenca se han identificado un total de 96 represamientos con una altura inferior a los 10 metros y 29 encauzamientos con una longitud muy variable. Los encauzamientos se concentran en las desembocaduras de los cursos más importantes (Almanzora, Adra, Guadalhorce) y diversas ramblas, y obedecen a la necesidad de regular estos cursos, de régimen torrencial, a su paso por áreas urbanizadas.

6.2.4 Distribución y abundancia de HIC relevantes

El análisis de la distribución y abundancia de los HIC relacionados con la conectividad fluvial matiza el estado de determinadas demarcaciones hidrográficas (Tabla 6.3). Si bien la mayor parte de la red fluvial no interseca con HIC relevantes, conviene destacar el recubrimiento relativamente elevado de éstos en demarcaciones como la del Guadiana (aprox. 42%) o en las cuencas mediterráneas (aprox. 32%). Son especialmente relevantes los porcentajes de la red fluvial cubiertos con HIC forestales de ribera, especialmente las galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (*Nerio-Tamaricetea* y *Securinegion tinctoriae*), que llegan al 33% y al 22 % en las cuencas del Guadiana y en las mediterráneas, respectivamente. Destacan cuencas como la del Almanzora y el Andarax en el Mediterráneo, cuyos afluentes aún conservan una notable proporción de su recorrido cubierto de hábitats forestales de ribera (Figura 6.24). Estos hábitats también son abundantes en muchos afluentes de Sierra Morena en la cuenca del Guadalquivir, en la cabecera del Guadalete y en ríos de las sierras béticas y penibéticas como el Adra, el Guadalfeo, el Guadalhorce o el Guadiaro. Incluso son relativamente abundantes en tramos medios del Guadiana Menor o el Genil.

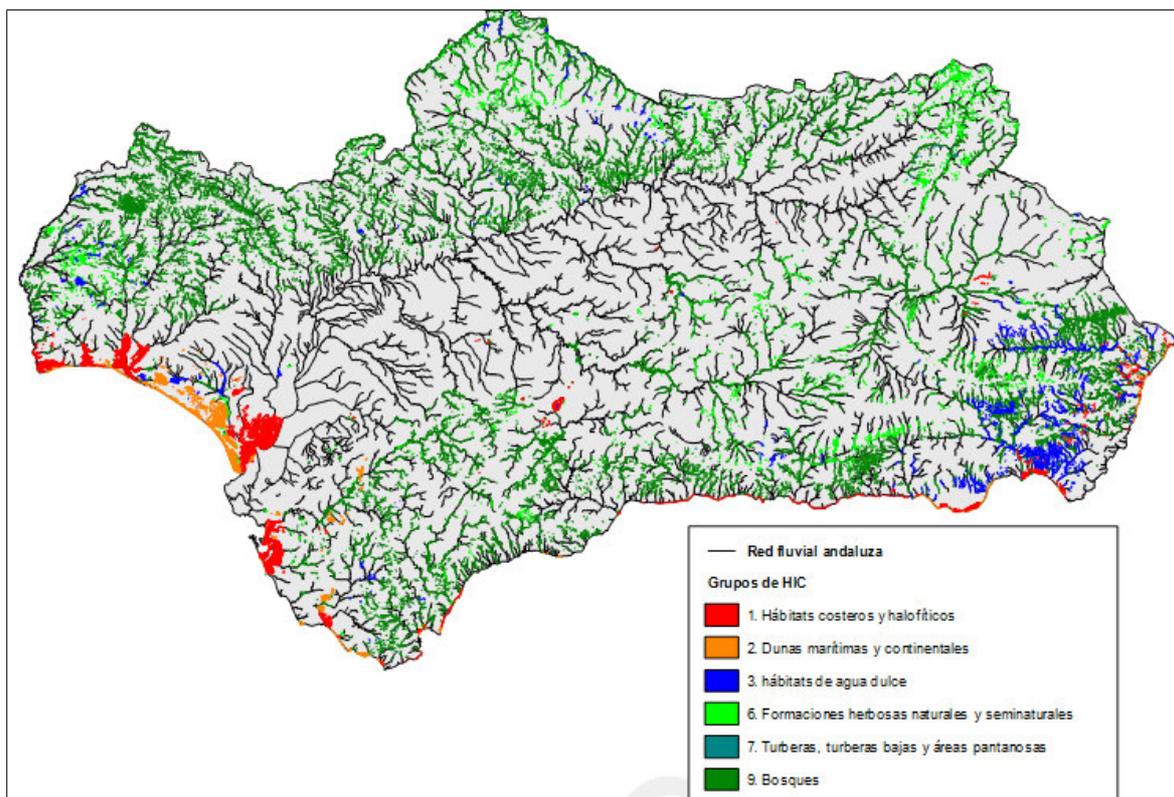


Figura 6.24. Distribución de los HIC de interés para la conectividad fluvial en Andalucía. *Elaboración propia a partir de datos de la REDIAM.*

6.2.5 Impacto sobre las poblaciones de peces

El estudio de Fernández-Delgado (2010) pone de manifiesto una considerable heterogeneidad en la riqueza y diversidad de especies en la cuenca del Guadalquivir. Los afluentes de la margen derecha procedentes de las Béticas orientales, Cazorla, Sierra Morena y el Andévalo muestran valores medios de riqueza y diversidad por subcuencas mayores que los de la margen izquierda, procedentes de las Béticas y Penibéticas centrales y occidentales. Por ello, las subcuencas ricas en especies con elevado interés de conservación se concentran en estos territorios y, sólo puntualmente, en las cabeceras penibéticas de algunos afluentes de la margen izquierda (Figura 6.25).

Por otra parte, existe un porcentaje notable de tramos sin peces en toda la cuenca, siendo éstos más frecuentes en la margen izquierda (48.2%) que en la derecha (26.3%). La representación cartográfica de las subcuencas sin peces muestra gráficamente este fenómeno (Figura 6.26). Los autores apuntan como causas de esta situación la calidad de las aguas y el régimen hídrico de la subcuenca, así como

también su composición de usos. Por ejemplo, la mayor parte de tramos sin peces en la margen izquierda del Guadalquivir corresponden a tramos sin agua, con aguas intermitentes o residuales (Figura 6.27). También es importante la situación de cada subcuenca en el continuo fluvial. Ello determina las posibilidades de un rescate, a partir de cuencas vecinas, de las poblaciones de peces de la subcuenca afectadas por impactos potenciales.

Figura 6.25. Áreas de elevado interés de conservación para la ictiofauna epicontinental de Andalucía. Fuente: Fernández-Delgado (2010).

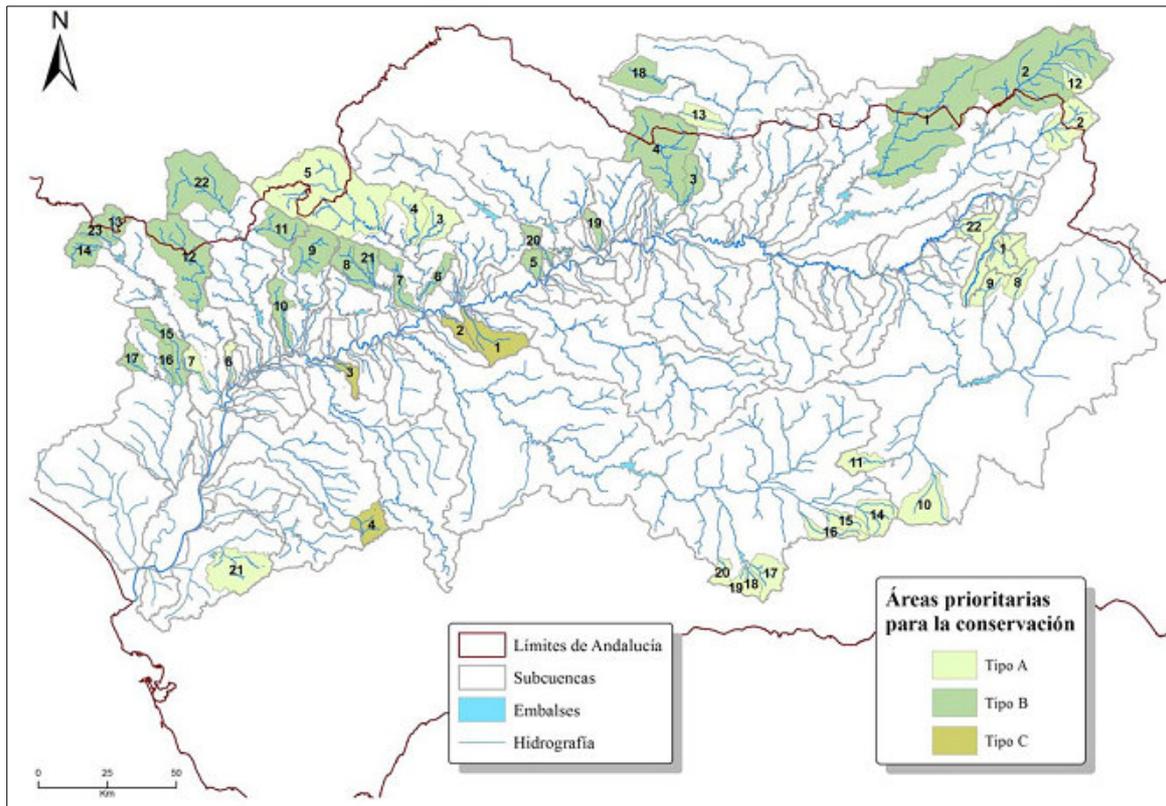


Figura 6.26. Subcuencas sin peces en la cuenca del Guadalquivir. Fuente: Fernández-Delgado (2010).

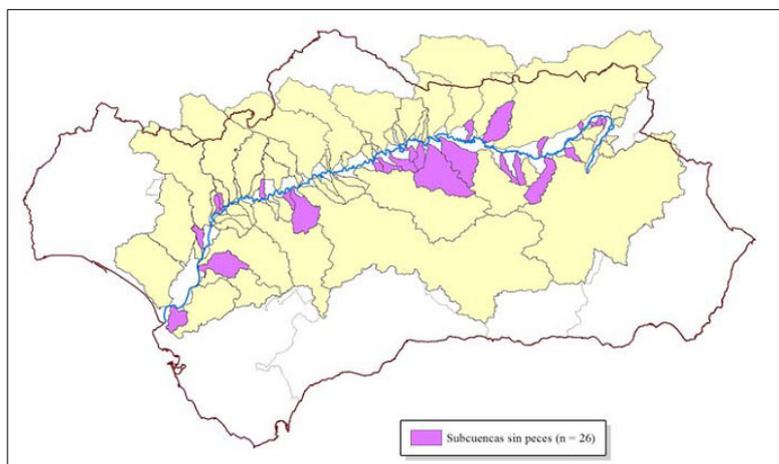


Figura 6.27 Caracterización de la calidad de los tramos hidrológicos sin peces. Fuente: Fernández-Delgado (2010).

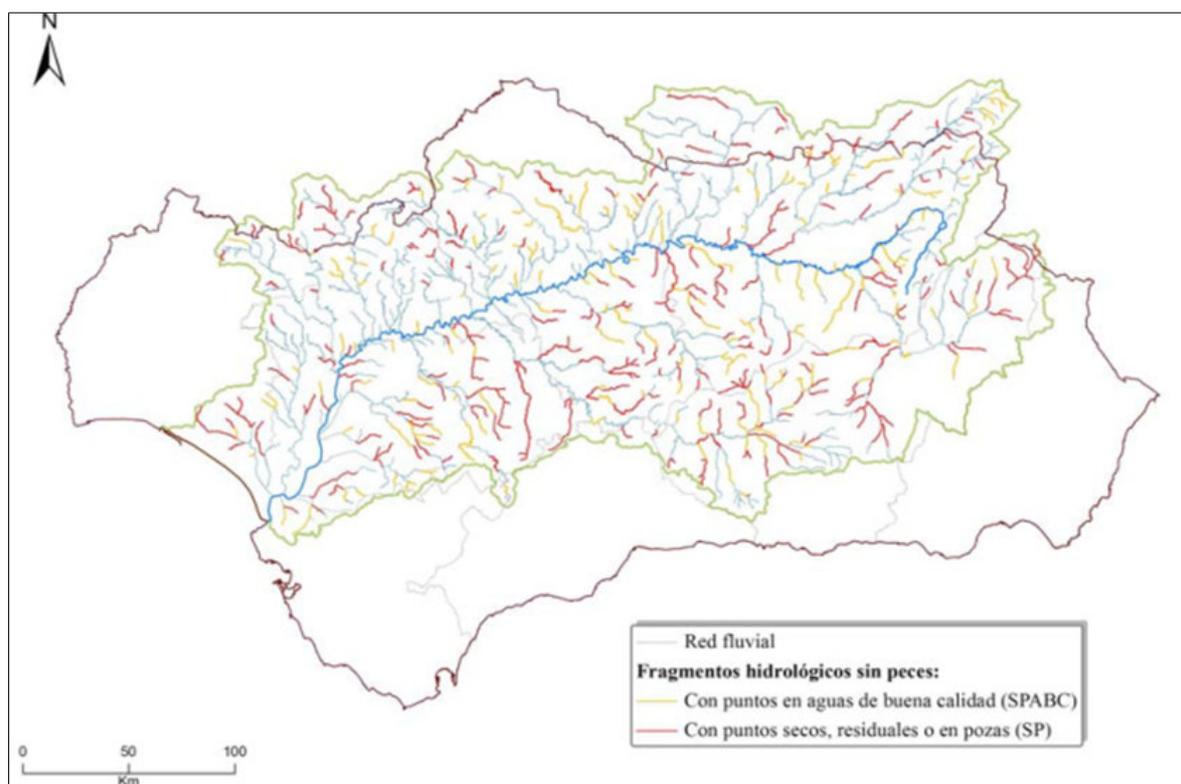


Tabla 6.3. Porcentaje de la red fluvial en cada demarcación hidrográfica con presencia de HIC seleccionados por su interés en la conectividad de las riberas fluviales. Únicamente se muestran los HIC con más de un 1% en alguna de las demarcaciones hidrográficas.

		Guadiana	Tinto-Odiel-Piedras	Guadalquivir	Barbate-Guadalete	Mediterráneas	Segura	TOTAL
	Longitud de las riberas (km)	1797	1303	13944	1500	5339	345	24229
	Sin HIC	57,99	77,92	80,53	77,18	68,11	78,45	75,74
	Con HIC	42,01	22,08	19,47	22,82	31,89	21,55	24,26
1430	Matorrales halo-nitrófilos (Pegano-Salsoletea)	0,00	0,00	0,66	0,00	1,43	0,00	0,69
3150	Lagos eutroficados naturales con vegetación Magnopotamion o Hydrocharition	1,29	0,28	0,25	0,00	0,00	0,00	0,26
3250	Ríos mediterráneos de caudal permanente con Glaucium flavum	0,00	0,00	0,10	0,00	12,23	0,00	2,75
3260	Ríos, de pisos de planicie a montano con vegetación de Ranunculion fluitantis y de Callitriche-Batrachion	4,98	0,31	0,24	0,00	0,00	0,00	0,53
6420	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas del Molinion-Holoschoenion	8,26	3,24	5,96	1,71	3,85	14,30	5,37
91B0	Fresnedas termófilas de Fraxinus angustifolia	4,01	4,20	2,95	3,92	2,07	0,00	2,92
92A0	Bosques galería de Salix alba y Populus alba	0,42	0,06	4,73	9,14	5,07	15,14	4,66
92B0	Bosques galería de ríos de caudal intermitente mediterráneos con Rhododendron ponticum, Salix y otras	2,80	1,71	0,66	0,80	0,99	0,00	0,95
92D0	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (Nerio-Tamaricetea y Securinegion tinctoriae)	33,36	15,46	12,60	14,12	22,28	1,57	16,37

6.2.6 Conclusiones generales

El diagnóstico de la conectividad fluvial en Andalucía se ha basado en datos indirectos, relativos al estado de conservación de los cursos de agua y sus riberas y a la abundancia de hábitats de interés comunitario (HIC). A partir de estos datos y por conocimiento experto se han inferido los posibles efectos sobre la biodiversidad, los cuales han sido objeto de una validación cualitativa utilizando información de la ictiofauna de la cuenca del Guadalquivir. Los resultados revelan un patrón de conservación de la red fluvial muy frecuente en territorios altamente humanizados, aunque si cabe agravado por la climatología mediterránea del territorio. Así, **los cursos de agua de los ríos principales y de sus afluentes muestran en general un grado de conservación deficiente**, tanto en lo que respecta a su estado ecológico y global como a la calidad de sus riberas. Por el contrario, gran parte de **los pequeños tributarios de montaña y las cabeceras de los ríos principales muestran en general un buen estado ecológico y global** (con excepciones, p.e. la cuenca del Monachil en Sierra Nevada) y riberas en relativo buen estado. De ello se desprende que la conectividad de muchos organismos y procesos fluviales puede sólo ser óptima en determinados tramos de montaña. Ello comporta en la práctica la **fragmentación de muchas poblaciones de organismos a lo largo de la red fluvial**. Muchas especies, particularmente las más estenoicas, quedan recluidas en los afluentes de menor entidad sin posibilidad de conexión entre sí a través del curso principal o de tributarios de orden superior.

Al comparar las diversas demarcaciones hidrográficas de Andalucía se constata la **situación extrema de gran parte de las cuencas atlánticas pequeñas y medianas**, incluyendo el tramo español del Guadiana. Ello es debido a presiones muy diversas que incluyen alteraciones morfológicas y de regulación de flujo (generalizadas), vertidos químicos tanto naturales como antrópicos (especialmente en la Faja Pirítica y las zonas mineras asociadas de las cuencas del Tinto y el Odiel), agrícolas y urbanos (especialmente en los cursos medios y bajos). Muchos de estos ríos sólo conservan biocenosis en buen estado en afluentes aislados, y por tanto la conectividad de sus poblaciones es muy baja o nula. No obstante, la situación es mejor en muchos afluentes de cabecera, donde todavía existe un recubrimiento notable de HIC forestales de ribera (cuenca del Guadiaro y afluentes de Sierra Morena y Andévalo del Guadiana).

En la vertiente mediterránea, la situación no es globalmente mejor. Los cursos fluviales tienen en general menor entidad, debido a la árida climatología de muchas zonas y a la menor dimensión de las cuencas hidrográficas. Algunos de los cursos de mayor entidad soportan, además, elevadas presiones derivadas de los usos urbanos o agrícolas que dominan sus cuencas (Guadalhorca, Almanzora), o de trasvases a otras cuencas (Guadiaro). Todo ello afecta notablemente a la conservación de sus flujos

ecológicos. A pesar de ello, muchos afluentes de cabecera de dichas cuencas muestran un notable recubrimiento de HIC fluviales.

A pesar de que su estado de conservación no es óptimo, la cuenca del Guadalquivir **sigue siendo el gran conector fluvial de Andalucía**. Sus grandes dimensiones (supone el 59,2% de la superficie total de Andalucía) y su densa red de tributarios deberían configurar la espina dorsal de la conectividad fluvial andaluza. Sin embargo, el río y sus principales afluentes (Genil, Guadiana menor, Guadajoz, Guadamar, Viar) presentan un estado de alteración importante que afectan al curso de agua (con alteraciones morfológicas, vertidos, etc.) y al estado de conservación de sus riberas, lo que en algunos casos les ha valido la categoría de aguas muy modificadas. Ello determina, en la práctica, un importante aislamiento de las biocenosis acuáticas en los diversos afluentes no regulados o en buen estado. Sin embargo, es importante destacar la gran heterogeneidad de la cuenca en lo que respecta al estado de conservación de sus cursos de agua, con notables diferencias entre los cursos fluviales y masas de agua de media y alta montaña, localizadas tanto en Sierra Morena como en la Cordillera Bética, y los ríos y arroyos que transcurren por las vegas y campiñas agrícolas. En los primeros, el estado ecológico y global es en general bueno o muy bueno, con una notable abundancia de HICs fluviales. Sin embargo, su conectividad ecológica se ve considerablemente mermada por las presas, presentes en la mayoría de grandes afluentes. Las áreas agrícolas y más humanizadas, en cambio, muestra en general un estado mucho más precario, con gran número de tramos en estado ecológico deficiente o malo. Ello afecta especialmente a algunos de los mayores afluentes de la cuenca (Genil, Guadajoz y, en menor medida, Guadiana menor), lo cual tiene consecuencias importantes en la conservación de su conectividad ecológica.

Esta situación de la red fluvial andaluza se refleja a su vez en el **estado de conservación de sus biocenosis**. En la cuenca del Guadalquivir, por ejemplo, se constata que los tributarios de la margen derecha conservan una mayor riqueza y diversidad de especies de peces autóctonos, muchas de las cuales son de gran interés para la conservación (Fernández-Delgado 2010). En cambio, los cauces de la margen izquierda, en general peor conservados, muestran comunidades de peces más empobrecidas y banales, y más tramos fluviales sin peces que los de la margen derecha. Estos resultados indican una relación obvia entre la biodiversidad de peces y el estado de conservación del río, aunque también pueden estar relacionados con la conectividad fluvial. Tal como sugieren los autores, la presencia de peces en un tramo fluvial se explica también por factores geográficos y de posición en la cuenca, relacionados a su vez con la probabilidad de que poblaciones eventualmente extinguidas puedan ser repobladas a partir de otras poblaciones próximas (efecto rescate).

6.3 La conectividad del medio marino

El análisis y la modelización de la conectividad marina se encuentran muy poco desarrollados, en primer lugar debido a la falta de información cartográfica clave sobre los gradientes ambientales marinos que la condicionan (corrientes, calidad del agua, etc.) y en segundo lugar por la falta de información sobre los patrones de dispersión de muchas especies marinas. Por otra parte también se ha asumido que la homogeneidad y estabilidad relativa del medio marino favorece, en comparación con el terrestre, la dispersión de las especies, lo cual ha comportado la asunción de que el medio marino está intrínsecamente conectado. Sin embargo, técnicas genéticas recientes han evidenciando la existencia de variabilidad genética entre poblaciones de peces e invertebrados marinos previamente consideradas como homogéneas (Rodríguez & Ruíz, 2010). Estos resultados ponen de manifiesto que, a escalas de relevancia ecológica, la conectividad entre ecosistemas marinos puede no ser tan alta como se creía.

En cualquier caso, es obligado tomar en consideración la conectividad marina dentro de los planes de conservación de la biodiversidad, ya que la presión humana sobre los ecosistemas marinos ha alcanzado un nivel sin precedentes, provocando la continua disminución de los recursos biológicos, tanto debido a la sobrepesca (que afecta a más del 80% de los caladeros de pesca; Barangé & Harris, 2003), como a la contaminación (especialmente de las áreas costeras). Además, cada vez es más evidente que la conservación y recuperación de estos elementos, así como la de los recursos pesqueros, están asociados a una correcta gestión de la conectividad a través de un sistema de áreas marinas protegidas (AMP). Las AMP extienden los retornos de su creación a ecosistemas más amplios que el de las fronteras que las confinan (Palumbi, 2003) debido al conocido “efecto reserva” que generan sobre estos territorios externos y sobre las especies que los ocupan. Este efecto depende de la intensidad con la que se realiza el intercambio de individuos entre el exterior y la AMP, es decir, de su conectividad.

La intensidad de intercambio entre especies marinas depende de su propia biología y de cómo ésta se integra con el sistema de corrientes donde su hábitat se localiza. Existe, no obstante, una relación bastante lineal entre la distancia de dispersión de las especies bentónicas y el tiempo de permanencia en el medio pelágico de sus huevos y larvas (Shanks et al., 2003). El análisis de la información disponible sobre dispersión de organismos bentónicos indica el predominio de dos estrategias distintas (Rodríguez & Ruíz, 2010): la dispersión a distancias cortas (<3-4 km) a través de propágulos de vida muy corta o que se dispersan cercanos al fondo para asegurar la permanencia de la descendencia en el mismo tipo de hábitat, y la dispersión a distancias largas (>20km) mediante larvas planctónicas con capacidad de alimentarse para alargar su vida pelágica. Esta dicotomía sugiere que las AMP deberían tener tamaños mínimos de 5 km, para permitir la reposición de organismos con baja tasa

de dispersión, y situarse a distancias de aproximadamente 20 km entre ellas, para permitir los intercambios entre poblaciones de especies de dispersión pelágica (Shanks et al., 2003). Es asimismo recomendable que la Red de AMP se vea complementada por otras áreas o hitos de interés que refuercen el intercambio de estas poblaciones y que puedan intervenir a su vez como núcleos de reserva biológicos.

Andalucía es un territorio especialmente complejo desde el punto de vista marino. En el Mediterráneo, los aportes de agua generados por los ríos y las precipitaciones atmosféricas no compensan las fuertes pérdidas por evaporación, generándose un déficit hídrico que es compensado fundamentalmente por la entrada de agua desde el Océano Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar. Esta confluencia de masas de agua atlánticas y mediterráneas genera un mosaico de condiciones ambientales especialmente heterogéneo en el mar de Alborán, mientras que la costa atlántica muestra un gradiente marcado por la confluencia entre las masas de agua frías del Atlántico norte, las cálidas procedentes del Golfo de México y las descargas de agua dulce de las cuencas fluviales atlánticas (ver el caso de la temperatura en la Figura 6.28). El resultado de este gradiente térmico e hídrico es un complejo sistema de corrientes marinas, tanto costeras como pelágicas (Figura 6.29).

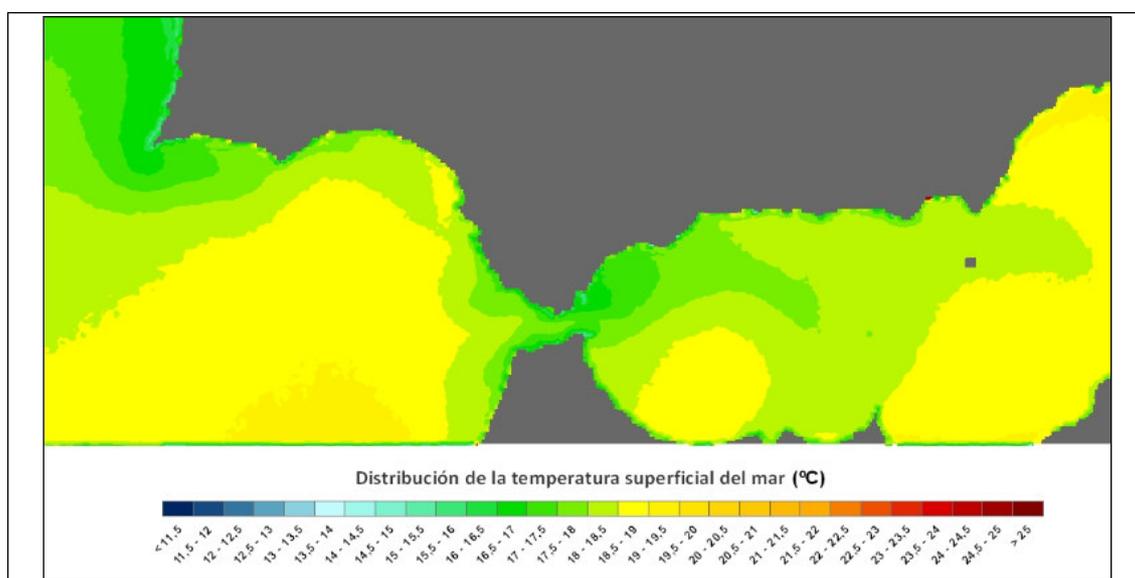


Figura 6.28. Distribución de los valores medios de temperatura de la superficie del agua en el mar de Alborán y el golfo de Cádiz para el período 2000-2010. *Fuente:* sensor AVHRR de la serie de satélites NOAA, Junta de Andalucía.

Estos factores deben tenerse en cuenta a la hora de plantear medidas de mantenimiento de la conectividad ecológica marina, las cuales pasan necesariamente por establecer una red básica de infraestructura azul con una dotación de AMP (nodos) suficientemente coherente. Respondiendo a este reto, Rodríguez & Ruíz

(2010) proponen completar el sistema de AMP actuales en el mar de Alborán (Paraje Natural de la isla de Alborán, PN del Cabo de Gata-Níjar, Paraje Natural de Maro-Cerro Gordo y PN del Estrecho) con un conjunto de AMP en el N de África y en el mismo mar (Figura 6.30).

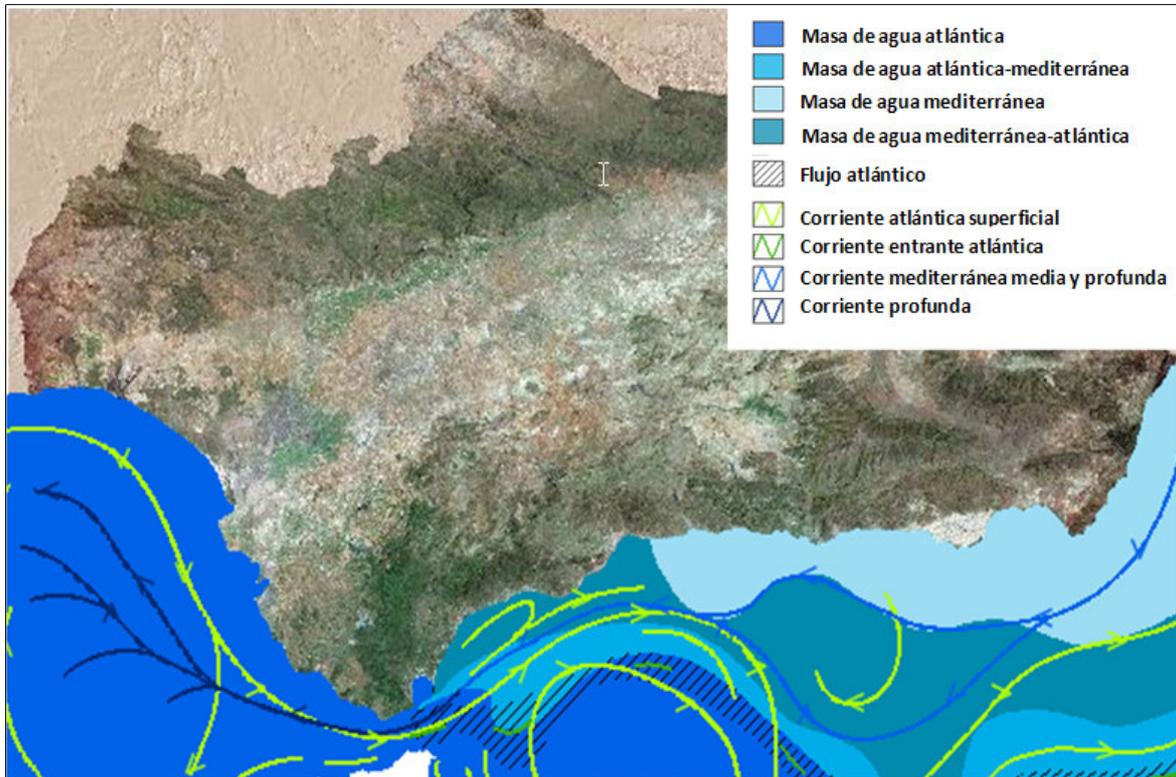


Figura 6.29. Principales masas de agua y corrientes marinas en el mar de Alborán y el golfo de Cádiz. Fuente: Junta de Andalucía.

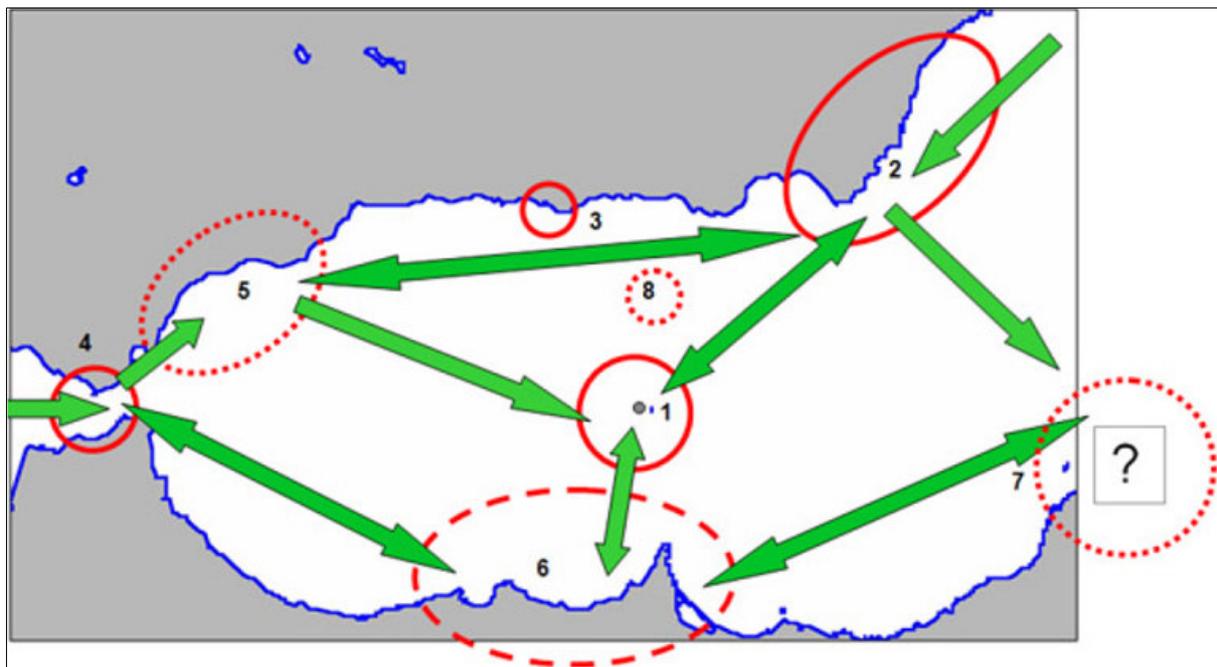


Figura 6.30. Propuesta de una red básica de Áreas Marinas Protegidas (AMP) para el mar de Alborán (Rodríguez & Ruíz, 2010). (1) Paraje Natural de la isla de Alborán; (2) Parque Natural del Cabo de Gata-Níjar; (3) Paraje Natural de Maro-Cerro Gordo; (4) Parque Natural del Estrecho, ampliado en el marco de la Reserva Intercontinental de la Biosfera Andalucía (España)-Marruecos; (5) propuesta de nueva AMP del afloramiento noroccidental; (6) Parque Nacional de Al Hoceima (Marruecos), ampliado para incluir el cabo de Tres Forcas; (7) Nueva AMP del ecosistema de la corriente argelina (Argelia); (8) Nueva AMP de montes submarinos del Seco de Los Olivos.

Probablemente, la conectividad marina de este sector se ve especialmente afectada por la dinámica costera de transporte de agua y sedimentos y por los intercambios con tierra firme y con los sistemas acuáticos continentales. Sin embargo, de nuevo no existen más que datos indirectos al respecto. El grado de artificialización de la costa es un buen indicador de la situación de la biodiversidad marina costera y de procesos ecológicos clave como la conectividad. Así, en el presente trabajo proponemos el porcentaje de cubiertas artificiales en el primer kilómetro de costa como *proxy* al estado de conservación del litoral. Este parámetro está directamente relacionado con la conservación de las interacciones tierra-mar. Por otro lado, también se puede relacionar con la existencia de barreras (espigones, dársenas portuarias) que interfieren directamente en la dinámica natural de la costa, responsable entre otros aspectos del mantenimiento y regeneración de las playas.

Se ha obtenido el porcentaje de cubiertas artificiales (urbano y viario) del primer kilómetro de costa para cada uno de los municipios costeros de Andalucía. Las cubiertas se obtuvieron del mapa SIOSE de Andalucía y se combinaron con la capa de los límites municipales oficiales de la REDIAM. Los resultados (Figura 6.31) muestran una situación relativamente buena del litoral más occidental (Huelva) y oriental

(Cabo de Gata y límite con Murcia), la costa granadina y el área del Estrecho, con porcentajes de urbanización bajos o muy bajos. En cambio, el poniente almeriense, la costa malagueña desde la Axarquía hasta el Golfo de Marbella y el área de Cádiz muestran porcentajes de urbanización de la costa superiores al 50%.

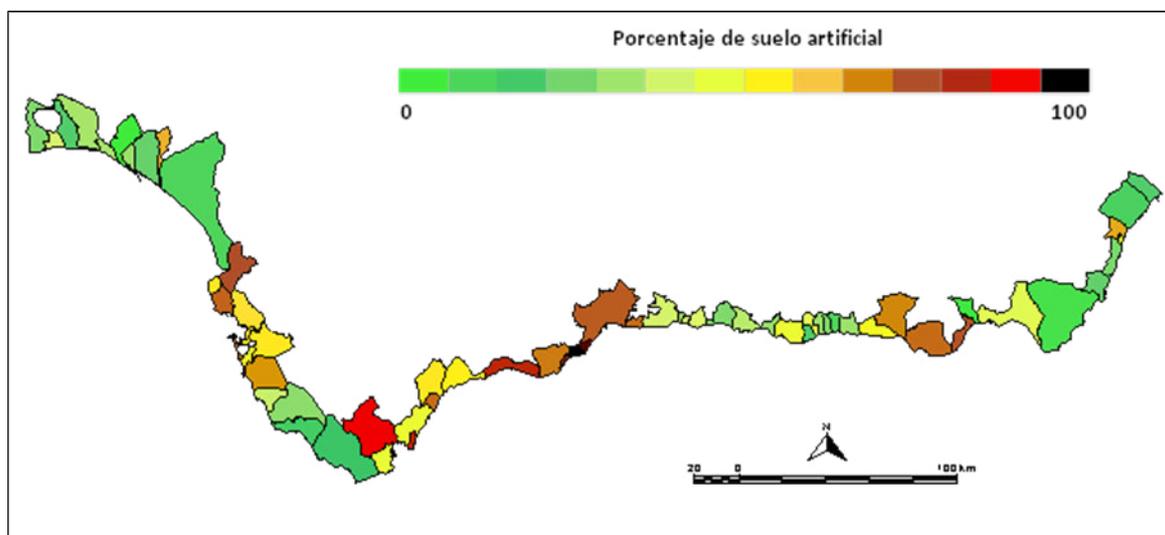


Figura 6.31. Porcentaje de cubiertas urbanas y artificiales en el primer km de los municipios costeros de Andalucía. Fuente: *Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio*.

Otra componente esencial de la conectividad marina de Andalucía es el intercambio entre las aguas fluviales y las marinas a través de las aguas de transición costeras. Este intercambio es especialmente intenso en la Andalucía atlántica, donde la dinámica marina determina la aparición de estuarios y marismas litorales. Estuarios como los del Guadalquivir, Guadalete, Guadiana o Barbate fueron antaño importante elementos de conexión entre las aguas del golfo de Cádiz y amplias llanuras de inundación mareal. Los escasos restos de aquellas antiguas marismas aún actúan como elementos fertilizadores y capaces de actuar sobre el sistema de corrientes del golfo (García-Lafuente & Ruiz, 2007; Figura 6.32). El estado de dichas masas de agua condiciona este intercambio río-mar. Sin embargo, este estado es muy variable: es relativamente bueno en los ríos más occidentales (Guadiana y Piedras) pero deficiente en las desembocaduras del Tinto y del Odiel, en el bajo Guadalquivir, en las marismas de Cádiz, San Fernando, San Pedro y de la desembocadura del río Barbate (ver apartado 6.2).

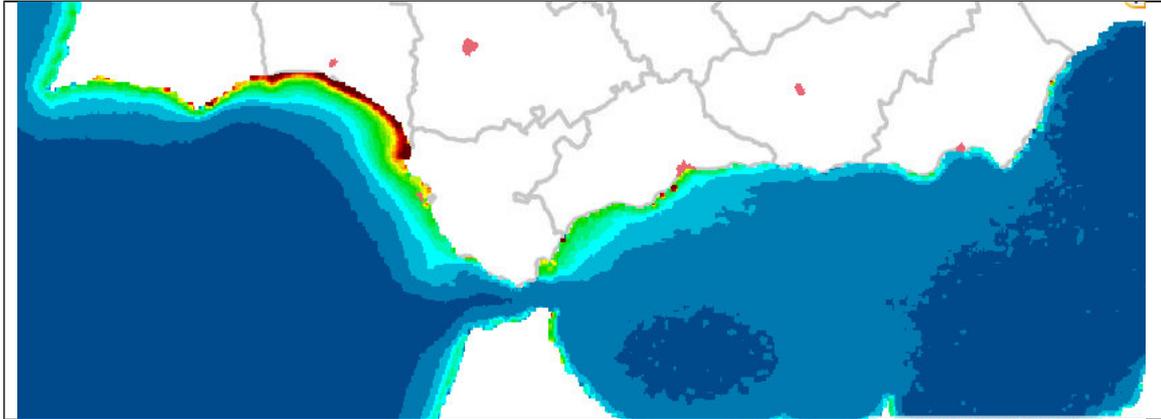


Figura 6.32. Concentración de clorofila a en el golfo de Cádiz y el mar de Alborán (valores bajos en azul, valores altos en rojo. *Fuente: sensor MERIS, Junta de Andalucía*).

Un problema añadido a la falta de información y a las lagunas de conocimiento relativas a la conectividad ecológica en el medio marino y litoral es la división de competencias propia de este ámbito, que corresponde a las Comunidades Autónomas en las aguas interiores y al Estado en las franjas de mar territorial y zonas de exclusividad económica. Es por tanto complejo abordar medidas para la mejora de la conectividad ecológica marina desde el marco de un Plan director a escala regional, si bien la conectividad marina tiene componentes propios en los sectores costeros, que son los únicos incluidos en el ámbito competencial del Plan.

El diagnóstico de la conectividad ecológica en Andalucía evidencia, en este sentido, que existen problemas significativos de fragmentación de hábitats y ecosistemas ligados a la ocupación del litoral por parte de patrones urbanos, agrícolas o infraestructurales, que razonablemente no solo afectan a la integridad de los flujos ecológicos continentales y a la capacidad de movilidad y dispersión de los organismos terrestres. Es esperable que los procesos de fragmentación en la franja litoral tengan también implicaciones destacables sobre los procesos y especies costeras y marinas, y que dichas implicaciones puedan también ser tratadas mediante la aplicación de medidas destinadas a la mejora de la conectividad ecológica en las áreas costeras.

6.4 Conectividad ecológica y biodiversidad en Andalucía

La conservación y recuperación de la conectividad ecológica tiene implicaciones evidentes sobre la conservación de la biodiversidad, tal como pone de manifiesto la extensa bibliografía recientemente disponible (p.e. Crooks & Sanjayan 2006; Collinge 2009). En España, se han multiplicado en la última década los trabajos que destacan las implicaciones de la fragmentación del paisaje y de la pérdida de la conectividad ecológica sobre la conservación de las especies de vertebrados (Santos et al., 2002; Virgós et al., 2002; Pascual-Hortal & Saura 2008; Zozaya et al. 2012).

En todos estos trabajos se destaca que, especialmente en paisajes muy transformados por la actividad humana, es deseable el mantenimiento y la recuperación de la conectividad ecológica a través de estrategias diversas (corredores ecológicos, pasos de fauna bajo las infraestructuras, recuperación de la permeabilidad del paisaje) que comporten una reducción de la fragmentación. Sin embargo, la concreción de dichas medidas para especies concretas es compleja y escapa claramente a los objetivos del presente Plan. Cada especie percibe y explota el paisaje de manera específica en función de sus características biológicas (por ejemplo, su tamaño y movilidad, tanto directa como a través de diásporas diversas) y ecológicas (por ejemplo, según su grado de especialización en determinados hábitats). Por otra parte, se precisa información muy detallada de los efectivos, la demografía y la localización de las diversas poblaciones a conectar y del paisaje que las envuelve. Todos estos elementos están disponibles de forma muy fragmentaria y heterogénea para las diversas especies, lo que impide llevar a cabo un análisis conjunto suficientemente robusto. Por ello, seguidamente se llevará a cabo un análisis preliminar de las principales amenazas que pesan sobre los principales grupos de biodiversidad con un elevado interés de conservación, y del eventual papel que podría jugar una mejora de la conectividad sobre el mantenimiento y recuperación de sus poblaciones. Esta primera diagnosis se ha realizado en base al Catálogo Andaluz de Especies Amenazadas, aprobado por el parlamento de Andalucía, a través de su *Ley 8/2003, de 28 de octubre de la flora y la fauna silvestres*. Dicho catálogo se basa en los libros rojos de la flora silvestre (Blanca et al. 1999-2000), la fauna vertebrada (Franco & Rodríguez 2001) y la fauna invertebrada (Barea-Azcón *et al.* 2008) disponibles para Andalucía.

6.4.1 Flora vascular

La flora es componente destacado de la biodiversidad andaluza, con un relevante papel en cuanto a número de especies en relación al entorno ibérico y europeo continental. Además, Andalucía es un foco activo de especiación y se presentan unos elevados niveles de estenocoria (más de 400 endemismos estrictos andaluces y otros tantos ibéricos e ibérico-mauritanos, hasta alcanzar los 925 taxones a nivel de especie y subespecie).

En Andalucía, la conectividad de la flora está condicionada a la conectividad general del territorio, (ya comentada en diversos puntos de la diagnosis). Por lo que respecta a la flora amenazada, conviene señalar que el decreto 23/2012 recoge 288 taxones de flora en su catálogo, de los que 5 se consideran extintos, 68 en peligro, 116 vulnerables y 99 en el listado andaluz de especies en régimen de protección especial (LAESPE). Algunos de ellos presentan distribución muy restringida debido a causas ecológicas (especialización en ambientes muy localizados: sustratos específicos como

peridotitas o yesos, adaptaciones a la alta montaña, entre otras) e históricas (supervivencia actual en áreas aisladas que son residuo de un área anterior más extensa). Frente a la especialización ambiental, pocas medidas se pueden desarrollar, ya que esta responde a aislamiento de carácter natural. En estos casos, la recuperación de la conectividad ecológica no comportaría necesariamente una mejora de su situación. Incluso, en algunos casos, no sería deseable puesto que se podría interferir en posibles procesos naturales de especiación, si bien en otros muchos casos los procesos de especiación afectados podrían ser resultado de efectos de fragmentación o aislamiento ocasionado por el hombre. En otros casos (p.e. tabaco gordo, tabaco del pastor o belladona de flor amarilla (*Atropa baetica*), abedul (*Betula pendula fontqueri*), *Centaurea monticola*, camarina (*Corema album*), liga o rosolí portugués (*Drosophyllum lusitanicum*), enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus macrocarpa*), narciso de Sierra Nevada (*Narcissus nevadensis*), etc.), se podrían proponer acciones de mejora de la conectividad entre las diversas poblaciones existentes en un mismo macizo o territorio, aunque este tipo de actuaciones precisarán de un conocimiento muy detallado de las características de cada especie, de la distribución geográfica de las diversas localidades y del paisaje en que se encuentran. En todo caso, todo ello escapa a los objetivos del presente Plan.

No obstante, otro grupo de plantas amenazadas parece haber tenido una distribución mucho más amplia en épocas anteriores: sería el caso de, por ejemplo, especies de zonas húmedas y de riberas, así como las especies asociadas a ambientes costeros, donde los fenómenos de alteración, destrucción y fragmentación de hábitats han sido más severos y más bruscos. En sentido más general, este patrón podría aplicarse a prácticamente cualquier especie de los pisos basales. En estos casos, las medidas que faciliten la conectividad ecológica podrían facilitar las condiciones para una recuperación de territorios naturales de estas especies, si bien también se corre el riesgo de generar problemas de competencia con otras especies no presentes en el territorio actual de distribución o propiciar fenómenos de hibridación que ahora mismo no se están produciendo (por poner dos ejemplos). Todos estos factores requieren un análisis particular y, en cualquier caso, basarlas en la recuperación de la matriz territorial.

Algunas de las especies en situación vulnerable muestran también una distribución fragmentada por las diversas islas ambientales existentes (p.e. arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*), arce de Granada (*A. opalus granatense*), guillomo (*Amelanchier ovalis*), boj (*Buxus sempervirens*), acebo (*Ilex aquifolium*), laurel (*Laurus nobilis*), etc.). A priori, parece haber opciones de conectar dichas poblaciones con una mejora de la conectividad ecológica. Sin embargo, conviene tener en cuenta que muchas de estas islas ambientales (correspondientes a los pisos bioclimáticos supra y oromediterráneos) quedarán todavía más desconectadas en el futuro escenario climático previsto (Moreira 2008), por lo que las opciones de establecer corredores entre las diversas poblaciones quedan limitadas a una escala

local (intra-macizo). En todo caso, ello dependerá de nuevo de las características biológicas y ecológicas concretas de cada especie, que deberán evaluarse de forma específica.

Por tanto, la recuperación de la conectividad ecológica es especialmente pertinente para mejorar la conservación de las especies de los pisos basales (termo- y mesomediterráneos), aunque también en estos territorios se dan procesos de especiación motivados de adaptaciones locales, que desaconsejan un tratamiento de la conectividad a gran escala (p.e. el género *Limonium* en la costa). En la mayoría de casos, las acciones a realizar deberían concentrarse en la mejora de los elementos de la denominada matriz territorial (elementos en trama verde, paisajes agrícolas y forestales, ríos y riberas), más que en el establecimiento de conexiones ecológicas concretas.

6.4.2 Invertebrados

Se han identificado un total de 394 taxones (géneros, especies y subespecies) de invertebrados de interés de conservación en Andalucía repartidos en 10 *phyla*, 45 órdenes, 168 familias y 276 géneros, pertenecientes a los ámbitos marino, terrestre y exclusivos de aguas epicontinentales (Barea-Azcón et al. 2008).

Los taxones amenazados representan un 56,5% (n= 222) de la totalidad de la lista, mientras que el 24,4% (n= 96) son taxones para los que no fue posible disponer de datos suficientes para acometer una evaluación de su riesgo de extinción (Datos Insuficientes). El 19,2% restante (n= 76) corresponde a las categorías de Preocupación Menor y Casi Amenazadas. En total el 22,1% (n= 87) de los taxones evaluados pertenecen al medio marino mientras que el 77,9% (n=307) son propios del ámbito continental. El *phylum* más representado en la lista es el de los artrópodos, especialmente la clase insectos, seguido por el de los moluscos y más de lejos por el de los cnidarios y otros *phyla* con una representación muy exigua de taxones (5 ó menos). El orden más representado es el de los coleópteros aunque los caenogastrópodos, los estilomatóforos, los himenópteros o los lepidópteros cuentan con más de 30 especies amenazadas.

La principal causa de regresión para las poblaciones de invertebrados amenazados que habitan los medios continentales andaluces es el avance de la agricultura intensiva (Figura 6.33). Esta comporta la aparición de una serie de factores negativos para la conservación de estos organismos, como son la administración generalizada de plaguicidas, la pérdida de mosaicos de hábitats que permitían el mantenimiento de una alta diversidad de especies, y la reducción y fragmentación de los ambientes agrícolas tradicionales y de los hábitats naturales y seminaturales adyacentes. El

desarrollo de monocultivos se ha extendido a expensas de los paisajes en mosaico donde las pequeñas parcelas alternan con manchas de monte de tamaño variable. Es el caso de muchos monocultivos de olivar de las sierras Béticas y de las Campiñas del Guadalquivir. También es el caso de los cultivos intensivos bajo plástico de la costa, ubicados frecuentemente en zonas con una gran riqueza de invertebrados de elevado interés de conservación. La conservación y restauración de los mosaicos de hábitat en paisajes agrícolas y forestales y de otros elementos de la infraestructura verde (lindes, sotos y pequeñas zonas de vegetación autóctona) supondría una solución parcial a este problema.

El desarrollo de infraestructuras de transporte es una segunda causa de amenaza que conlleva, en ocasiones, serias repercusiones sobre los hábitats naturales que a su vez afectan a poblaciones de especies raras o amenazadas. Es el caso de muchas especies termomediterráneas concentradas en las zonas costeras más presionadas por el crecimiento urbanístico-residencial que ha caracterizado en las últimas décadas a estas áreas litorales.

La sobreexplotación de los recursos hídricos y la contaminación en ríos son también factores de amenaza muy importantes para la fauna invertebrada que, de un modo u otro, se encuentra asociada a los cursos fluviales o zonas húmedas de Andalucía. Los efectos de estas alteraciones se acentúan en época estival y repercuten tanto en la comunidad faunística estrictamente acuática como la anfibia y la ribereña.

Finalmente, conviene mencionar el efecto negativo que está teniendo la pérdida de los usos ganaderos y agrícolas tradicionales sobre la diversidad de invertebrados en general y sobre las especies amenazadas en particular. Estos usos tradicionales en muchas ocasiones constituyen un modelo de desarrollo y aprovechamiento compatible con unos niveles aceptables de diversidad biológica y, lo que es más importante, con el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas. Es el caso de los escarabeidos coprófagos rodadores, en regresión debido a la reducción de las cabañas ganaderas extensivas.

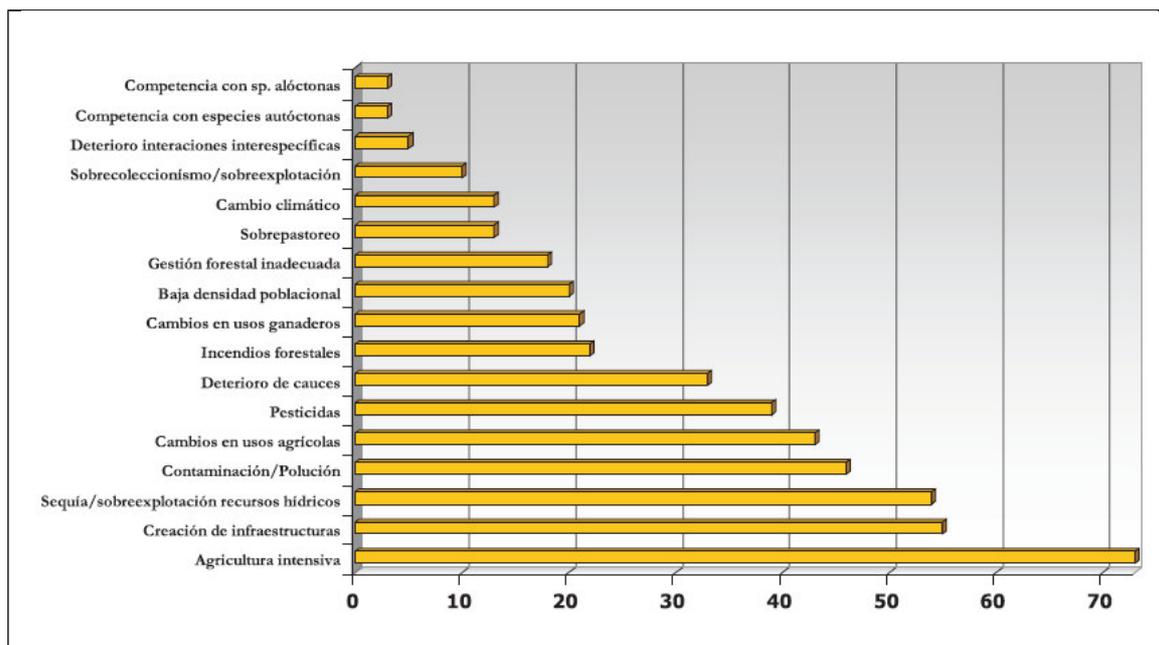


Figura 6.33. Principales amenazas que afectan a los invertebrados amenazados continentales de Andalucía (valoradas a partir del número de especies afectadas). Fuente: Barea-Azcón et al. 2008

6.4.3 Peces continentales y diádomos

El estado general de este grupo es relativamente precario debido a la alteración del medio y a la introducción de especies exóticas (Franco & Rodríguez, 2001). De un total de 19 especies amenazadas, una está regionalmente extinta (el espinoso (*Gasterosteus gymnuris*), cuatro están en peligro crítico y cinco más están amenazadas. Existen además 7 especies en un estado de conservación vulnerable.

Es evidente que uno de los grandes problemas para la conservación de las poblaciones de peces autóctonos es la fragmentación de su hábitat, motivada por

- (i) la pérdida de conectividad física producida por la construcción de grandes y pequeños embalses o la desecación de grandes tramos de río por detracciones de caudal excesivas;
- (ii) la pérdida de conectividad funcional por la alteración de largos tramos (contaminación, destrucción de riberas, etc.).

A ellos debe añadirse el efecto del cambio climático que comportará una reducción de los humedales a causa del aumento previsto de la temperatura y la reducción de la precipitación (Moreira 2008).

La recuperación de la conectividad física -mediante la eliminación de presas y azudes o la construcción de estructuras que posibiliten la permeabilidad a la fauna piscícola- y la recuperación de caudales ecológicos- y funcional -mediante la recuperación de la calidad ecológica en tramos degradados- parecen opciones deseables para gran parte de las especies continentales, si bien no para todas. Para aquellas especialmente afectadas por la invasión de especies exóticas, habría que valorar caso por caso esta recuperación. En algunos casos podría ser mejor mantener el aislamiento de las poblaciones (p.e. fartet (*Aphanius iberus*) en relación con la gambusia (*Gambusia holbrooki*) o cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes*) en relación a la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)).

6.4.4 Anfibios

Con un total de 7 especies amenazadas, los anfibios cuentan con 2 especies en estado vulnerable y tres en situación de riesgo menor. Los anfibios cuentan a su favor con una gran capacidad de adaptación de sus ciclos biológicos a la temporalidad de sus hábitats. Dependen en gran medida de pequeños hábitats acuáticos de tipo estacional que, por razones de escala, escapan de la aproximación a la conectividad ecológica empleada en el presente Plan.

Las grandes amenazas que pesan sobre estos organismos son la pérdida progresiva de sus hábitats, principalmente debida a la homogeneización de los paisajes agrícolas y a la urbanización de muchas áreas costeras. Estos cambios conllevan, en algunos casos, un aumento de la contaminación por fitosanitarios agrícolas y por residuos urbanos e industriales, que afectan a la calidad de los hábitats restantes. Por otra parte, el desarrollo de nuevas áreas urbanas e infraestructuras de transporte puede conllevar una pérdida y fragmentación adicionales de los hábitats de los anfibios, lo que puede acarrear a su vez una reducción de la conectividad de sus poblaciones a escala local. A todos estos efectos debe añadirse el debido al cambio climático, que repercutirá previsiblemente en una disminución de los humedales a causa del aumento previsto de la temperatura y la reducción de la precipitación (Moreira 2008).

En zonas mediterráneas, muchas especies de anfibios muestran un comportamiento marcadamente metapoblacional, con subpoblaciones confinadas en pequeñas charcas relativamente separadas entre sí. El mantenimiento a medio plazo de dichas subpoblaciones depende en gran medida de la conectividad con otras adyacentes, que eventualmente puedan ejercer un efecto de rescate o contribuyan a aumentar su acervo (*pool*) genético.

Por ello, la conservación y recuperación de pequeños humedales es de gran importancia para mantener la conectividad ecológica a escala local entre poblaciones de anfibios, especialmente en paisajes periurbanos o en los agrícolas muy homogéneos donde se dan situaciones diversas, dado que en algunos casos se ha producido la eliminación de estos elementos y, en otras, la actividad agraria ha propiciado su creación y mantenimiento. En áreas de montaña es especialmente importante recuperar corredores paisajísticos de hábitat que refuercen las conexiones entre algunas poblaciones próximas de anfibios forestales (p.e. la salamandra común (*Salamandra salamandra morenica*)). Sin embargo, algunas de estas últimas especies (salamandra penibética (*S. s. longirostris*), salamandra común (*S. s. morenica*), poblaciones orientales del tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*)) ocupan áreas de montaña relativamente disjuntas, con pocas opciones de conexión. La conectividad entre las diversas poblaciones existentes dentro y entre macizos se verá notablemente reducida con la expansión de los pisos termo y mesomediterráneos asociada al cambio climático.

6.4.5 Reptiles

Con un total de 14 especies amenazadas, los reptiles cuentan con una especie en peligro crítico (el lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*)) y seis especies en peligro de extinción. Como ocurre en los anfibios, la pérdida y fragmentación de sus hábitats a escala local se perfila como la gran amenaza para la conservación de las especies terrestres y acuáticas epicontinentales. Es especialmente negativa la homogeneización de determinados paisajes agrícolas, que comporta la desaparición de lindes, setos, yermos y otros fragmentos de hábitats naturales y seminaturales de gran interés para la conservación de los reptiles. Por otro lado, el proceso de abandono de las grandes superficies agrícolas y de pastizal y su posterior reforestación con coníferas ha causado también un gran impacto sobre las poblaciones de reptiles, más propias de hábitats abiertos. Por tanto, conviene centrarse en el mantenimiento de la extensión y la conectividad de dichos hábitats para asegurar la conservación de las poblaciones de reptiles. El uso generalizado de fitosanitarios también ha comportado una reducción de la biodiversidad de reptiles en paisajes con usos agrícolas particularmente intensivos, como las áreas de invernaderos de la costa. En ellos se ha observado una disminución importante de las poblaciones de lacértidos, que también ha afectado a sus depredadores asociados del grupo de los colúbridos.

Finalmente, conviene recalcar que algunas poblaciones de reptiles están especialmente afectadas por la fragmentación de sus hábitats debida a la urbanización y a la proliferación de infraestructuras. Éste es el caso de algunas especies propias de los hábitats costeros (camaleón (*Chamaeleo chamaeleo*), tortuga

mora (*Testudo graeca*), víbora hocicuda (*Vipera latasti*) en la costa atlántica) y de montaña (culebra lisa meridional (*Coronella girondica*) y lagartija de Valverde (*Algyroides marchi*) en Sierra Nevada y Cazorla, respectivamente). De nuevo, la gestión de dichos problemas deberá ser abordada a una escala local. Si bien esta escala no es el objeto de aplicación del presente Plan, éste puede contribuir a la mejora de la conectividad ecológica de las poblaciones de reptiles con algunas de las medidas propuestas para el tratamiento de la matriz territorial, y especialmente en paisajes agrícolas y forestales.

Como ya ocurría con los anfibios, algunos reptiles propios de montaña presentan poblaciones aisladas en unos pocos macizos montañosos (lagartija de Valverde (*Algyroides marchi*), culebra lisa europea (*Coronella austriaca*), lagarto verdinegro (*Lacerta schreiberi*), víbora hocicuda (*Vipera latasti*)). La conectividad entre las diversas poblaciones se verá notablemente reducida con la expansión de los pisos termo y mesomediterráneos asociada al cambio climático (Moreira 2008). Es especialmente pertinente la recuperación de la conectividad local entre estas poblaciones cuando esto sea posible (por ejemplo dentro de un mismo macizo), mediante corredores de hábitat.

6.4.6 Aves

Existen un total de 92 especies nidificantes de aves amenazadas en Andalucía, de las cuales 2 están regionalmente extintas, 12 se encuentran en peligro crítico y 14 en peligro de extinción.

Por sus características biológicas, las aves son organismos especialmente poco afectados por la pérdida de conectividad ecológica del territorio. Sin embargo algunos grupos ecológicos ocupan ambientes aislados y sometidos a una presión cada vez más intensa: son los casos de las aves costeras, las propias de los humedales y las esteparias. Para estos grupos es especialmente necesario recuperar la conectividad de dichos hábitats en el conjunto del territorio. Esta recuperación no pasa necesariamente por el establecimiento de conexiones físicas entre los diversos fragmentos de hábitat: por su movilidad a través del vector aire, las aves responden especialmente bien al establecimiento de corredores interrumpidos (*stepping stones*). Ello es especialmente importante en el caso de los humedales situados a lo largo de la costa o de los cursos fluviales, dada la esperada degradación de dichos hábitats por los efectos del cambio climático (Moreira 2008) y del aumento progresivo del uso del agua. Pero también se perfila como una estrategia importante para el mantenimiento de las reducidas poblaciones de aves esteparias (la avutarda común (*Otis tarda*), el sisón común (*Tetrax tetrax*), la ganga ortega (*Pterocles orientalis*), entre otras), que ocupan hábitats cada vez más aislados. Finalmente,

también puede dar buen resultado en el mantenimiento y recuperación de especies propias de mosaicos mediterráneos, con presencia de cultivos (ej. el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), el buitre negro (*Aegypius monachus*) y la cigüeña negra (*Ciconia nigra*) en Sierra Morena).

6.4.7 Mamíferos

Existen un total de 48 especies de mamíferos amenazados en Andalucía, de las cuales 6 están en peligro crítico y 7 en peligro de extinción. Los mamíferos son quizá el grupo de organismos con una escala de percepción y uso del paisaje más acorde con la aproximación a la conectividad ecológica del presente Plan. Por tanto, gran parte de las medidas que se proponen en dicho Plan son especialmente adecuadas para los mamíferos, y particularmente para los terrestres.

Dicho esto, conviene aclarar que, si bien la recuperación de la conectividad ecológica es positiva para la mayoría de las especies, su efectividad sería limitada para muchas de las especies que tienen una distribución localizada (el erizo moruno (*Atelerix algirus*)) o que ocupan las anteriormente mencionadas islas ambientales como son los hábitats de montaña (el topillo nival (*Chionomys nivalis*), el topillo de Cabrera (*Microtus cabreræ*), el musgano de Cabrera (*Neomys anomalus*), la ardilla común (*Sciurus vulgaris*), etc.). En estos casos, servirían para mejorar la situación general de las especies más generalistas (la ardilla común (*Sciurus vulgaris*)), o para incrementar el flujo de individuos en las diversas metapoblaciones locales (por ejemplo, las que ocupan los diversos macizos). De nuevo conviene recalcar que estas actuaciones deben ir precedidas de un profundo conocimiento de los requerimientos biológicos y ecológicos de las especies.

La recuperación de la conectividad ecológica a la escala del Plan, mediante la definición de una infraestructura verde básica del territorio a partir de los espacios naturales protegidos y de otras áreas de interés más allá de las áreas incluidas en la Red Natura 2000, es especialmente útil para la gestión de la megafauna de ungulados y carnívoros, debido a su movilidad y distancias de dispersión y a su generalismo ecológico. Este es el caso de algunas especies emblemáticas como el lobo (*Canis lupus*) o el lince ibérico (*Lynx pardina*). La conectividad ecológica de esta última especie -muy amenazada a nivel global- ha sido abordada en gran número de trabajos a escalas locales y regionales (p.e. Puerto & Muñoz 2010), siempre bajo la óptica de establecer una red de corredores ecológicos entre las poblaciones conocidas de lince o las áreas adecuadas para esta especie.

Un caso especialmente particular es de los quirópteros. A pesar de tratarse de organismos voladores que a priori parecen poco condicionados por las barreras a la

conectividad, lo cierto es que sus movimientos están muy condicionados por elementos del paisaje como corredores forestales, márgenes arbolados entre cultivos o rosarios de hábitats de ribera. Las barreras a la conectividad terrestre, como por ejemplo grandes concentraciones urbanas e infraestructuras, también parecen condicionar los movimientos diarios y estacionales de estos mamíferos.

6.5 Futuros retos de la conservación de la conectividad ecológica ante el cambio global

El conjunto del Planeta se halla inmerso en un proceso de cambio global, con diversas fuerzas motoras (*drivers*) que operan también a escalas muy diversas. Como en cualquier territorio de Europa, la conectividad ecológica de Andalucía se puede ver especialmente afectada por el cambio en los usos y las cubiertas del suelo, que puede determinar una mayor fragmentación de los hábitats naturales, y por el efecto barrera de las cada vez más numerosas y potentes infraestructuras (Estreguil et al. 2009). Sin embargo, conviene valorar también el efecto de otras fuerzas motoras, como el aumento de las perturbaciones (incendios), el incremento de plagas e invasiones biológicas, y el cambio climático que actúan de forma sinérgica sobre el patrimonio natural.

El eventual aumento de la conectividad en ambientes forestales, derivada de políticas de reforestación, por ejemplo, podría conllevar un aumento del riesgo de incendio. Por ello es especialmente importante que dichas actuaciones no comporten una homogeneización excesiva del paisaje sino que tiendan a su diversificación y naturalización de las áreas forestales, creando preferentemente estructuras en mosaico (Lloret et al. 2002).

Ello también es aplicable a la proliferación de plagas forestales, tanto nativas como exóticas. En este caso es especialmente importante diversificar las masas forestales, especialmente las provenientes de plantaciones de coníferas. Crear bosquetes de frondosas en las áreas más favorables (umbrías, fondos de valle), abrir claros para diversificar el paisaje y recuperar riberas y ámbitos ribereños de humedales son actuaciones que permitirán reducir un eventual riesgo de propagación de dichas plagas.

El aumento de la conectividad de los ambientes rurales y forestales no debe comportar, en principio, una acentuación de las invasiones biológicas sino todo lo contrario. La antropización del paisaje y su modificación en general se considera la gran fuerza motora de las invasiones biológicas: la proximidad a hábitats antrópicos permite la llegada masiva de propágulos y las perturbaciones asociadas a los cambios del paisaje favorecen su establecimiento en el medio natural (Vilà & Ibáñez 2011). Ambas presiones deberían, en principio, disminuir en las áreas *buffer* y de conexión previstas en cualquier plan de mejora de la conectividad, aunque algunas actuaciones podrían incrementar localmente el riesgo de invasión al perturbar el medio. Puede en este sentido darse el caso de que determinadas acciones dirigidas a la mejora de la conectividad ecológica puedan producir, por efecto de la entrada de especies exóticas invasoras, el deterioro del estado de conservación de determinados elementos o componentes de la biodiversidad (especies, hábitats, ecosistemas, flujos

genéticos, etc.). Este factor de riesgo se produce fundamentalmente cuando las medidas de aumento de la permeabilización se realizan sobre elementos antrópicos que han intervenido como freno al proceso de expansión de las invasiones biológicas. Tal es el caso en Andalucía de algunas zonas donde se mantiene la especie autóctona de cangrejo de río (*Austropotamobius pallipes*) gracias a la presencia de presas y azudes que dificultan la llegada de competidores foráneos. Es por ello preciso evaluar adecuadamente estas posibles implicaciones a escala local, que en cualquier caso se producen únicamente en circunstancias concretas y excepcionales, y se alejan de la norma general.

El cambio climático previsto en Andalucía comportará asimismo, según Moreira (2008), una homogeneización climática de Andalucía, con la pérdida de variabilidad del régimen térmico y de precipitaciones entre Sierra Morena y el valle del Guadalquivir. También desaparecerán los climas de montaña de Sierra Nevada y Cazorla, así como el de las sierras del Estrecho. Se expandirá el área de climas subdesérticos de la zona oriental y, finalmente, subirán las temperaturas de las zonas costeras atlántica y mediterránea. Todo ello resultará en un escenario climático mucho más homogéneo que el actual, con una desaparición de las islas climáticas actuales, lo que permitirá un mayor trasiego de los elementos meso y termomediterráneos.

Este horizonte tendría efectos devastadores sobre la extraordinaria diversidad biológica de Andalucía puesto que conllevará la pérdida de las islas de biodiversidad que han permitido la aparición y mantenimiento de gran número de endemismos, como ocurre en otros territorios de montaña (Pauli et al. 2003). Las actuaciones en dichas islas de biodiversidad deberán ir dirigidas en dos sentidos:

- Hacia la preservación de los flujos genéticos entre poblaciones para favorecer el efecto de rescate de las poblaciones aisladas y así mantener su viabilidad.
- Hacia la preservación de dicha insularidad a escala regional (macizos o sierras enteras) para mantener hasta donde sea posible esta biodiversidad única.

Es en cualquier caso fundamental para la conservación de la biodiversidad andaluza garantizar el mantenimiento de flujos ecológicos que puedan dar una oportunidad a las especies silvestres en la búsqueda y ocupación de nuevas áreas aptas a sus necesidades y requerimientos ambientales, dado el riesgo de que sus hábitats actuales puedan verse afectados, en el medio y largo plazo, por importantes dinámicas de cambio. La aplicación de medidas orientadas a la mejora de la conectividad ecológica no solo produciría importantes beneficios en ámbito de la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad, sino que también podría reducir sensiblemente el riesgo de ocurrencia y la magnitud de factores de riesgo que pueden igualmente verse incrementados por los efectos asociados al cambio climático. Tal es el caso de inundaciones, erosión, degradación de suelos o

desertificación, cuyas manifestaciones pueden verse minimizadas por acciones encaminadas a la naturalización de los ecosistemas fluviales o al mantenimiento de las cubiertas vegetales a lo largo de todo el año en paisajes agrícolas como campiñas cerealistas u olivareras. Puede señalarse en este sentido que la mejora de la conectividad ecológica aumenta la resiliencia y capacidad de respuesta de los ecosistemas y procesos naturales, un aspecto fundamental en la adaptación a los escenarios de incertidumbre impuestos en el ámbito ambiental, social y económico por el denominado cambio global, que incluye entre sus vectores de cambio el cambio climático.

7. ÍNDICE DE CONECTIVIDAD TERRESTRE DE ANDALUCÍA (ICTA)

7.1 Proceso metodológico

7.1.1 Criterios de definición del ICTA

Uno de los elementos clave para el análisis de la conectividad terrestre de Andalucía es el desarrollo de un índice cuantitativo y homogéneo para el conjunto del territorio: el índice de conectividad terrestre de Andalucía (ICTA). En cualquier caso, cabe tener en cuenta que la toma de decisiones y el enfoque del presente Plan partirá de una aproximación holística que no se reduce a la interpretación de un único índice, en este caso el (ICTA). El diagnóstico y la definición de estrategias de actuación se apoyará en un análisis multicriterio que integrará una amplia variedad de variables (ver volumen *Ámbitos de propuesta. Programa de medidas. Programa de seguimiento*).

La propuesta de Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) se basa en los siguientes criterios de partida:

- **Acepción funcional al concepto de conectividad.** Se entiende la conectividad ecológica como un atributo o propiedad del paisaje que resulta de la interacción de las cubiertas del suelo con los patrones de movimiento de los organismos. Va, por tanto, más allá que la derivada del simple patrón del paisaje (distancia entre teselas, densidad y complejidad de los corredores, etc.) y que a menudo se denomina conectancia.
- **Medida cuantitativa y continua para el conjunto del territorio.** La conectividad ha sido medida independientemente de los elementos de planificación y ordenación que se han propuesto para conservarla y potenciarla (conectores, corredores, vías verdes...). Esto quiere decir que se han rehuido aproximaciones cualitativas o dicotomías (ej. conector-no conector) a la conectividad.
- **Aproximación multiespecie.** No se ha pretendido modelizar la conectividad para una especie en concreto sino para el conjunto de los hábitats.
- **Aproximación al mosaico de hábitats mediterráneos.** Los hábitats mediterráneos muestran un altísimo grado de afinidad.
- **Escala de trabajo: 1:50.000.**
- **Modelización del mosaico mediterráneo.** La propuesta quiere reflejar el concepto de paisaje mediterráneo como mosaico de tipos de hábitat no

mutuamente excluyentes sino con un grado de afinidad entre ellos variable. Por tanto, estos hábitats relativamente afines también participarán en la medida de la conectividad de cada mancha. Esto refina la perspectiva clásica en la conectividad entre parches de hábitat, basada en una idea dicotómica del paisaje (hábitat-no hábitat) poco realista en contextos mediterráneos, especialmente inadecuada para el caso andaluz.

- **Categorías fisiognómicas como base del análisis.** Se utilizan categorías de hábitats relativamente genéricas basadas en criterios físicos como bosque, matorrales, prados, etc., en vez de otras basadas en criterios florísticos como los hábitats CORINE, o las categorías más genéricas de las series de vegetación de Andalucía. Esto se justifica por varias razones:
 - Si bien las clasificaciones basadas en criterios florísticos pueden ser de gran interés para la valoración de la diversidad de tipos de vegetación, no aportan mucha información sobre las relaciones funcionales que son la base de esta aproximación a la conectividad ecológica.
 - Por otro lado, estas unidades son a menudo descritas a partir de especies vegetales características que no son, sin embargo, exclusivas de aquellos hábitats. Esta exclusividad es menos evidente en el caso del resto de grupos de organismos.
 - Finalmente, no se conocen en detalle las relaciones de afinidad entre hábitats, sean florísticos o fisiognómicos, por lo que es mejor trabajar con el menor número de categorías posible.
- **La distancia a las manchas como factor clave de su afinidad.** Dentro de un mismo tipo de hábitat fisiognómico (por ejemplo el bosque) puede haber diferencias biogeográficas importantes (por ejemplo, entre los bosques subalpinos y los mediterráneos) que conllevan diferencias muy importantes en su composición de especies, y esto puede afectar a la conectividad ecológica. El índice, sin embargo, prioriza a las manchas más cercanas frente a las más alejadas, asumiendo implícitamente que las primeras son más similares que las segundas en la mancha focal. Se asume, entonces, la idea de la variación continua en los ecosistemas terrestres, mayoritaria en la ecología terrestre casi desde sus inicios.

7.1.2 Desarrollo metodológico

El desarrollo metodológico del ICTA se expone en detalle en el Anejo 1. El método tiene en cuenta la conectividad dentro de cada mancha de hábitat, la conectividad con manchas del mismo hábitat y la conectividad con manchas de hábitats afines.

Estas medidas se han calculado de manera continua para el territorio pero haciendo referencia a un ámbito de influencia (equivalente al paisaje) o *buffer* de ancho fijo alrededor de cada punto. La conectividad dentro de cada mancha depende del área de ésta y del efecto margen asociado a áreas urbanas e infraestructuras, que le restan poder conectivo cuanto más cercanas se encuentran.

La construcción del ICTA se ha basado en la siguiente información de base:

- El SIOSE-Andalucía
- El Mapa de series de vegetación de Andalucía
- Cartografía de las áreas limítrofes a la Comunidad Autónoma: CORINE
- Capas de infraestructuras viarias oficiales del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA).

Un punto clave en la propuesta de ICTA es el **tratamiento de los hábitats como compartimentos no totalmente cerrados**, que admiten un cierto intercambio de organismos y procesos entre ellos en función de unos valores de afinidad previamente establecidos por conocimiento experto. El uso de afinidades entre hábitats representa un cambio de paradigma importante en el cálculo de la conectividad. Las propuestas metodológicas precedentes siempre habían considerado los diversos tipos de hábitats de forma separada, sin posibilidad de interacción. Considerando las afinidades, nos aproximamos a una idea del paisaje más continua, con fronteras menos bruscas entre las diversas unidades. Se trata sin duda de una aproximación mejor a la idea de mosaico mediterráneo, cuyos hábitats comparten buena parte de las especies y los procesos ecológicos. Se han agrupado los hábitats en 15 categorías de tipos de hábitat.

Se ha calculado la resistencia que ofrece la matriz del territorio a los desplazamientos de los organismos para cada tipo de hábitat. Esta resistencia se denomina también impedancia.

Se ha considerado también que la proximidad a las áreas más humanizadas (áreas urbanas e infraestructuras) genera una resistencia adicional al desplazamiento de los organismos, debido a factores como el ruido, la luz, la polución, o la frecuentación humana. Se han establecido valores de resistencia separadamente para las áreas urbanas densas y laxas, las vías principales de gran capacidad (autopistas y autovías) y de media capacidad (carreteras convencionales y vías de ferrocarril) y las vías secundarias. El efecto de borde se añade a la impedancia asumiendo que este decrece inversamente con la distancia a la infraestructura.

La impedancia finalmente calculada recoge todos estos factores.

7.2 Determinación del índice de conectividad ecológica

Los valores de conectividad obtenidos para los puntos de muestreo, distribuidos cada 300 m, han servido en primer lugar para obtener mapas continuos de la conectividad del territorio para cada hábitat. Finalmente se ha obtenido un valor de la conectividad media de cada punto del territorio. El mapa final se muestra en la Figura 7.1.

Este mapa sintetiza el grado de conexión funcional de cada punto del territorio de Andalucía, integrando los diversos hábitats y sus afinidades mutuas, y las impedancias debidas a sus diferencias y al efecto particular de áreas urbanas e infraestructuras. El ICTA proporciona una visión conjunta y general del estado de conexión del territorio. Un primer análisis cualitativo de este mapa permite corroborar los resultados obtenidos en la diagnosis inicial. Los valores más bajos, inferiores a 6 (100 ha de hábitat disponible) se distribuyen a lo largo del litoral y en el fondo de los principales valles y depresiones, que concentran las mayores poblaciones. Es especialmente preocupante la situación del litoral mediterráneo (Málaga, Guadalhorce, Costa del Sol), pero también hay grandes áreas de conectividad muy baja en la costa atlántica (áreas de Huelva y Cádiz). El fondo del valle del Guadalquivir y de sus principales tributarios (Genil) muestra también una situación de baja conectividad, especialmente en las principales conurbaciones (Sevilla, Córdoba, Jaén). Esta situación se repite también en las diversas hoyas y depresiones intrabéticas ocupadas por ciudades y procesos urbanos de cierta magnitud (Granada, etc.). La conectividad también desciende a lo largo de los principales ejes de comunicación, por el efecto combinado de las infraestructuras y las áreas urbanas asociadas.

Por el contrario, las grandes sierras muestran una situación global mucho mejor, con máximos de conectividad en los macizos más grandes, muchos de ellos integrados en la Red Natura 2000. Es el caso de algunos sectores de Sierra Morena Central y Occidental, Cazorla, Sierra Nevada o los Alcornocales. Pero también es el caso de grandes zonas agrícolas de las campiñas del Guadalquivir, del Sureste árido y de algunas hoyas y depresiones intrabéticas donde dominan las extensiones agrícolas y la densidad de población es baja. Así, los grandes polígonos y la baja densidad de áreas urbanas e infraestructuras determinan elevados valores de conectividad en hábitats agrícolas donde la diversidad biológica puede ser baja por las propias características y el tipo de uso.

Este análisis debe completarse, sin embargo, con una evaluación particular para los 15 tipos de hábitats de estudio, análisis que también se ha efectuado. Para ello, no se han utilizado mapas similares para cada uno de los hábitats estudiados, dado que pueden llevar a una mala interpretación de los resultados: debido a las enormes diferencias de tamaño entre polígonos de hábitats y las reglas de afinidades e

impedancias establecidas entre ellos, aquellos hábitats que tienen polígonos de mayor tamaño pueden concentrar la conectividad de otros hábitats con los que comparten una cierta afinidad y que presentan unos polígonos mucho más pequeños. Así, el mapa puede dar la falsa impresión de que la conectividad agrícola en zonas de montaña se canaliza a través de los polígonos de bosque, o que la conectividad del bosque de llanos agrícolas se canaliza a través de los cultivos de regadío.

A continuación se muestran los mapas de conectividad terrestre de determinados hábitats tipo combinados, en los cuales se puede inferir el estado funcional de dichos hábitats a partir de su continuidad (inversamente relacionada con su grado de fragmentación) y de los valores del ICTA (indicativos de su conectividad). Debido a las reglas de afinidad propuestas, es posible tener hábitats fragmentados pero bien conectados si éstos se inscriben en una matriz relativamente afín y bien conservada. Los hábitats forestales leñosos (Figura 7.2) muestran un patrón similar al de la conectividad general, con valores máximos en las grandes sierras y macizos más forestados (Sierra Morena y las sierras Penibéticas, y en menor medida Cazorla), y más bajos en las cercanías de valles y poblaciones, destacando especialmente los valores bajos del entorno de Málaga y de algunos sectores del norte. La distribución de la conectividad en los hábitats forestales no arbolados es relativamente similar a la anterior (Figura 7.3), con un máximo de conectividad en el sector oriental donde dominan estos hábitats. Los hábitats acuáticos y costeros (Figura 7.4), únicamente abundantes en la costa atlántica, muestran en general valores altos de conectividad excepto en los ambientes más humanizados (arrozales del Guadalquivir). Los hábitats agrícolas tanto leñosos como herbáceos muestran una elevada continuidad en el sector de las campiñas del Guadalquivir y en las hoyas y depresiones intrabéticas vecinas, fuera de los grandes núcleos de población. Este resultado es totalmente esperable, ya que dichos sectores son ocupados por paisajes monótonos, homogéneos y altamente especializados, dominados casi totalmente por cultivos. Por el contrario, los cultivos de la costa, del fondo del valle del Guadalquivir y de algunas hoyas y depresiones muestran valores bajos o muy bajos de conectividad debido a su fragmentación y al grado de transformación de la matriz de los paisajes que ocupan.

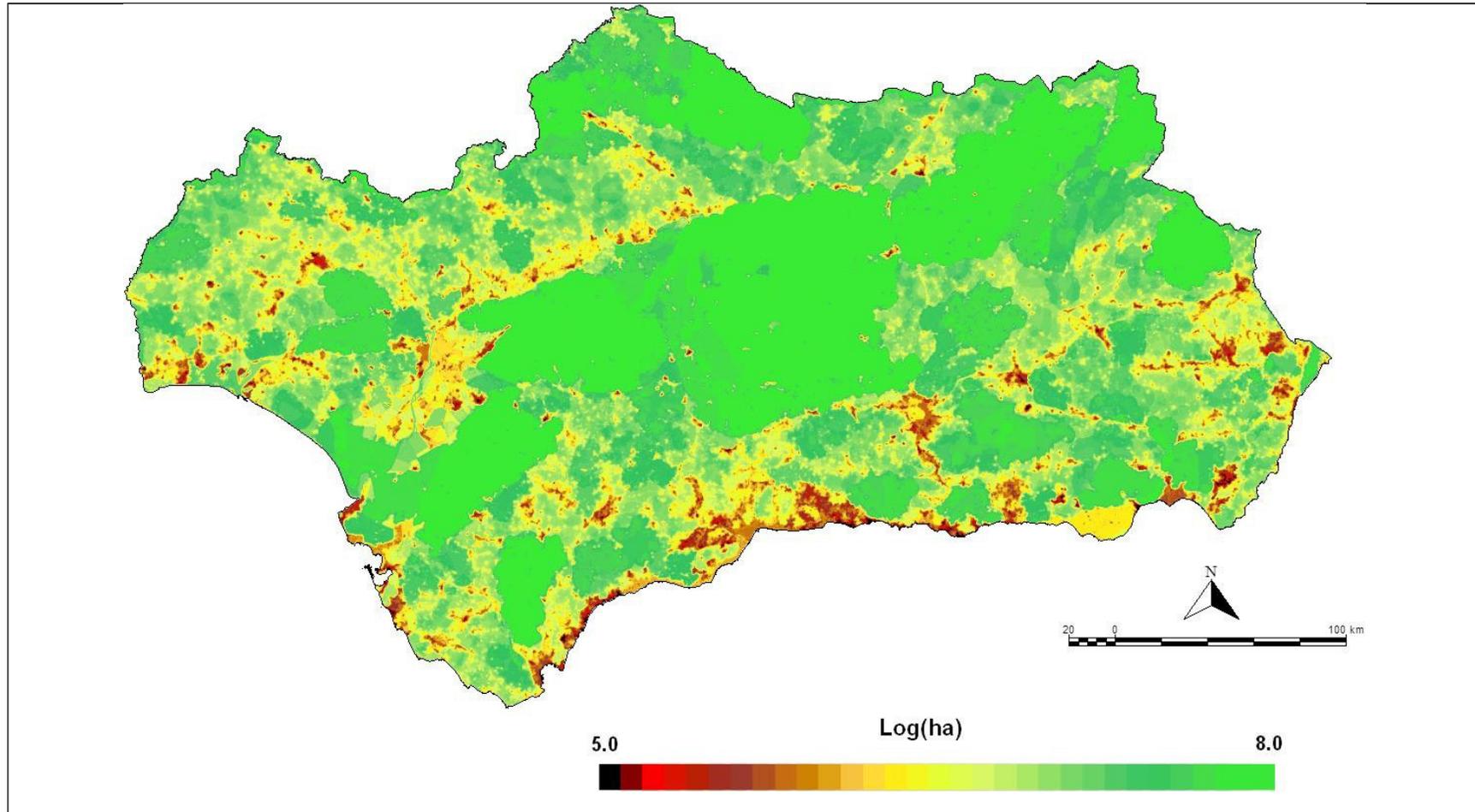


Figura 7.1. Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) general del territorio. Los valores más elevados corresponden a puntos con una mayor conectividad ecológica; los valores más bajos corresponden a puntos con menor conectividad, llegando los más oscuros a constituir barreras a la dispersión de los organismos.

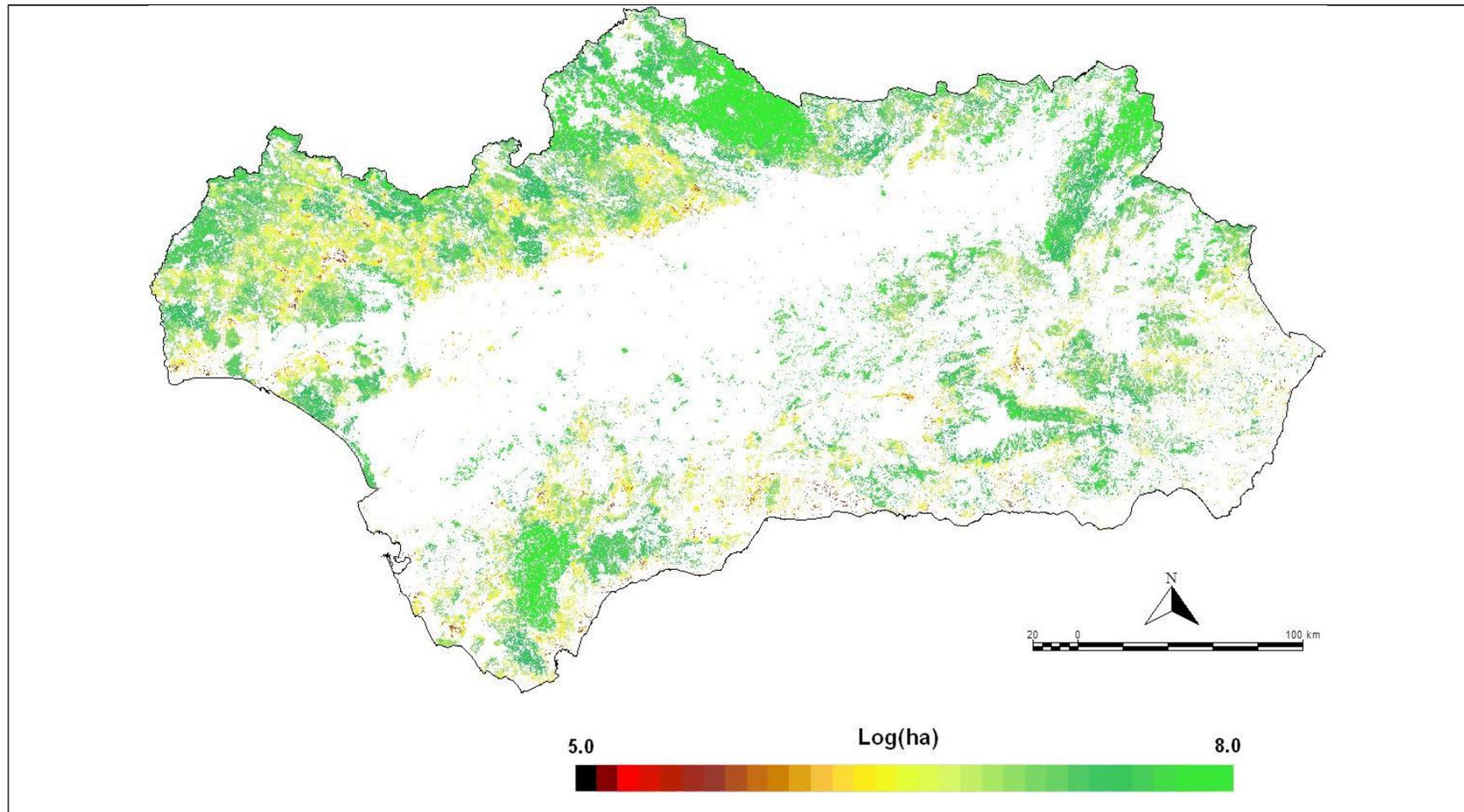


Figura 7.2. Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) para los hábitats forestales leñosos arbolados (incluyendo dehesas y pastizales arbolados, bosque mediterráneo, pinares y formaciones forestales de repoblación, cultivos forestales y mosaicos agrarios con vegetación y valor ecológico). Los valores más elevados corresponden a puntos con una mayor conectividad ecológica; los valores más bajos corresponden a puntos con menor conectividad, llegando los más oscuros a constituir barreras a la dispersión de los organismos.

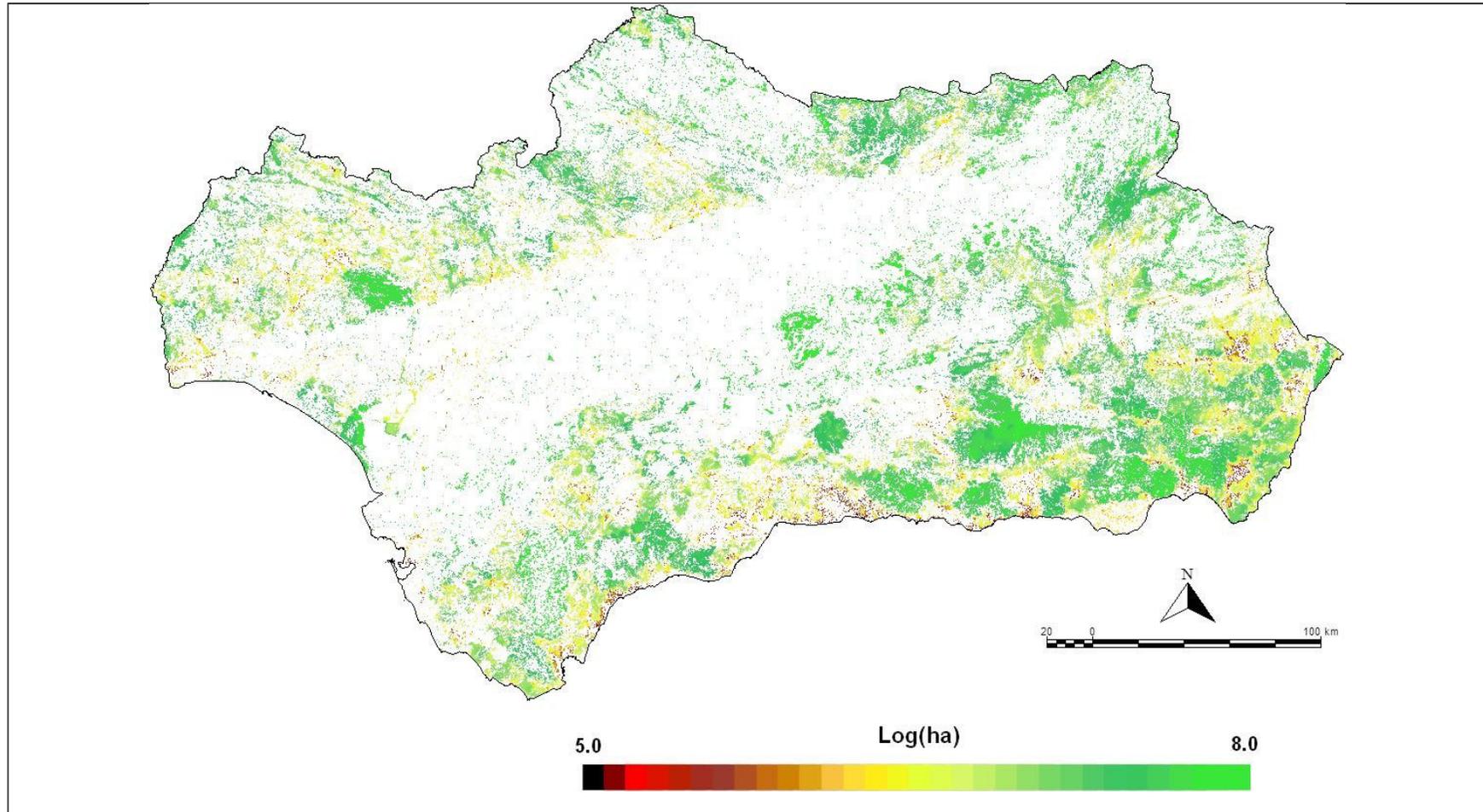


Figura 7.3. Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) para los hábitats forestales no arbolados (incluyendo matorrales, eriales y pastizales, hábitats rocosos y nieves permanentes). Los valores más elevados corresponden a puntos con una mayor conectividad ecológica; los valores más bajos corresponden a puntos con menor conectividad, llegando los más oscuros a constituir barreras a la dispersión de los organismos.

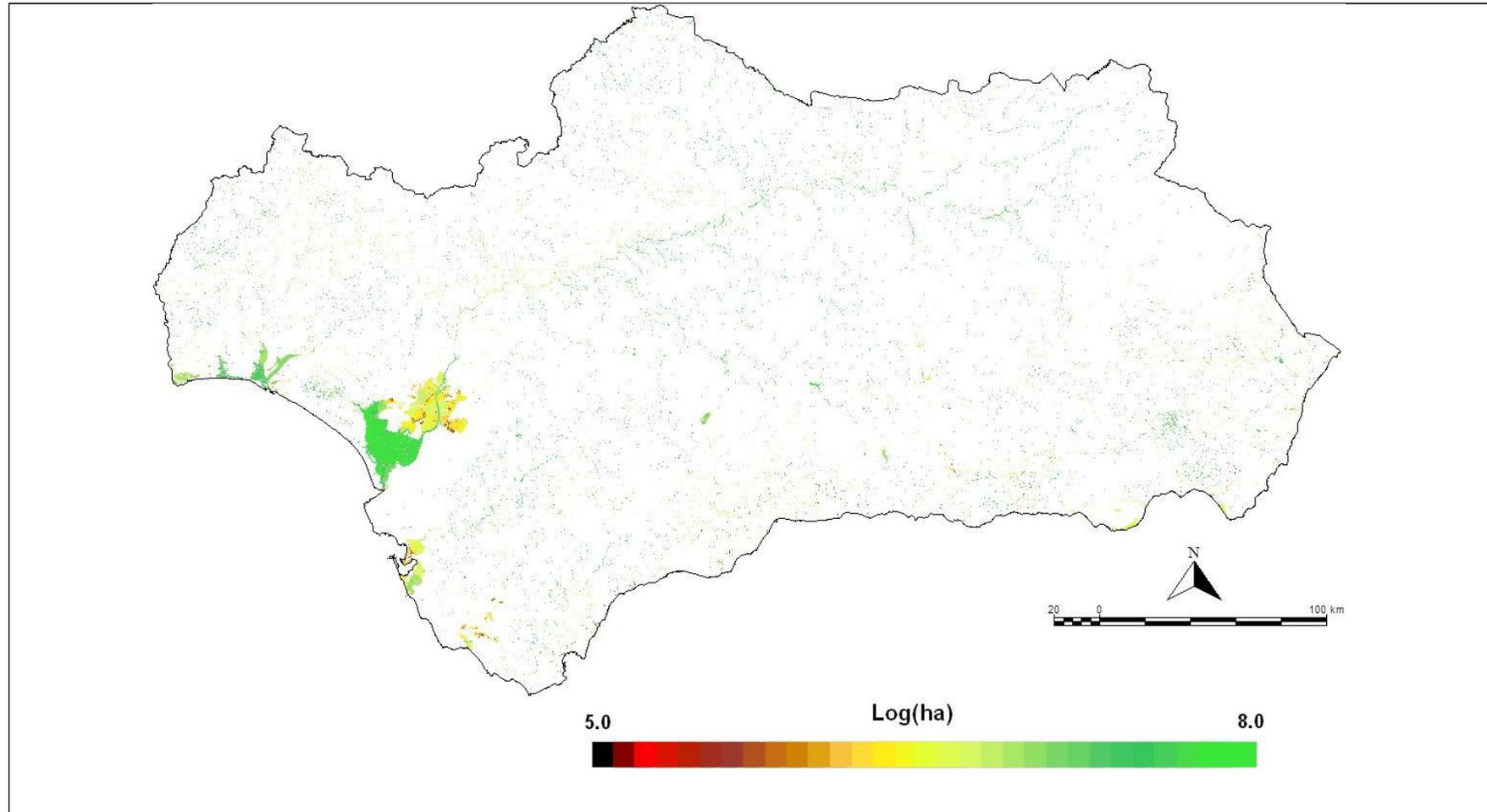


Figura 7.4. Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) para los hábitats acuáticos y costeros (incluyendo hábitats costeros naturales, riberas, humedales y cursos de agua, y arrozales). Los valores más elevados corresponden a puntos con una mayor conectividad ecológica; los valores más bajos corresponden a puntos con menor conectividad, llegando los más oscuros a constituir barreras a la dispersión de los organismos.

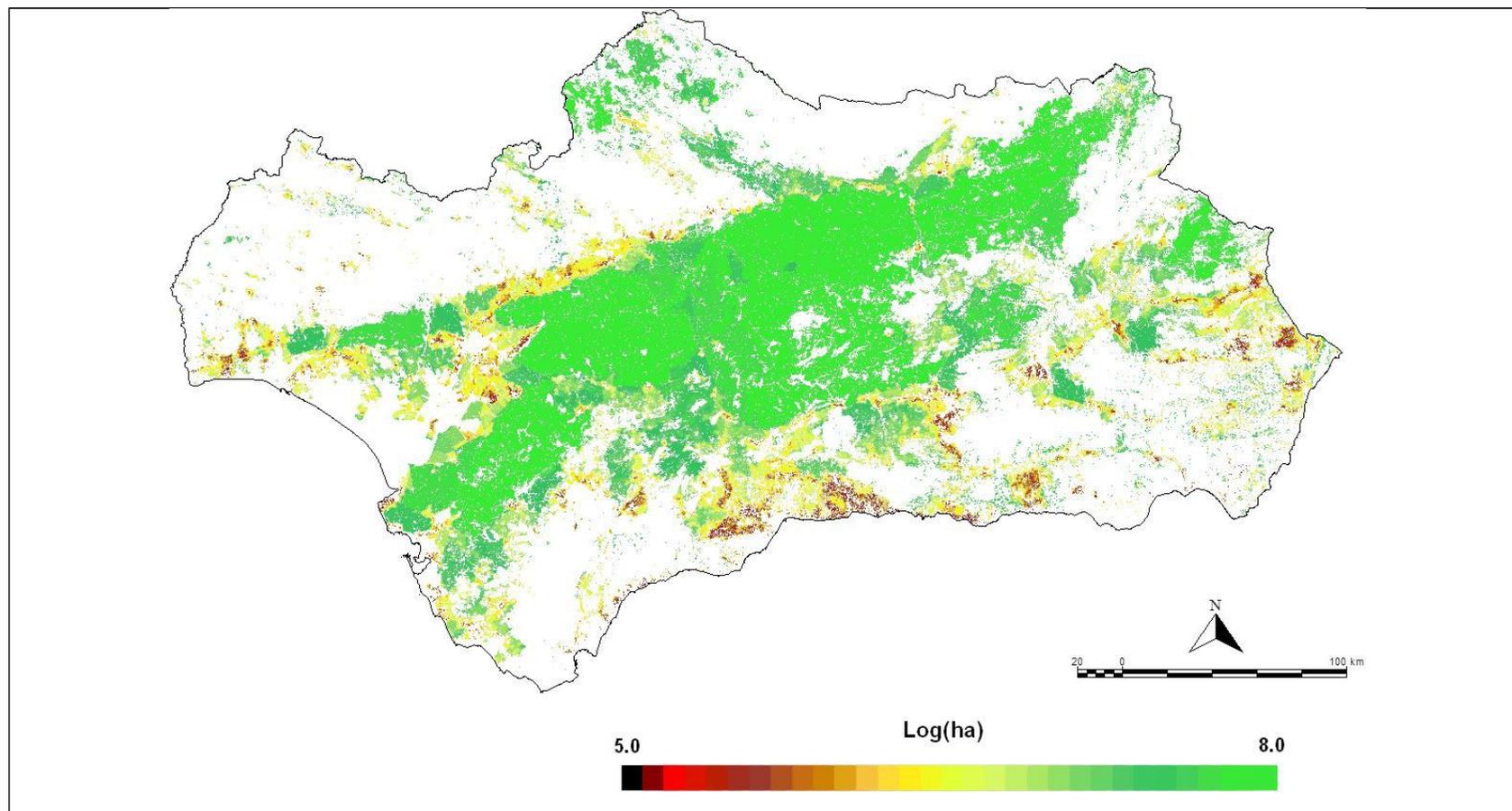


Figura 7.5. Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) para los hábitats agrícolas (incluyendo cultivos herbáceos en secano y en regadío, olivares, viñedos y almendros, frutales, y mosaicos agrarios heterogéneos). Los valores más elevados corresponden a puntos con una mayor conectividad ecológica; los valores más bajos corresponden a puntos con menor conectividad, llegando los más oscuros a constituir barreras a la dispersión de los organismos.

8. REFERENCIAS

- ALONSO VIZCAÍNO, E.M. (2005). Investigación y seguimiento: clave del éxito de la regeneración. *Quercus. Especial Doñana 2005 - Corredor Verde del Guadiamar*: 18-24.
- ANDRÉS, CAMACHO, C. de, COSANO PORRAS, I. & PEREDA LÓPEZ, N. (2003). *Manual para la diversificación del paisaje agrario*. Manuales de restauración forestal, 4. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica.
- APARICIO A., PÉREZ PORRAS C. & CEBALLOS G. (2001). *Bosques-Isla de la Provincia de Cádiz*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.
- ARENAS, J.M. (2003). Situación actual y propuestas para la mejora de la funcionalidad del corredor fluvial del Guadiamar. In: García-Mora, R. (Ed.), *Conectividad Ambiental: las Áreas Protegidas en la Cuenca Mediterránea* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla. Pp. 139-156.
- BARANGÉ M., HARRIS, R. (2003). *Marine ecosystems and global change*. IGBP Science, 5.
- BAREA-AZCÓN J. M., BALLESTEROS-DUPERÓN E., MORENO, D. (COORDS.) (2008) *Libro Rojo de los Invertebrados de Andalucía*. 4 Tomos. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 1430 pp.
- BARREDO, JOSÉ I. ANNEMARIE BASTRUP-BIRK, ANNE TELLER, MIREN ONAINDIA, BEATRIZ FERNÁNDEZ DE MANUEL, IOSU MADARIAGA, GLORIA RODRÍGUEZ-LOINAZ, PEDRO PINHO, ALICE NUNES, ALZIRA RAMOS, MELANIE BATISTA, SARA MIMO, CLAUDIA CORDOUIL, CRISTINA BRANQUINHO, ADRIENNE GRÊT-REGAMEY, PETER BEBI, SIBYL HANNA BRUNNER, BETTINA WEIBEL, LEENA KOPPEROINEN, PEKKA ITKONEN, ARTO VIINIKKA, GHERARDO CHIRICI, FRANCESCA BOTTALICO, LUCIA PESOLA, MATTEO VIZZARRI, VITTORIO GARFÌ, LEONARDO ANTONELLO, ANNA BARBATI, PIERMARIA CORONA, SEBASTIANO CULLOTTA, VINCENZO GIANNICO, RAFFAELE LAFORTEZZA, FABIO LOMBARDI, MARCO MARCHETTI, SUSANNA NOCENTINI, FRANCESCO RICCIOLI, DAVIDE TRAVAGLINI, LORENZO SALLUSTIO, INÊS ROSÁRIO, MARIUS VON ESSEN, KIMBERLY A. NICHOLAS, CRISTINA MÁGUAS, RUI REBELO, MARGARIDA SANTOS-REIS, FERNANDO SANTOS-MARTÍN, PEDRO ZORRILLA-MIRAS, CARLOS MONTES, JAVIER BENAYAS, BERTA MARTÍN-LÓPEZ, TORD SNÄLL, HÅKAN BERGLUND, JAN BENGTSSON, JON MOEN, LORENZO BUSETTO, JESÚS SANMIGUEL-AYANZ, MARTIN THURNER, CHRISTIAN BEER, MAURIZIO SANTORO, NUNO CARVALHAIS, THOMAS WUTZLER, DMITRY SCHEPASCHENKO, ANATOLY SHVIDENKO,

- ELISABETH KOMPTER, BERNHARD AHRENS, SHAUN R. LEVICK, CHRISTIANE SCHMULLIUS (2015): Mapping and assessment of forest ecosystems and their services - Applications and guidance for decision making in the framework of MAES. EUR 27751 EN; doi:10.2788/720519
- BEIER, P. (1995). Dispersal of juvenile cougars in fragmented habitat. *J. Wild Manage.* 59(2): 228-237.
- BENNETT, A.F. (2003). *Linkages in the Landscape. The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation.* IUCN Conservation Programme. Conserving Forest Ecosystems Series No.1. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 254 pp.
- BERGGREN, A., BIRATH, B. & KINDVALL, O. (2002). Effect of corridors and habitat edges on dispersal behaviour, movement rates and movement angles in Roesel's Bush-Cricket (*Metrioptera roeseli*), *Conserv. Biol.* 16, pp. 1562-1569.
- BLANCA G., CABEZUDO B., HERNÁNDEZ-BERMEJO J.E., *et al.* (1999-2000). *Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía.* Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla. 2 vols. 680 pp.
- BLANCO F (2009) *Ecología, distribución y conservación de peces continentales en el cuadrante suroccidental ibérico.* Tesis Doctoral, Universidad de Huelva. ISBN: 978-84-92679-99-7.
- BROUWER R, BRANDER L, KUIK O, POPYRAKIS E, BATEMAN I (2013). *A synthesis of approaches to assess and value ecosystem services in the EU in the context of TEEB.* Final Report. University Amsterdam.
- CALABRESE, J.M. & FAGAN, W.F. (2004). A comparison shoppers' guide to connectivity metrics: Trading off between data requirements and information content. *Frontiers in Ecology and Environment*, 2: 529-536.
- CASTRO, E. (2003). Conectividad ambiental y conservación en la cuenca mediterránea. Cuestiones para el debate. In: García-Mora, R. (Ed.), *Conectividad Ambiental: las Áreas Protegidas en la Cuenca Mediterránea* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla. Pp.1-6.
- CIVIC, K, SIUTA, M. (2014) Green Infrastructure - Training manual for trainers. ECNC, Tilburg, the Netherlands and CEEweb for Biodiversity, Budapest, Hungary.
- COLLINGE, S.K. (2009). *Ecology of Fragmented Landscapes.* Johns Hopkins Univ. Press.

- CNUMAD (1993). *Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica.*
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA (2015). Plan hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Guadiana. Documento Memoria y Documento anexo 9. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR (2015). Plan hidrológico de la de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Documento Memoria y Documento anexo 7. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2008). *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del corredor verde. La historia de un paisaje emergente.* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- COUNCIL OF EUROPE, UNEP & EUROPEAN CENTRE FOR NATURE CONSERVATION. (1996). *The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy.* Amsterdam: Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries of the Netherlands.
- CROOKS K., SANJAYAN R. M. (2006) *Connectivity Conservation.* Conservation Biology Book Series, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- COSTA JC (coord., 2003) *Plan Director de Riberas de Andalucía.* Manuales de Restauración Forestal, 6. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- DÍAZ PINEDA, F. y SCHMITZ, M. F. (coords., 2011) *Conectividad ecológica territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y sociológica.* O. A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- DIAMOND J.M. (1975). The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves, *Biol. Conserv.* 7, pp. 129-146.
- DIRECCIÓ GENERAL DEL MEDI NATURAL (2009). *Manual de conservació de la biodiversitat en els hàbitats agraris.* Manuals d'ecogestió, 27. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (1999). *Estrategia Española para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica.* Ministerio de Medio Ambiente.
- DUARTE DUARTE, J., CAMPOS ARANDA, M., GUZMÁN ALVAREZ, J.R., BEAUFOY, G., FARFAN AGUILAR, M.A., COTERS RAMAL, B., BENÍTEZ LEÓN, E., VARGAS YÁÑEZ, J.M. & MUÑOZ-COBO ROSALES, J. (2008). *Olivar y biodiversidad.* In: Gómez

Calero, J.A. (Coord.), *Sostenibilidad de la producción del olivar en Andalucía*. Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Sevilla. Pp.109-149.

EUROPEAN COMMISSION (2010). *LIFE building up Europe's green infrastructure. Addressing connectivity and enhancing ecosystem functions*. European Commission. Environment Directorate-General

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2011a). *Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. European Environment Agency technical report.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2011b) *Landscape fragmentation in Europe* (EEA Report No 2/2011). European Environment Agency

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2014). *Spatial analysis of green infrastructure in Europe*. EEA Technical report Luxembourg: Publications Office of the European Union.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2015). *European ecosystem assessment – concept, data, and implementation* (EEA Technical Report No 6/2015). European Environment Agency

ESTRADA, A. (2008). Evaluación de las redes de espacios naturales protegidos en Andalucía mediante el uso de modelos espaciales de distribución de vertebrados. *Ecosistemas* 17(3): 149-154.

ESTRADA, A., MÁRQUEZ, A.L., REAL, R. & VARGAS J.M. (2007). Utilidad de los espacios naturales protegidos de Andalucía para preservar la riqueza de especies de anfibios. *MUNIBE* (Suplemento/Gehigarria), 25: 74-81.

ESTRADA, A., REAL, R. & VARGAS, J.M. (2008). Using crisp and fuzzy modelling to identify favourability hotspots useful to perform gap analysis. *Biodiversity Conservation* (2008) 17: 857-871.

ESTRADA, A., REAL, R. & VARGAS, J.M. (2011). Assessing coincidence between priority conservation areas for vertebrate groups in a Mediterranean hotspot. *Biological Conservation* 144 (2011): 1120-1129.

ESTREGUIL, C. & MOUTON, C. (2009). *Measuring and reporting on forest landscape pattern, fragmentation and connectivity in Europe*. Office for Official Publications of the European Communities, EUR23841EN.

FERNÁNDEZ-DELGADO C. (2010). *Estado y problemática de conservación de los peces continentales autóctonos de la cuenca del Guadalquivir e inventariación de los*

tramos fluviales más importantes para su protección. Consejería de Medio Ambiente-Junta de Andalucía y MMAMRM.

- FORMAN, R.T.T. (1995). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions.* Cambridge University Press, Cambridge.
- FORMAN, R.T.T. (2004). *Mosaico territorial para la región metropolitana de Barcelona.* Barcelona Regional y Gustavo Gili, Barcelona.
- FRANCO A., RODRÍGUEZ M. (2001) *Libro Rojo de los Vertebrados Amenazados de Andalucía.* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, 326 pp.
- GARCÍA-LAFUENTE, J., RUIZ, J. (2007). The Gulf of Cádiz pelagic ecosystem: a review. *Progress in Oceanography* 74: 228-251.
- GROVE, A.T. & RACKMAN, O. (2001). *The nature of Mediterranean Europe.* Yale University Press, China.
- GUZMÁN ALVAREZ, J.R. & NAVARRO CARRILLO, R.M. (2005). Restauración ecológica de olivares marginales: potencialidades y limitaciones. *Ecosistemas*, 14 (2):116-131.
- GUZMÁN ALVAREZ, J.R. (2007). Catálogo de unidades territoriales del olivar andaluz. *I Congreso de la Cultura del Olivo*: 573-586.
- HAINES-YOUNG, R., POTSCHIN, M. (2013). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003.
- HANSKI, I. A. & GILPIN, M.E. (1997). *Metapopulation biology- Ecology, Genetics and Evolution.* Academic Press, USA.
- IUELL, B., BEKKER, G.J., CUPERUS, R., DUFEK, J., FRY, G., HICKS, C., HLAVÁČ, V., KELLER, V.B., ROSELL, C., SANGWINE, T., TORSLOV, N. & WANDALL, B. le Maire (eds.). (2005). *Fauna y tráfico: Manual europeo para la identificación de conflictos y el diseño de soluciones.* Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- JONGMAN, R.H.G., KÜLVIKAND, M. & KRISTIANSEN, I. (2004). *European ecological networks and greenways.* Landscape and Urban Planning, 68: 305-319.
- IMPRESS (2002) *Guidance for the analysis of pressures and impacts in accordance with the Water Framework Directive.* Common Implementation Strategy Working Group 2.1, 156 pp. Office for Official Publications of the European Communities.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2007) *Libro blanco de las carreteras y los Espacios Naturales Protegidos.* Consejería de Obras Públicas, Junta de Andalucía.

- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010a) *Demarcación hidrográfica de las cuencas mediterráneas andaluzas. Esquema de Temas Importantes en materia de gestión de las aguas*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010b) *Esquema de temas importantes del distrito hidrográfico Guadalete-Barbate y las aguas de transición y costeras*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010c) *Esquema de temas importantes del distrito hidrográfico Tinto-Odiel-Piedras y las aguas de transición y costeras*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2010d) *Demarcación hidrográfica del Guadalquivir. Esquema de Temas Importantes*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2011a) *Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2011b) *Memoria del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2011c) *Memoria del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- JUNTA DE ANDALUCÍA (2016). *Plan de Infraestructuras Sostenible de Andalucía 2020 (PISTA 2020)*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- LHUMEAU, A. CORDERO, D. (2012). *Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- LINDENMAYER, D.B. & FISCHER, J. (2006). Tackling the habitat fragmentation panchreston. *Trends in Ecology and Evolution*, 22: 127-132.
- LLORET, F., CALVO, E., PONS, X. & DÍAZ-DELGADO, R. (2002). Wildfires and landscape patterns in the Eastern Iberian Peninsula. *Landscape Ecology*, 17:745-759.
- MAES (2016a) *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Mapping and assessing the condition of Europe's ecosystems: Progress and challenges*. 3rd Report. Technical Report - 2016 - 095. European Commission

- MAES (2016b). Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Urban ecosystems. 4th Report. Technical Report - 2016 - 102. European Commission.
- MANSERG I.M. & D.J. SCOTTS. (1989). *Habitat continuity and social organization of the mountain pygmy-possum restored by tunnel*. J. Wildl. Manage. 53 (1989), pp. 701-707.
- MARIANO GONZÁLEZ, L. & SAN MIGUEL, A. (coords.) (2005). *Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la Red Natura 2000*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente.
- MARTÍNEZ ALANDI, C., MÚGICA DE LA GUERRA, M., CASTELL PUIG, C. & DE LUCIO FERNÁNDEZ, J.V. (2009). *Conectividad ecológica y áreas protegidas. Herramientas y casos prácticos*. Monografía 02. Serie monografías EUROPARC-España. Programa de trabajo para las áreas protegidas 2009-2013. FUNGOBE. Madrid. 86 pp.
- MAYOR, X. (2008). *Connectivitat ecològica: elements teòrics, determinació i aplicació: importància de la connectivitat ecològica com a instrument de preservació de l'entorn i d'ordenació del territori a Catalunya*. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (Catalunya). Col·lecció: Documents de recerca; 13.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2006). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1*. O.A. Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2008). *Prescripciones técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de infraestructuras de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 2*. O.A. Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 115 pp.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2010a). *Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 3*. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (2010b). *Indicadores de fragmentación de hábitats causada por infraestructuras lineales de transporte. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 4*. O.A. Parques

Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 140 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). *Desfragmentación de hábitats. Orientaciones para reducir los efectos de las infraestructuras de transporte en funcionamiento. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 5*. O.A. Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

MINISTERIO DE AGRICULTURA ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2013). *Identificación de áreas a desfragmentar para reducir los impactos de las infraestructuras lineales de transportes en la biodiversidad. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 6*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 260 pp. Madrid.

MOLINA, F. (2003). La conectividad en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. . In: García-Mora, R. (Ed.), *Conectividad Ambiental: las Áreas Protegidas en la Cuenca Mediterránea* Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla. Pp.125-137.

MONTES, C. & BORJA, F. (2005). Una ciencia a conciencia. *Quercus. Especial Doñana 2005 - Corredor Verde del Guadiamar*: 30-34.

MOREIRA, J.M. (2008). El cambio climático en Andalucía: Escenarios actuales y futuros del clima. *Revista Medio Ambiente*, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía 59, 35-41.

MÚGICA, M., DE LUCIO, J.V., MARTÍNEZ, C., SASTRE, P., ATAURI, J.A., MONTES, C., CASTRO, H., MOLINA, F. & GARCÍA, M.R. (2002). *Integración territorial de espacios naturales protegidos y conectividad ecológica en paisajes mediterráneos*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla.

PAULI, H., GOTTFRIED, M., DIRNBÖCK, D., DULLINGER, S. & GRABHERR, G. (2003) Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats. In: L. Nagy, L., Grabherr, G., Körner, C. Y Thompson, D.B.A. (Eds.) *Alpine biodiversity in Europe -a Europewide assessment of biological richness and change. Ecological Studies* Vol. 167. Springer, Berlin. Pp. 195-207.

PALUMBI, S.R. (2003). Population genetics, demographic connectivity, and the design of marine reserves. *Ecological Applications* 13(1):146-158.

- PASCUAL-HORTAL L., SAURA S. (2008) Integrating landscape connectivity in broad-scale forest planning through a new graph-based habitat availability methodology: application to capercaillie (*Tetrao urogallus*) in Catalonia (NE Spain). *European Journal of Forest Research* 127: 23-31.
- PINO, J. & MARULL, J. (2011). Ecological networks: Are they enough for connectivity conservation? A case study in the Barcelona Metropolitan Region (NE Spain). *Land Use Policy*, 29: 684-690.
- PUERTO A., MUÑOZ J.C. (2010) Red de conectores ecológicos para el lince ibérico en la provincia de Huelva. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.028-1.038. ISBN: 978-84-472-1294-1
- RODRÍGUEZ J., RUÍZ J. (2010) Conservación y protección de ecosistemas marinos: conceptos, herramientas y ejemplos de actuaciones. *Ecosistemas* 19: 5-23.
- ROSELL, C., ÁLVAREZ, G., CAHILL, S., CAMPENY, R., RODRÍGUEZ, A. & SÉILER, A. (2003). COST 341. *La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España*. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- SHANKS, A. L., GRANTHAM, B.A., CARR, M.H. (2003). Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological Applications* 13:159-169.
- SANTOS T., TELLERÍA J. L., & CARBONELL R. (2002) Bird conservation in fragmented Mediterranean forests of Spain: effects of geographical location, habitat and landscape degradation. *Biological Conservation* 105: 113-125.
- UICN, PNUMA & WWF (1992). *Cuidemos la Tierra: una estrategia para vivir de manera sostenible*.
- UNEP (2011). *Informe de la décima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la diversidad biológica*. UNEP/CBD/COP/10/27
- VIRGÓS E., TELLERÍA J. L., SANTOS, T. (2002) A comparison on the response to forest fragmentation by medium-sized Iberian carnivores in central Spain. *Biodiversity and Conservation* 11: 1063-1079.
- WRI, UICN & UNEP (1992) *Global Biodiversity Strategy. Guidelines for Action to Save, Study and Use Earth's Biotic Wealth Sustainably and Equitably*. WRI, UICN, UNEP, 244 p.

ZOZAYA E.L., BROTONS L., SAURA, S. (2012) Recent fire history and connectivity patterns determine bird species distribution dynamics in landscapes dominated by land abandonment. *Landscape Ecology* 27(2):171-184.

PÁGINAS WEB

AEMET (2016). http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat

Anejo 1. Metodología de cálculo del índice de conectividad terrestre de Andalucía (ICTA)

ANEJO 1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONECTIVIDAD TERRESTRE DE ANDALUCÍA (ICTA)

CRITERIOS DE DEFINICIÓN DEL ICTA

Uno de los elementos clave para el análisis de la conectividad terrestre de Andalucía es el desarrollo de un índice cuantitativo y homogéneo para el conjunto del territorio: el índice de conectividad terrestre de Andalucía (ICTA). En cualquier caso, cabe tener en cuenta que la toma de decisiones y el enfoque del presente Plan partirá de una aproximación holística que no se reduce a la interpretación de un único índice, en este caso el (ICTA). El diagnóstico y la definición de estrategias de actuación se apoyará en un análisis multicriterio que integra una amplia variedad de variables.

La propuesta de Índice de Conectividad Terrestre de Andalucía (ICTA) se basa en los siguientes criterios de partida:

- **Acepción funcional al concepto de conectividad:** Se entiende la conectividad ecológica como un atributo o propiedad del paisaje que resulta de la interacción de las cubiertas del suelo con los patrones de movimiento de los organismos. Va, por tanto, más allá que la derivada del simple patrón del paisaje (distancia entre teselas, densidad y complejidad de los corredores, etc.) y que a menudo se denomina conectancia.
- **Medida cuantitativa y continua para el conjunto del territorio.** La conectividad se ha medido independientemente de los elementos de planificación y ordenación que se han propuesto para conservarla y potenciarla (conectores, corredores, vías verdes...). Esto quiere decir que se han rehuido aproximaciones cualitativas o dicotomías (ej. conector-no conector) a la conectividad.
- **Aproximación multiespecie.** En ningún caso se ha pretendido modelizar la conectividad para una especie en concreto sino para el conjunto de las especies potenciales de los diversos hábitats.
- **Escala de trabajo: 1:50000,** adecuada para una aproximación a escala de plan. El efecto de proyectos concretos sobre la conectividad deberá analizarse con aproximaciones más detalladas, basadas en cartografía fina sobre las cubiertas del suelo y los hábitats y en trabajo de campo.
- **Modelización del mosaico de hábitats mediterráneos.** La propuesta quiere reflejar el concepto de paisaje mediterráneo como mosaico de tipos de hábitat no mutuamente excluyentes sino con un grado de afinidad entre ellos variable. Por tanto, estos hábitats relativamente afines también participarán en la medida de la conectividad de cada mancha. Esto refina la perspectiva

clásica en la conectividad entre parches de hábitat, basada en una idea dicotómica del paisaje (hábitat-no hábitat) poco realista en contextos mediterráneos, especialmente inadecuada para el caso andaluz.

- **Categorías fisionómicas como base del análisis.** Se propone utilizar categorías de hábitats relativamente genéricas basadas en criterios físicos como bosque, matorrales, prados, etc.), en vez de otras basadas en criterios florísticos como los hábitats CORINE, o las categorías más genéricas de las series de vegetación de Andalucía. Esto se justifica por varias razones:
 - Si bien las clasificaciones basadas en criterios florísticos pueden ser de gran interés para la valoración de la diversidad de tipos de vegetación, no aportan mucha información sobre las relaciones funcionales que son la base de nuestra aproximación a la conectividad ecológica.
 - Por otro lado, estas unidades son a menudo descritas a partir de especies vegetales características que no son, sin embargo, exclusivas de aquellos hábitats. Esta exclusividad es menos evidente en el caso del resto de grupos de organismos.
 - Finalmente, no se conocen en detalle las relaciones de afinidad entre hábitats, sean florísticos o fisiognómicos, por lo que es mejor trabajar con el menor número de categorías posible.
- La distancia a las manchas como factor clave de su afinidad. Dentro de un mismo tipo de hábitat fisionómico (por ejemplo el bosque) puede haber diferencias biogeográficas importantes (por ejemplo, entre los bosques subalpinos y los mediterráneos) que conllevan diferencias muy importantes en su composición de especies, y esto puede afectar a la conectividad ecológica. El índice, sin embargo, prioriza a las manchas más cercanas frente a las más alejadas, asumiendo implícitamente que las primeras son más similares que las segundas en la mancha focal. Se asume, entonces, la idea de la variación continua en los ecosistemas terrestres, mayoritaria en la ecología terrestre casi desde sus inicios. Desde un punto de vista más metodológico, esta toma de posición se ve reforzada por el hecho de que la conectividad sólo se evaluará para un buffer de anchura limitada (5 km) alrededor de cada punto del territorio.

9. DESARROLLO METODOLÓGICO

Se ha llevado a cabo una aproximación múltiple a la conectividad de los hábitats de Andalucía, que incluye tres componentes o sumandos (Figura 2.1): la conectividad dentro de la mancha focal (C_{1i}), la conectividad con manchas del mismo hábitat (C_{2i}), y la conectividad con manchas de hábitats afines (C_{3i}):

$$ICT_i = C_{1i} + C_{2i} + C_{3i}$$

Estas medidas se han calculado de manera continua para el territorio pero haciendo referencia a un ámbito de influencia (equivalente al paisaje) o *buffer* de ancho fijo alrededor de cada punto. En el cálculo sólo intervinieron un conjunto de cubiertas o hábitats de interés. La conectividad se estimó entonces a partir del tamaño de la mancha focal y de la de las áreas de las manchas vecinas, de la distancia a la que se encuentran y de la resistencia al desplazamiento que ofrecen los diversos tipos de hábitat existentes. La formulación de cada componente del índice se recoge a continuación

$$C_{1i} = \frac{\sum_i A_i}{\sum_i A_i} \cdot (1 - e^{-\alpha d})$$

$$C_{2i} = \sum_{j \neq i} \frac{\sum_i A_i A_j e^{-\alpha \cdot \delta_{ij}}}{\sum_i A_i}$$

$$C_{3i} = \sum_{j \neq i} a_h A_j e^{-\alpha \cdot \delta_{ij}}$$

Estas expresiones hacen intervenir a los siguientes parámetros:

α : coeficiente de dispersión media de las especies. En el caso de la conectividad de los hábitats este valor toma el valor fijo de 1, anulando su efecto. En el caso de la conectividad para grupos de organismos, el parámetro varía según los organismos considerados: asumiendo que la probabilidad de dispersión decrece exponencialmente con la distancia, α se fijó por conocimiento experto, estableciendo una distancia (d) en la que la probabilidad de dispersión es 0.5. Entonces

$$\alpha = -\ln(0.5)/d$$

A_i : superficie de las manchas o polígonos de hábitat relacionada con la conectividad dentro de cada mancha y con la capacidad de éstas de actuar como fuente (de organismos, genes, flujos de materia o energía etc.)

δ_{ij} : distancia de coste entre manchas de hábitat, resultante de la distancia euclídea (d_{ij}) ponderada por la resistencia de la matriz para cada tipo de hábitat, llamada también impedancia o coste. Esta impedancia también recogerá el efecto barrera de las infraestructuras. El efecto de borde será añadido a la impedancia con un procedimiento específico asumiendo que decrece inversamente con la distancia a la infraestructura.

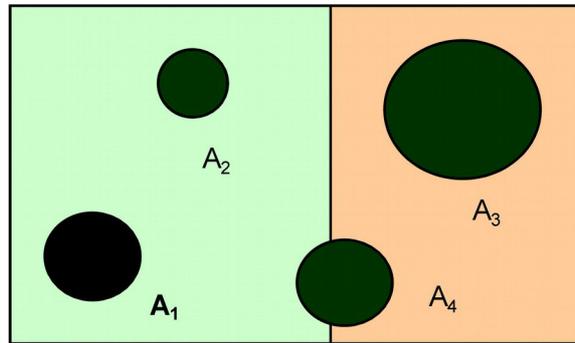
a_h : afinidad del grupo de organismos para un hábitat concreto con el hábitat h establecida por conocimiento experto. Para el caso de la conectividad de los

hábitats, es una medida de la afinidad media entre tipos de hábitat, que se puede entender como la proporción de especies de un hábitat que pueden vivir en el otro.

En resumen: la conectividad dentro de cada mancha de hábitat depende del área de ésta y del efecto margen asociado a áreas urbanas e infraestructuras, que le restan poder conectivo cuanto más cercanas se encuentran. Las otras dos dependen de la cantidad de manchas de los distintos hábitats que hay dentro del buffer, de su área equivalente (el área multiplicada por la afinidad) y de la distancia de coste a la que se encuentran. Como puede observarse, la única diferencia entre los componentes C_{2i} (conectividad con el mismo hábitat) y C_{3i} (conectividad con hábitat afines) es el factor a_h que multiplica las Áreas de las manchas. Se considera 1 para las manchas del mismo hábitat y, por tanto, estas en el cálculo de la conectividad intervienen con toda su área. Para el resto de hábitats, el área equivalente dependerá de esta afinidad con el hábitat en cuestión.

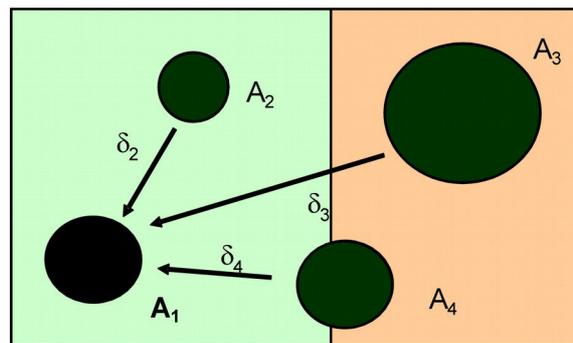
Conectividad dentro de las manchas de hábitat

$$C_{1,1}=A_1$$



Conectividad entre manchas del mismo hábitat

$$C_{2,1}=A_2e^{-\delta_2}+A_3e^{-\delta_3}+A_4e^{-\delta_4}$$



Conectividad entre manchas de hábitats afines

$$C_{3,1}=a_5A_5e^{-\delta_5}+a_6A_6e^{-\delta_6}$$

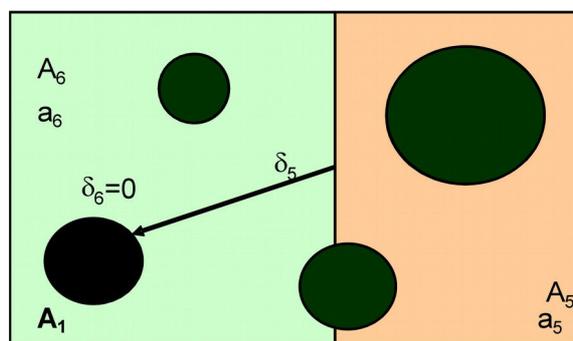


Figura 2.1. Representación gráfica de los tres tipos de conectividad recogidos por el ICTA.

10. PUESTA A PUNTO DE LA INFORMACIÓN DE BASE

La construcción del ICTA se ha basado en la siguiente información de base:

El SIOSE-Andalucía

Por su completitud y actualidad, el Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) para Andalucía ha proporcionado la información básica para el desarrollo del ICTA. Se trata de una base cartográfica sobre ocupación del suelo a escala de detalle (1:10.000). Este mapa ha sido reclasificado a 17 hábitats tipo que se enumeran en la Tabla 3.1, disolviéndose las fronteras entre polígonos adyacentes que, una vez reclasificados, fueron asignados a la misma categoría.

Tabla 3.1. Conjunto de hábitats tipo seleccionados

1	Dehesa y pastizales arbolados
2	Bosque mediterráneo
3	Matorral
4	Pinares y formaciones forestales de repoblación
5	Eriales y pastizales
6	Hábitats costeros naturales
7	Riberas, humedales y cursos de agua
8	Hábitats rocosos y nieves permanentes
9	Cultivos forestales
10	Cultivos herbáceos en secano y en regadío
11	Olivares, viñedos y almendros
12	Frutales
13	Mosaicos agrarios heterogéneos
14	Mosaicos agrarios con vegetación y valor ecológico
15	Arrozales
16	Embalses e infraestructuras hidráulicas
17	Áreas fuertemente transformadas, espacios urbanos y ruderales

El Mapa de series de vegetación de Andalucía

El mapa SIOSE de Andalucía no recoge con suficiente claridad algunas cubiertas de elevado interés, como es el caso de las formaciones de castaños (*Castanea sativa*), que en algunas provincias son consideradas como parte del bosque mediterráneo y en otras como cultivos leñosos. En el presente Plan, dichas formaciones son consideradas como eminentemente forestales y por tanto deben integrarse junto con los montes mediterráneos. Como no existe ningún campo que permita rastrear los castaños en las áreas de cultivo de la capa SIOSE, dicha información se ha obtenido del Mapa de series de vegetación a escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía (1996-2006). Se trata de un mapa realizado también a escala 1:10.000 que recoge la distribución de las series de vegetación extraídas de la cartografía de vegetación escala 1:10.000 de la masa forestal de Andalucía. Estas series han sido asignadas inicialmente a partir de los datos bioclimáticos, la litología y fuentes bibliográficas. Posteriormente, han sido comprobadas y, en su caso, corregidas utilizando los datos de comunidades vegetales obtenidos en los muestreos de campo.

En dicha capa, las formaciones de castaños son diferenciables del resto de bosques y cultivos leñosos mediante el campo identificador de la especie forestal dominante (D_ARBO1_SP). A partir de este campo se han extraído los polígonos del Mapa de series de vegetación dominados por formaciones de castaños. Mediante un proceso de combinación de capas, se han superpuesto los polígonos de castaños sobre la capa SIOSE, asignando a los polígonos de ésta última la categoría de “Bosque mediterráneo” en el caso de que fueran dominados por estos castaños.

Cartografía de las áreas limítrofes: CORINE

El SIOSE generalizado se ha combinado con la cartografía de cubiertas del suelo más reciente y completa de los territorios adyacentes: El CORINE Land Cover Map. El mapa CORINE se obtiene por digitalización sobre imágenes del satélite Landsat (30 m de tamaño de píxel) a una escala aproximada 1:250.000. Los polígonos resultantes tienen un tamaño mínimo de 1 ha. La leyenda tiene tres niveles de complejidad creciente que son comunes para todos los territorios del mapa, y hasta a tres de opcionales. El nivel 3 es relativamente similar al del SIOSE de semidetalle. La AEMA, a través de sus centros colaboradores (el Centro Temático Europeo de Territorio y Medio Ambiente, situado en la UAB), proporciona una versión raster de 100 m de lado del mapa, que es la que hemos utilizado para el proyecto. Esta versión ha sido reclasificada en las 17 unidades anteriormente mencionadas y posteriormente ha sido remuestreada a 25 m y vectorizada con una generalización de los bordes. Así se ha obtenido un mapa relativamente comparable al SIOSE generalizado.

Obtención del mapa combinado de hábitats tipo

Mediante un proceso de mosaico se ha obtenido un mapa de cubiertas combinando el SIOSE y el mapa CORINE reclasificados en 17 categorías y generalizados a 1:25000. Finalmente se han disuelto las fronteras entre polígonos con el mismo atributo temático pero perteneciente a cartografías diferentes (Figura 3.1).

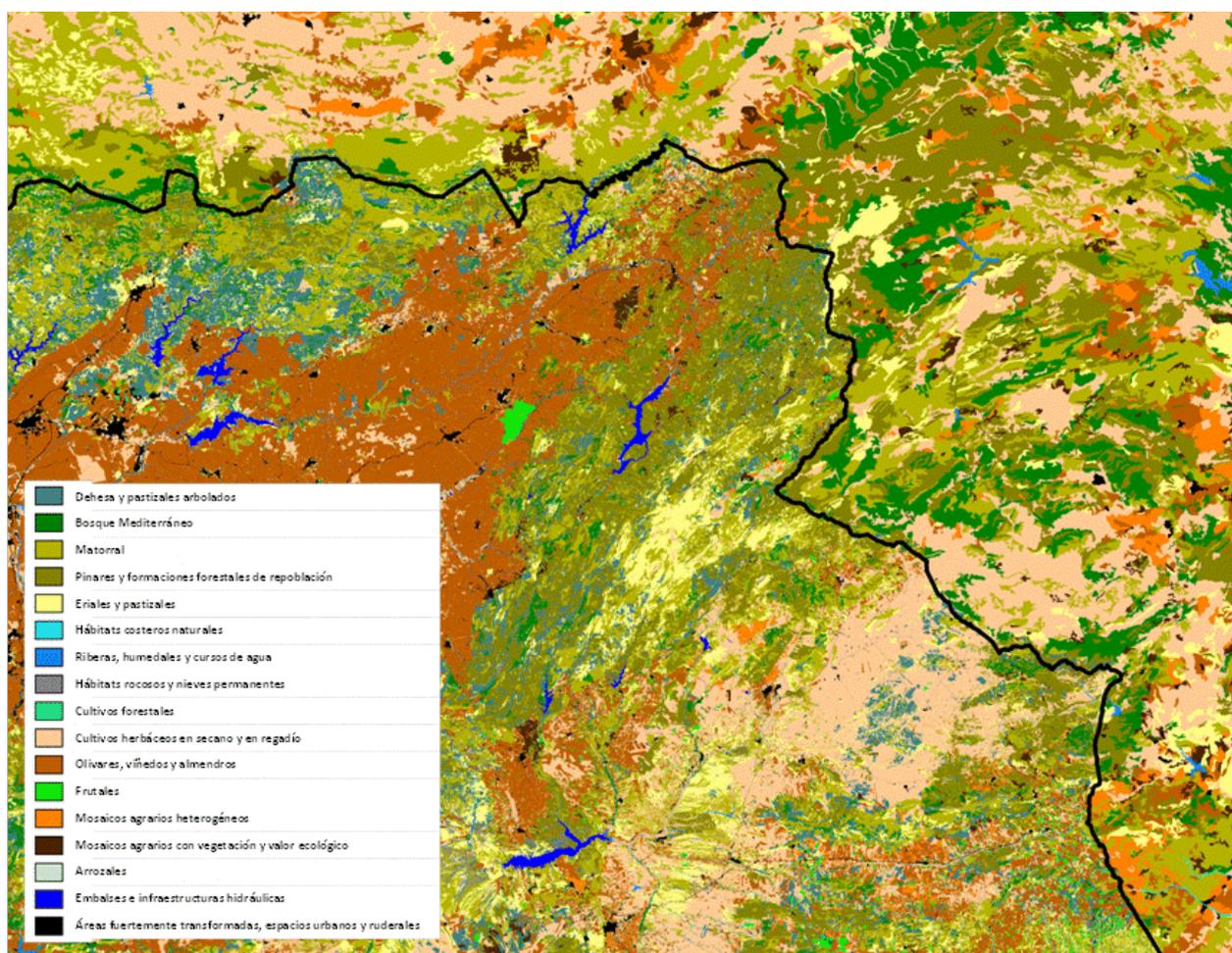


Figura 3.1. Ejemplo de la superposición de las distintas cartografías para el límite NE de Andalucía

11. CLASIFICACIÓN DE LOS HÁBITATS TIPO SEGÚN SUS AFINIDADES E IMPEDANCIAS MUTUAS

Un punto clave en la propuesta de ICTA es el **tratamiento de los hábitats como compartimentos no totalmente cerrados**, que admiten un cierto intercambio de organismos y procesos entre ellos en función de unos valores de afinidad previamente establecidos por conocimiento experto. El uso de afinidades entre hábitats representa un cambio de paradigma importante en el cálculo de la conectividad. Las

propuestas metodológicas precedentes siempre habían considerado los diversos tipos de hábitats de forma separada, sin posibilidad de interacción. Considerando las afinidades, nos aproximamos a una idea del paisaje más continua, con fronteras menos bruscas entre las diversas unidades. Se trata sin duda de una aproximación mejor a la idea de mosaico mediterráneo, cuyos hábitats comparten buena parte de las especies y los procesos ecológicos.

La matriz de afinidad entre los hábitats se recoge en la Tabla 4.1, que recoge unos valores globales por hábitat, no centrados en ningún grupo de especies con requerimientos ecológicos concretos. Por conocimiento experto se han asignado a las cubiertas más artificiales valores de afinidad muy bajos con el resto de los hábitats, y valores no excesivamente bajos entre cubiertas forestales.

Tal como se comenta anteriormente, esta afinidad modula el efecto del área de los polígonos en el cálculo de la conectividad. Denominamos área efectiva del polígono al producto del área con la afinidad. Cada polígono tiene un total de 15 áreas efectivas, una por uno de los hábitats tipo utilizados en el cálculo de la conectividad (columnas 1 a 15 de la Tabla 4.1, correspondientes a los hábitats de la Tabla 3.1). Estas áreas efectivas han sido guardadas en campos específicos de la base de polígonos.

Estas afinidades son también utilizadas para estimar las impedancias primarias de los hábitats. Entendemos estas como la resistencia al desplazamiento de una especie o proceso propios de un hábitat i a través del hábitat j , con el que el primero muestra un determinado grado de afinidad. Este parámetro se utilizará para ponderar la distancia a la que se encuentran las diversas manchas de hábitats afines, tal como se observa en la Figura 4.1. En la práctica, hemos asumido que las afinidades primarias de los hábitats corresponden a los valores inversos de las impedancias (Tabla 4.2): una afinidad total (valor 1) comportará una impedancia mínima que no ponderará la distancia a la que se encuentra una mancha de hábitat; alternativamente, una afinidad muy baja implicará una impedancia muy elevada, como se espera para la mayoría de organismos que tienen que atravesar cubiertas urbanas o infraestructuras.

Aparte de la impedancia primaria o intrínseca de los hábitats, se ha considerado que la proximidad a las áreas más humanizadas (áreas urbanas e infraestructuras) genera una resistencia adicional al desplazamiento de los organismos, debido a factores como el ruido, la luz, la polución, o la frecuentación humana. Por tanto, cualquier hábitat ofrecerá una impedancia adicional derivada de este efecto margen, que será máxima cerca de las áreas urbanas e infraestructuras (la impedancia de los diversos hábitats será igual a la de estas cubiertas). Se ha considerado que el efecto margen se atenuará exponencialmente con la distancia a las áreas urbanas e infraestructuras, pero con pendientes marcadamente diferentes (Figura 4.2).

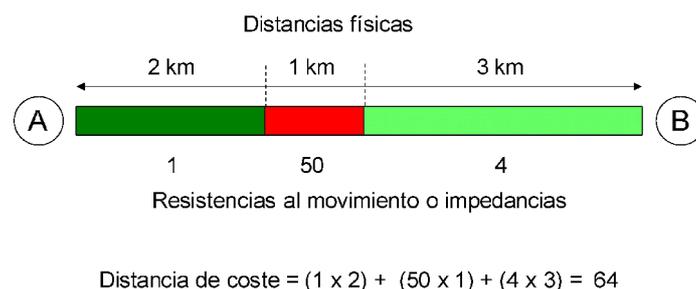


Figura 4.1. Representación del concepto de distancia de coste entre dos puntos separados por tres hábitats diferentes. El ejemplo muestra el caso de una especie forestal con impedancia media para los matorrales y alta para las cubiertas urbanas.

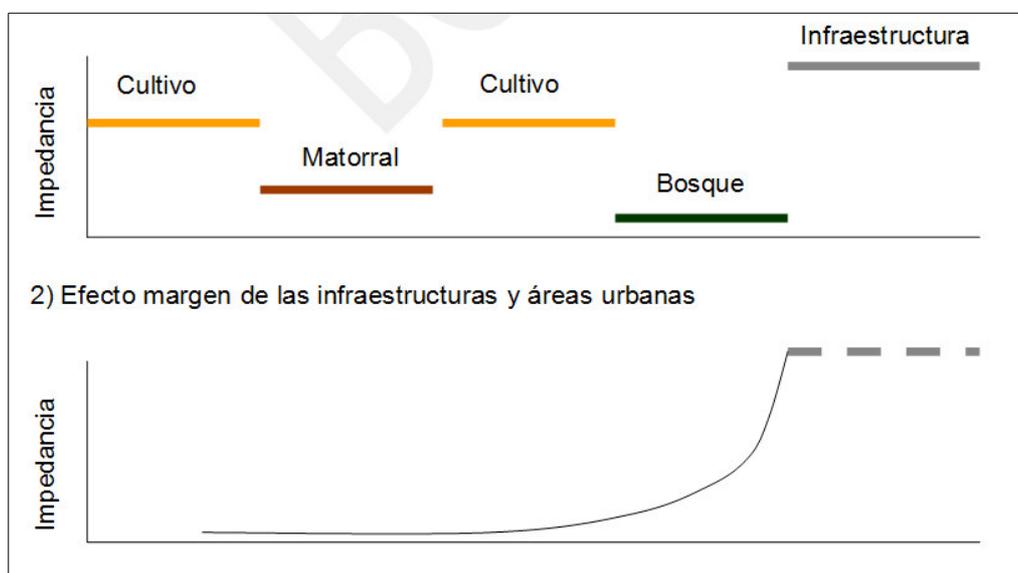


Figura 4.2. Representación de los dos tipos de impedancias consideradas en el estudio: la propia de cada hábitat (arriba) y la derivada del efecto margen de infraestructuras de transporte y áreas urbanas (abajo)

La expresión general es:

$$EM = 100 \cdot e^{-\alpha \cdot d}$$

Donde 100 es la impedancia de las cubiertas urbanas e infraestructuras, d es la distancia a estas áreas más humanizadas y α corresponde a la tasa de decaimiento de este efecto margen. Para el cálculo de estos efectos margen se han utilizado las cubiertas urbanas incluidas en el SIOSE y las capas de infraestructuras oficiales del Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA). Hemos establecido los valores de α separadamente para las áreas urbanas densas y laxas, las vías principales de gran capacidad (autopistas y autovías) y de media capacidad (carreteras convencionales y vías de ferrocarril) y las vías secundarias. En cada una de ellas

hemos asignado, por conocimiento experto, las distancias máximas a las que el efecto margen es de un 5% (Tabla 4.3).

Tabla 4.1. Afinidades entre tipos de hábitats. Las columnas muestran los 15 tipos de hábitats -identificados por sus códigos de la primera columna de la tabla- que se han considerado en el cálculo de la conectividad

AFINIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 Dehesa y pastizales arbolados	1	0.8	0.7	0.5	0.8	0.5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.6	0.2
2 Bosque Mediterráneo	0.8	1	0.7	0.5	0.4	0.6	0.8	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6	0.2
3 Matorral	0.7	0.7	1	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.2
4 Pinares y formaciones forestales de repoblación	0.5	0.5	0.5	1	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.2
5 Eriales y pastizales	0.8	0.4	0.5	0.4	1	0.5	0.6	0.7	0.3	0.6	0.2	0.2	0.2	0.5	0.2
6 Hábitats costeros naturales	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	1	0.8	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6
7 Riberas, humedales y cursos de agua	0.6	0.8	0.7	0.5	0.6	0.8	1	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.8
8 Hábitats rocosos y nieves permanentes	0.4	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	0.4	1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1
9 Cultivos forestales	0.4	0.4	0.5	0.7	0.3	0.4	0.4	0.4	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
10 Cultivos herbáceos en secano y en regadío	0.4	0.2	0.3	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	1	0.4	0.4	0.8	0.5	0.5
11 Olivares, viñedos y almendros	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	1	0.8	0.8	0.7	0.3
12 Frutales	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.8	1	0.8	0.5	0.3
13 Mosaicos agrarios heterogéneos	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.8	0.8	0.8	1	0.8	0.3
14 Mosaicos agrarios con vegetación y valor ecológico	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.7	0.5	0.8	1	0.3
15 Arrozales	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6	0.8	0.1	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	1
16 Embalses e infraestructuras hidráulicas	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.4	0.8	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.8
17 Áreas transformadas, urbanas y ruderales	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Tabla 4.2. Impedancias entre tipos de hábitats. Las columnas muestran los 15 tipos de hábitats que se han considerado en el cálculo de la conectividad

IMPEDANCIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1 Dehesa y pastizales arbolados	1.0	1.3	1.4	2.0	1.3	2.0	1.7	2.5	2.5	2.5	3.3	5.0	3.3	1.7	5.0
2 Bosque Mediterráneo	1.3	1.0	1.4	2.0	2.5	1.7	1.3	2.5	2.5	5.0	3.3	5.0	3.3	1.7	5.0
3 Matorral	1.4	1.4	1.0	2.0	2.0	1.7	1.4	1.7	2.0	3.3	3.3	3.3	3.3	1.7	5.0
4 Pinares y formaciones forestales de repoblación	2.0	2.0	2.0	1.0	2.5	1.7	2.0	2.0	1.4	5.0	3.3	3.3	3.3	2.0	5.0
5 Eriales y pastizales	1.3	2.5	2.0	2.5	1.0	2.0	1.7	1.4	3.3	1.7	5.0	5.0	5.0	2.0	5.0
6 Hábitats costeros naturales	2.0	1.7	1.7	1.7	2.0	1.0	1.3	5.0	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	1.7
7 Riberas, humedales y cursos de agua	1.7	1.3	1.4	2.0	1.7	1.3	1.0	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	1.3
8 Hábitats rocosos y nieves permanentes	2.5	2.5	1.7	2.0	1.4	5.0	2.5	1.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	3.3	10.0
9 Cultivos forestales	2.5	2.5	2.0	1.4	3.3	2.5	2.5	2.5	1.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
10 Cultivos herbáceos en secano y en regadío	2.5	5.0	3.3	5.0	1.7	5.0	5.0	5.0	5.0	1.0	2.5	2.5	1.3	2.0	2.0
11 Olivares, viñedos y almendros	3.3	3.3	3.3	3.3	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	2.5	1.0	1.3	1.3	1.4	3.3
12 Frutales	5.0	5.0	3.3	3.3	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	2.5	1.3	1.0	1.3	2.0	3.3
13 Mosaicos agrarios heterogéneos	3.3	3.3	3.3	3.3	5.0	5.0	5.0	10.0	5.0	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	3.3
14 Mosaicos agrarios con vegetación y valor ecológico	1.7	1.7	1.7	2.0	2.0	2.5	2.0	2.5	2.5	2.0	1.4	2.0	1.3	1.0	3.3
15 Arrozales	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	1.7	1.3	10.0	5.0	2.0	3.3	3.3	3.3	3.3	1.0
16 Embalses e infraestructuras hidráulicas	100	100	100	100	100	2.5	1.3	100	100	100	100	100	100	100	1.3
17 Áreas transformadas, urbanas y ruderales	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 4.3. Valores utilizados para calcular los mapas de efecto margen a partir de las distancias a áreas urbanas e infraestructuras

Casos	d	α
Vías principales de gran capacidad (Autopistas y autovías)	1000	0,00299573
Vías principales de media capacidad (Vías convencionales y ferrocarril)	300	0,00998577
Vías secundarias (caminos)	50	0,05991465
Áreas urbanas compactas	1500	0,00199715
Áreas residenciales laxas	750	0,00399431

Entonces, el mapa de impedancias totales de cada hábitat se ha obtenido calculando, para cada punto del territorio, el máximo de las impedancias primarias del hábitat en cuestión y las derivadas de los efectos margen de las diversas infraestructuras y áreas urbanas existentes (Figura 4.3).

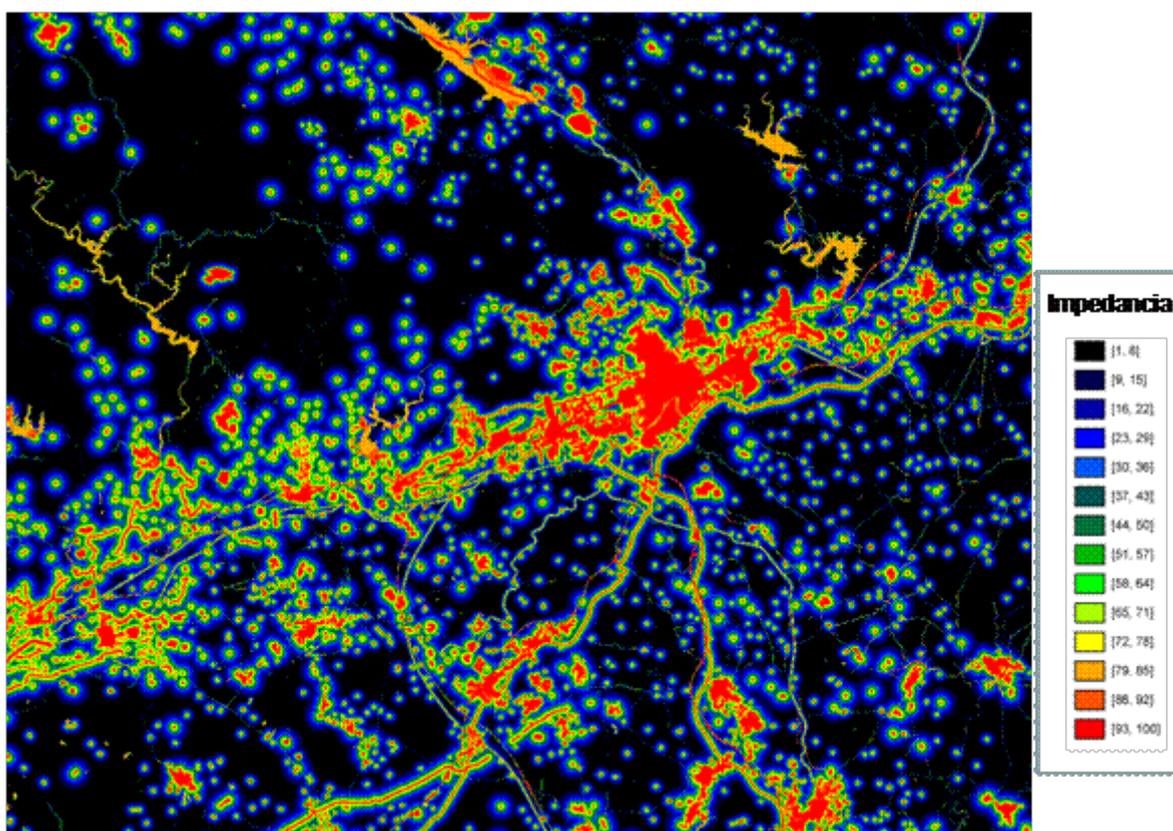


Figura 4.3. Ejemplo de mapa de impedancias resultante de combinar las impedancias primarias de un hábitat determinado con las derivadas de los efectos margen de áreas urbanas e infraestructuras. La imagen corresponde a las inmediaciones de Sevilla.

12.OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA GENERAL Y POR HÁBITATS

A pesar de la perspectiva de mancha, operativamente el mapa de conectividad se ha calculado mediante una aproximación ráster. Se han seleccionado un conjunto de puntos de muestreo, distribuidos de forma regular cada 300 metros por el territorio de Andalucía (n = 1.260.000 aprox.). Para cada uno de estos puntos se están calculando entonces, de forma secuencial, la conectividad dentro de cada mancha y la relativa a otras manchas del hábitat propio y de los hábitats afines, para cada uno de los hábitats tipo seleccionados como objetivo de estudio (hábitats 1 a 15 de la Tabla 3.1).

La conectividad dentro de las manchas

Se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$C_j = A_i \cdot (1 - 10^{-3}EM)$$

Donde A_i es el área equivalente de un determinado hábitat, y el factor que multiplica está relacionado con el efecto margen asociado a áreas urbanas e infraestructuras. Toma valor 0 en el margen mismo de las infraestructuras y áreas urbanas y va creciendo hasta 1 a medida que nos alejamos. Cabe recordar que este cálculo da 15 resultados diferentes para cada punto del territorio, dado que se hace para las áreas equivalentes de cada polígono para los 15 tipos de hábitats considerados (obtenidas multiplicando el área del polígono por la afinidad con cada hábitat).

La conectividad con otras manchas

La conectividad con otras manchas del propio hábitat o de hábitats afines requiere un proceso más complejo que se inicia con la obtención de los 15 mapas (uno por cada hábitat considerado) de distancias de coste desde el punto de análisis en las manchas de hábitat propio o afines en un radio de 2500 m. Entonces se combinan los mapas de distancia de coste con los polígonos para obtener, por transferencia de campos estadísticos, la distancia de coste mínima desde este punto de análisis a cada uno de los polígonos a 2500 m o menos. Entonces se obtiene el cálculo

$$C_j = \sum_{j \neq i} a_h A_j e^{-\alpha \cdot \delta_j}$$

Donde A_j son las áreas equivalentes de los polígonos situados a menos de 2500 del punto de análisis, y δ_j su distancia de coste mínima a este punto central. De nuevo, este cálculo se ha hecho 15 veces por punto, uno por cada uno de los hábitats contemplados en el cálculo de la conectividad, haciendo intervenir las áreas equivalentes y las distancias de coste correspondientes. El parámetro α se ha utilizado para ajustar el cálculo al buffer de 2500 m, considerando que las posibilidades de conexión eran muy pequeñas (1%) más allá de esta distancia. Esta probabilidad de conexión se consigue para $\alpha = 0.00119829$.

Desde el punto de vista de cálculo SIG, el procedimiento ha implicado:

1. La generación de un mapa de distancias de coste en cada punto de muestreo, para un radio de 2500 m, teniendo en cuenta las impedancias combinadas de los hábitats y del efecto margen de las infraestructuras (Figura 5.1.).
2. la combinación de este mapa de impedancias con el mapa de cubiertas combinado, para obtener la distancia de coste mínima para polígono
3. el cálculo de la conectividad según la fórmula de arriba, con un conjunto de sentencias SQL combinadas.

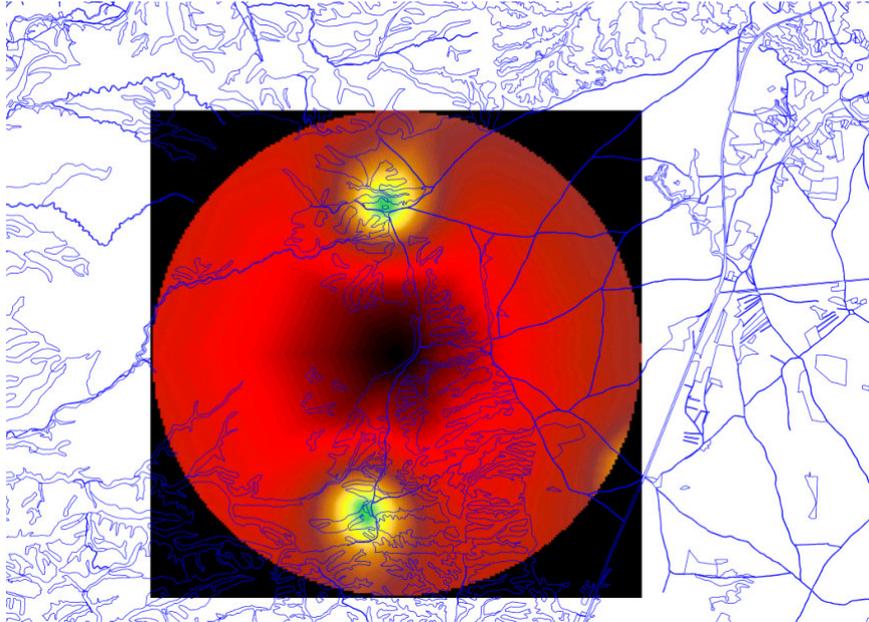


Figura 5.1. Ejemplo de superposición de un ráster de distancias de coste con los polígonos del Mapa combinado de hábitats tipo (líneas azules). Cada ráster muestra la distancia de coste desde el punto central del círculo. En este caso, la presencia de dos pequeñas poblaciones (puntos verdes) determina dos máximos locales en la distancia de coste.

13.DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONECTIVIDAD ECOLÓGICA

Los valores de conectividad obtenidos para los puntos de muestreo, distribuidos cada 300 m, han servido en primer lugar para obtener mapas continuos de la conectividad del territorio para cada hábitat. El proceso ha comportado la generación de 15 rásters de 250 m de lado con la información de cada punto para cada uno de los hábitats de estudio. Posteriormente se ha realizado una transformación $\text{Log}(x + 1)$ de sus valores y, mediante procesos sucesivos de interpolación bilineal, los rásters iniciales han sido sucesivamente densificados a 100, 50 y finalmente a 25 m. Finalmente se ha obtenido un valor de la conectividad media de cada punto del territorio haciendo la media aritmética de los valores transformados a logaritmos (lo que equivale a la media geométrica de los valores iniciales). El mapa final se muestra en la Figura 7.1. Sus unidades corresponden a $\text{Log}(m^2)$ y reflejan la cantidad de hábitat funcionalmente disponible alrededor de cada punto en un radio de 2500 m, una vez considerados los parámetros de afinidad entre hábitats y de distancia de coste a cada polígono de los mismos. Sus valores han sido truncados, para comodidad del usuario, entre 5 (10 ha) y 8 (10000 ha).

Este mapa sintetiza el grado de conexión funcional de cada punto del territorio de Andalucía, integrando los diversos hábitats y sus afinidades mutuas, y las impedancias debidas a sus diferencias y al efecto particular de áreas urbanas e infraestructuras. El ICTA proporciona una visión conjunta y general del estado de conexión del territorio. Un primer análisis cualitativo de este mapa permite corroborar los resultados obtenidos en la diagnosis inicial. Los valores más bajos, inferiores a 6 (100 ha de hábitat funcionalmente disponible) se distribuyen a lo largo del litoral y en el fondo de los principales valles y depresiones, que concentran las mayores poblaciones. Es especialmente preocupante la situación del litoral mediterráneo (Málaga, Guadalhorce, Costa del Sol), pero también hay grandes áreas de conectividad muy baja en la costa atlántica (áreas de Huelva y Cádiz). El fondo del valle del Guadalquivir y los de sus principales tributarios (Genil) muestran también una situación de baja conectividad, especialmente en las principales conurbaciones (Sevilla, Córdoba, Jaén). Esta situación se repite también en las diversas hoyas y depresiones intrabéticas ocupadas por ciudades y pueblos grandes (Ronda, Granada, Guadix, etc.). La conectividad también desciende a lo largo de los principales ejes de comunicación, por el efecto combinado de las infraestructuras y las áreas urbanas asociadas.

Por el contrario, las grandes sierras muestran una situación global mucho mejor, con máximos de conectividad en los macizos más grandes, muchos de ellos incorporados a la Red Natura 2000. Es el caso de algunos sectores de Sierra Morena Central y Occidental, Cazorla, Sierra Nevada o los Alcornocales. Pero también es el caso de

grandes zonas agrícolas de las campiñas del Guadalquivir, del Sureste árido y de algunas hoyas y depresiones intrabéticas donde dominan las extensiones agrícolas y la densidad de población es baja. Así, los grandes polígonos y la baja densidad de áreas urbanas e infraestructuras determinan elevados valores de conectividad en hábitats agrícolas donde la diversidad biológica puede ser baja por las propias características y el tipo de uso.

Este análisis debe completarse, sin embargo, con una evaluación particular para los 15 hábitats de estudio. Para ello, no es aconsejable utilizar mapas similares para cada uno de los hábitats estudiados, dado que pueden llevar a una mala interpretación de los resultados: debido a las enormes diferencias de tamaño entre polígonos de hábitats y las reglas de afinidades e impedancias establecidas entre ellos, aquellos hábitats que tienen polígonos de mayor tamaño pueden concentrar la conectividad de otros hábitats con los que comparten una cierta afinidad y que presentan unos polígonos mucho más pequeños. Así, el mapa puede dar la falsa impresión de que la conectividad agrícola en zonas de montaña se canaliza a través de los polígonos de bosque, o que la conectividad del bosque de los llanos agrícolas se canaliza a través de los cultivos de regadío.

Para resolver este problema, se ha limitado el análisis de la conectividad de cada hábitat a sus polígonos. Los mapas de conectividad de cada hábitat se han combinado con rásters de la misma resolución (25 m de tamaño de píxel), con valor 1 en las celdas ocupadas por el hábitat en cuestión y sin datos (NODATA) en el resto. Esto ha permitido eliminar el "ruido de fondo" debido a otros hábitats afines, pero no ha eliminado -tal como se pretendía- el efecto que pueden tener éstos sobre polígonos cercanos del hábitat.

Anejo 2. Antecedentes de referencia para la redacción del Plan

ANEJO 2: ANTECEDENTES DE REFERENCIA PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN

MARCO HISTÓRICO DE REFERENCIA A ESCALA INTERNACIONAL Y ESPAÑOLA

13.1 Ámbito internacional

La necesidad de mantener la conectividad para conservar la biodiversidad se puso ya de manifiesto en 1979 en la *Convención sobre la conservación de las especies migratorias de animales silvestres* (conocida también como Convenio de Bonn), en cuyo artículo III se establece que las Partes que sean Estados del área de distribución de una especie migratoria en peligro (Anejo I de la Convención) *se esforzarán para:*

- a) *Conservar y, cuando sea posible y apropiado, restaurar los hábitats que sean importantes para preservar a la especie en cuestión del peligro de extinción.*
- b) *Prevenir, eliminar, compensar o minimizar de forma apropiada, los efectos negativos de actividades o de obstáculos que dificulten seriamente o impidan la migración de la especie en cuestión.*

En relación con las especies en un estado de conservación desfavorable (Anejo II del Convenio), los acuerdos internacionales que se establezcan para su conservación deberían prever, según establece el artículo V del Convenio:

- a) *El mantenimiento de una red de hábitats apropiados para la especie migratoria en cuestión, repartidos adecuadamente a lo largo de los itinerarios de migración.*
- b) *En todas las medidas en que sea posible, la eliminación de actividades y obstáculos que dificulten o impidan la migración, o la adopción de medidas que compensen el efecto de estas actividades y obstáculos.*

En 1980, la *Estrategia mundial para la conservación* elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN) para contribuir a alcanzar un desarrollo sostenible mediante la conservación de los recursos vivos, planteaba tres objetivos básicos interrelacionados:

- a) *El mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales.*
- b) *La preservación de la diversidad genética.*
- c) *La utilización sostenida de las especies y de los ecosistemas.*

Aunque la Estrategia no explicitaba la necesidad de garantizar la conectividad ecológica, sí que se puede considerar que se refería implícitamente a ella cuando establece los dos primeros objetivos, ya que garantizar la conectividad ecológica es un requerimiento esencial para poder alcanzar los objetivos citados.

La revisión de la primera Estrategia de 1980 en la década de los 90 dio lugar, en 1991, al documento *Cuidemos la Tierra. Una estrategia para vivir de manera sostenible* (UICN et al. 1992) en el que se recoge una referencia directa a la necesidad de garantizar la conectividad ecológica para conservar la diversidad biológica. La acción 4.9 de la Estrategia establece la necesidad de *completar y mantener un sistema global de áreas protegidas* y especifica que es preciso que el sistema nacional de áreas protegidas *garantice que las áreas protegidas no se constituyan en oasis de diversidad en un desierto de uniformidad (...)*. En el mismo sentido determina que *todos los gobiernos y los órganos nacionales dedicados a la conservación deberían evaluar, y si es necesario extender, sus sistemas de áreas protegidas para garantizar que son adecuadas para mantener la diversidad de especies bajo las condiciones climáticas que probablemente se producirán en el futuro. Para que esto sea así, los sistemas han de permitir los cambios en la distribución de especies. Los sistemas serán mucho más capaces de conseguirlo si (...) se asegura que las áreas protegidas están conectadas por pasadizos de hábitats adecuados para que las especies puedan dispersarse.*

En 1992, en el marco de la Conferencia de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente y el Desarrollo celebrada en Rio de Janeiro, surge el *Convenio sobre la diversidad biológica* (CNUMAD 1993). Su artículo 6º determina, como una medida general para la conservación y el uso sostenible, que *las partes contratantes desarrollarán estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad*. Aunque no se refiere explícitamente a ello, el artículo 8º incluye referencias indirectas a la necesidad de superar el ámbito estricto de las áreas protegidas para el éxito de la conservación de la biodiversidad *in situ*.

En el marco de la décima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica celebrada en la ciudad de Nagoya (Japón), en octubre de 2010, se adoptó el *Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y los Hitos de Aichi para la Diversidad Biológica*, en el que se establecen objetivos para el 2020 y en el que se encuentran numerosas determinaciones en relación con la mejora y la restauración de la conectividad ecológica (UNEP 2011). En concreto, la Decisión X/2 fija como uno de sus objetivos el de *Mejorar la situación de la diversidad biológica salvaguardando los ecosistemas, las especies y la diversidad genética*, y la Meta 11 determina que en 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10% de las zonas marinas y costeras se conserven mediante sistemas de áreas protegidas ecológicamente representativas y bien conectadas. La

Decisión X/33 (relativa al cambio climático) fija como objetivo *el reforzamiento de las redes de áreas protegidas, incluso mediante la activación de medidas de conectividad, tales como el desarrollo de redes ecológicas y corredores ecológicos y la restauración de los hábitats y paisajes degradados.*

El primer documento estratégico que aborda técnicamente la materia surge casi de manera paralela al *Convenio sobre la diversidad biológica*, se trata de la ***Estrategia global para la biodiversidad*** (WRI et al. 1992) y es elaborado por el Instituto de Recursos Naturales (WRI), la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Programa de las Naciones Unidas por el Medio Ambiente (PNUMA). Señala que uno de los mecanismos más relevantes de deterioro de la biodiversidad es la fragmentación de los hábitats. Destaca la necesidad de reforzar las áreas protegidas y dedica a ello el capítulo VIII. En él se cita que para que un sistema nacional de áreas protegidas permita la conservación eficaz tiene que incluir, entre otros elementos, *una matriz de áreas y corredores y tierras privadas que aseguren la supervivencia de especies indicadoras y especies claves en el ecosistema.* Igualmente, insta a *definir alternativas de sistemas de áreas protegidas en expansión mediante el uso de zonas de amortiguación, corredores, dotaciones de tierras privadas, políticas de gestión de recursos y otras alternativas que estén fuera del control de los organismos de gestión de aquellas áreas.*

Finalmente, en el marco de la conservación de especies migratorias, cabe citar el ***Acuerdo sobre la conservación de las aves acuáticas migratorias de África y Eurasia*** (1995) que, en consonancia con lo que establecía el Convenio de Bonn de 1979, establece en su artículo III que las Partes *coordinarán sus esfuerzos para garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento de una red de hábitats apropiados en toda el área de distribución de cada especie de ave acuática migratoria, especialmente cuando los humedales se extiendan en un área que comprenda más de una parte del presente Acuerdo.*

13.2 **Ámbito europeo**

Tanto los países de la Unión Europea como diversas iniciativas a nivel paneuropeo han trabajado en los últimos años en el desarrollo de los postulados establecidos por el *Convenio sobre la diversidad biológica* de 1992 y las estrategias posteriores.

a) **Ámbito paneuropeo**

En el continente europeo, la primera estrategia que se redactó en relación con la conservación de la biodiversidad fue la ***Estrategia paneuropea para la Diversidad***

biológica y Paisajística impulsada por el Consejo de Europa en 1995 (Council of Europe et al. 1996). Se plantea en un horizonte de 20 años (1996-2016) y aspira a ser un marco de referencia común y consistente para otras estrategias de carácter territorial más reducido (nacional, regional, local...) que se desarrollen para dar cumplimiento al *Convenio de la diversidad biológica* de 1992.

La Estrategia establece las bases del concepto de red ecológica funcional, basado en la definición de la estructura ecológica básica del territorio desde el punto de vista dinámico del medio natural, es decir, de los flujos que se establecen entre sus componentes. En el marco del Plan de acción para el período 1996-2000 se establece la creación de la red ecológica paneuropea, que ha de estar constituida por los siguientes elementos:

- Áreas núcleo (*core areas* en su acepción anglosajona) para conservar los ecosistemas, hábitats, especies y paisajes de importancia europea.
- Corredores o pasaderos clave (*corridors or stepping stones* en su acepción anglosajona) en los lugares donde estos elementos mejoren la coherencia de los sistemas naturales.
- Áreas de restauración, en las que sea necesario reparar ecosistemas, hábitats y paisajes de importancia que estén degradados o determinadas zonas que sea necesario restaurar completamente.
- Áreas perimetrales (en su acepción anglosajona *buffer zones*) que protejan la red de influencias externas adversas.

Las áreas núcleo comprenden las principales zonas y elementos representativos de la diversidad biológica y paisajística de importancia europea. Incluirán también, en muchos casos, importantes sistemas seminaturales cuya integridad depende del mantenimiento de ciertas actividades humanas, como es el caso de los paisajes agrarios.

La coherencia de la red se conseguirá a través del establecimiento, allá donde sea apropiado, de corredores continuos o pasaderos clave discontinuos que facilitarán la dispersión y migración de especies entre las áreas núcleo. En muchos casos, la función de conectividad de estos espacios será compatible con el desarrollo de actividades económicas que se efectúen de forma adecuada.

La aplicación a escala nacional de la *Estrategia* fue ratificada en la **Declaración de Kiev** de la **Quinta Conferencia Ministerial Medio ambiente en Europa** del año 2003.

Aquel mismo año 2003, en la **Declaración de Viena** de la **Cuarta conferencia ministerial para la protección de los bosques de Europa**, en su resolución 4ª, se adopta el compromiso (acuerdo 11) de prevenir y mitigar las pérdidas de

biodiversidad de los bosques causadas por la fragmentación y por el cambio en los usos del suelo, así como de mantener y establecer la conectividad ecológica en los lugares donde sea apropiado.

En las respectivas conferencias de 2003, los ministros adoptaron un marco de cooperación entre la *Conferencia ministerial para la protección de los bosques en Europa* y el proceso ministerial *Medio ambiente en Europa* y la *Estrategia paneuropea para la Diversidad biológica y Paisajística*.

a) **Ámbito de la Unión Europea**

La Unión Europea ha adoptado diversas medidas en la línea de las disposiciones del *Convenio sobre diversidad biológica* de 1992. Así, en el *Primer Programa sobre política y acción en relación al medio ambiente y el desarrollo sostenible*, para el período 1973-1976 ya se fijaba el mantenimiento de la biodiversidad como eje básico de la política comunitaria de conservación de la naturaleza, con medidas destinadas a la conservación de los hábitats naturales, la protección de especies amenazadas y el uso sostenible de la diversidad biológica. A partir de la constatación de que para una mayoría de especies de la flora y la fauna silvestre el principal riesgo procede de la compartimentación y aislamiento de sus hábitats, planteó como prioritario alcanzar una gestión sostenible de los hábitats de importancia comunitaria y del territorio a su alrededor.

A tal efecto, la *Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres*, conocida como Directiva Hábitats, establece la creación de una red ecológica europea coherente de espacios protegidos, la Red Natura 2000, formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) declaradas de acuerdo con la *Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres* (que substituye a la Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres, conocida como Directiva Aves). La Directiva Hábitats contiene la exigencia de preservar la integridad física y funcional de los espacios de la Red Natura 2000, así como indicaciones explícitas sobre la necesidad de mantener la conectividad entre áreas protegidas. Establece la obligatoriedad de mantener y restablecer el estado de conservación favorable de los hábitats y especies de interés comunitario. Por otra parte, la Directiva 2009/147/CE también determina la obligatoriedad de los estados miembros de proteger las especies de aves silvestres y de mantener sus niveles de población y sus hábitats. La Directiva Hábitats insta, además, a mejorar la coherencia ecológica de la red y a adoptar medidas para evitar las alteraciones que causen efectos negativos en los hábitats y las especies que hayan motivado la

designación de los espacios incluidos en la Red. Así, por mandato de esta Directiva los estados miembros adquieren la obligación de garantizar la conectividad entre los espacios integrados en la Red natura 2000.

El Quinto programa comunitario en materia de medio ambiente *Programa de la Comunidad Económica sobre Política y Acción en relación al Medio Ambiente y el Desarrollo sostenible: Hacia un desarrollo sostenible* (Comisión de las Comunidades Europeas 1992), para el período 1993- 2000, determinaba en cuanto a la protección de la naturaleza y la biodiversidad, entre otros objetivos, la creación de una red europea coherente de espacios protegidos y, como uno de los instrumentos para su consecución, el establecimiento de criterios para la identificación de los hábitats, zonas periféricas de protección y corredores migratorios.

En marzo de 1998, la Comisión Europea presentó el documento *Sobre una estrategia de la Comunidad Europea en materia de biodiversidad*, documento estratégico que fue asumido posteriormente tanto por el Consejo como por el Parlamento europeo (Comisión de las Comunidades Europeas 1998). La Estrategia, así como los planes de acción que la desarrollaban, constató que las medidas que se habían adoptado hasta el momento en relación con la conservación de la biodiversidad habían resultado insuficientes y manifestaba que *el establecimiento de un sistema de zonas protegidas no es por sí solo suficiente o apropiado*. En este sentido, determinaba la necesidad de *incidir sobre la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en el territorio situado fuera de las zonas protegidas*, y señalaba que este aspecto *es una de las principales lagunas de las políticas comunitarias vigentes en materia de conservación*. Así, pues, la Estrategia reconocía que, en el ámbito europeo, eran necesarias actuaciones adicionales de conservación de los componentes de la biodiversidad fuera de los límites de los espacios naturales protegidos, que fueran de aplicación general en el conjunto del territorio. De forma consecuente con lo anterior, la Estrategia fijó como objetivo: *desarrollar, en cooperación con los estados miembros, instrumentos que potencien la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en el resto del territorio situado fuera de las zonas protegidas*.

La **Estrategia de la Comunidad Europea en Materia de Biodiversidad** de 1998 preveía la elaboración y aplicación de planes de acción sectoriales en los ámbitos de la protección de los recursos naturales, la agricultura, la pesca y la ayuda al desarrollo y cooperación económica. Para el resto de ámbitos de actuación la Estrategia no prevé la elaboración de planes de acción, sino la integración de las acciones a desarrollar en los instrumentos ya existentes o bien el establecimiento de un tratamiento especial, por ejemplo, en el marco de la estrategia forestal de la Unión Europea o en el de la reforma de la política agrícola común.

Cabe citar aquí la *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA). Esta Directiva considera a los cursos fluviales como auténticos ecosistemas y establece medidas para mantener y mejorar la estructura y funcionalidad de los mismos. La función como conector fluvial de los espacios fluviales se cita en la Directiva bajo el concepto de *continuidad del río*; aunque este podría ser un concepto algo ambiguo, aclara que se trata de la cualidad que debe permitir la migración de los organismos acuáticos y el transporte de sedimentos. Así, la conectividad fluvial queda reconocida en la Directiva como un elemento intrínseco del curso y, en este sentido, un componente ecológico a preservar o restaurar.

El Plan de acción de biodiversidad para la conservación de los recursos naturales de la Unión Europea (2001) y el *Plan de acción de biodiversidad para la agricultura* (2001), ambos derivados de la Estrategia de 1998, establecen objetivos, actuaciones y prioridades en relación con la conectividad. El primero reconoce el valor de los espacios forestales en el establecimiento de estrategias de conectividad ecológica, así como la función conectiva de los espacios fluviales (propone desarrollarla en el marco de los planes de gestión de cuencas fluviales); y reconoce como reto principal la integración de la conservación de la biodiversidad en el planeamiento y la acción urbanística. El segundo destaca la importancia del mantenimiento de la biodiversidad en las áreas agrícolas y contempla como prioridad garantizar la existencia de una infraestructura ecológica en todas las áreas agrícolas.

Con la celebración de la Conferencia de Malahide (Irlanda, 25-27 mayo 2004) culminó el proceso de participación pública lanzado por la Comisión un año y medio antes para evaluar la aplicación de la Estrategia sobre la Biodiversidad de la Comunidad Europea y sus cuatro planes sectoriales. La Conferencia reunió a miembros de los países de la Unión Europea, expertos de la Comisión, representantes de la sociedad civil y de algunos sectores estratégicos (pesca, agricultura) con el fin de establecer objetivos prioritarios, indicadores asociados a ellos y mecanismos de aplicación para frenar la pérdida de biodiversidad en el 2010. Los resultados se concretaron en el denominado *Mensaje de Malahide*. El documento explicita el compromiso de los estados que forman la Unión Europea para frenar antes del 2010 la pérdida de la biodiversidad y advierte de las consecuencias que su pérdida puede tener en el progreso social y económico de Europa a causa de, además de la pérdida de su valor intrínseco, el deterioro de los bienes y servicios fundamentales que genera la diversidad biológica, especialmente en los campos de la agricultura, la gestión de los recursos hídricos, la salud y la calidad de vida y el turismo, entre otros. Por lo que se refiere a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales, enuncia como objetivo para el 2010 *el establecimiento de áreas protegidas integradas en paisajes terrestres y marítimos más amplios mediante una aproximación ecosistémica, y,*

donde sea necesario, desarrollando herramientas para la conectividad ecológica, como pueden ser los corredores ecológicos.

El Mensaje de Malahide sirvió de base para la elaboración de la **Comunicación de la Comisión de las Comunidades Europeas, de 22 de mayo de 2006, para frenar la pérdida de biodiversidad antes de 2010 y más allá (Comisión de las Comunidades Europeas 2006)**. La Comunicación destaca que, en Europa, la mayor presión sobre la conservación de los ecosistemas tiene como consecuencia directa la fragmentación, la degradación y la destrucción del hábitat, debidas a la modificación de los usos del suelo. Se plantean en ella diversos objetivos que presentan relación directa e indirecta con la conectividad ecológica. En el marco del primer objetivo: *Proteger los hábitats y especies más importantes de la UE*, se establece que es imprescindible adoptar medidas a favor de los hábitats y especies más importantes de la UE para frenar la pérdida de biodiversidad para 2010 y fomentar su recuperación. [...] [Los Estados miembros] deberán consolidar la coherencia, la conectividad y la capacidad de resistencia de la Red [Natura 2000] [...]. El segundo objetivo plantea *Preservar y restaurar la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas en el resto de zonas rurales de la UE*. Finalmente, el objetivo número nueve cita: *Dar soporte a la adaptación de la biodiversidad al cambio climático*, y establece que [...] También serán necesarias políticas para favorecer la adaptación de la biodiversidad a los cambios de temperatura y del régimen hídrico. Para ello será necesario, en particular, garantizar la coherencia de la Red Natura 2000 [...].

La **Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino**, conocida como Directiva marco sobre la estrategia marina, establece que los programas de medidas derivados de la aplicación de la Directiva marco incluirán medidas de protección espacial que contribuyan a la constitución de redes coherentes y representativas de zonas marinas protegidas que cubran adecuadamente la diversidad de los ecosistemas que las componen, como son las zonas especiales de conservación con arreglo a la Directiva sobre hábitats, las zonas de protección especial con arreglo a la Directiva sobre aves, y las zonas marinas protegidas acordadas por la Comunidad o los Estados miembros interesados en el marco de los acuerdos internacionales o regionales de que sean Partes. Considera un indicador de buen estado ambiental el que se mantenga la biodiversidad y que la calidad y la frecuencia de los hábitats y la distribución y abundancia de especies estén en consonancia con las condiciones fisiográficas, geográficas y climáticas reinantes.

El **Sexto programa comunitario en materia de medio ambiente**, para el período 2001-2012, plantea, como objetivo principal en el ámbito de la biodiversidad, la protección y restauración de la estructura y el funcionamiento de los sistemas naturales, poniendo fin al empobrecimiento de la biodiversidad en la Unión Europea

y en el mundo. El Programa plantea concluir la instauración de la Red Natura 2000 y ampliarla en el ámbito marino.

Más recientemente el informe de la Comisión *Evaluación de 2010 de la aplicación del Plan de Acción de la UE para la biodiversidad (Comisión Europea 2010)*, analiza el grado de cumplimiento de los objetivos planteados y constituye la base para la elaboración, por parte de la Comisión, de una estrategia de la biodiversidad para después de 2010, con la finalidad de alcanzar los objetivos de biodiversidad establecidos por la UE para el 2020 (*Comisión de las Comunidades Europeas 2006 y Consejo Europeo 2010*).

La *Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural* (Comisión Europea COM (2011) 244 final) fija en su objetivo 2 el *Mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios ecosistémicos no más allá de 2020 mediante la creación de infraestructura verde y la restauración, como mínimo, del 15% de los ecosistemas degradados*. Hay que destacar la actuación 6 de la Estrategia que establece: *Fijar prioridades de restauración y fomentar el uso de infraestructura verde* y que se concreta en los siguientes puntos:

- *6a. Antes de finalizar el 2014, los Estados miembros elaborarán un marco estratégico para fijar las prioridades de restauración de ecosistemas a nivel subnacional, nacional y de la UE.*
- *6b. La Comisión redactará una estrategia en materia de infraestructura verde antes de que finalice 2012, a fin de fomentar el despliegue de esta infraestructura en las zonas urbanas y rurales de la UE, incluyendo el uso de incentivos para fomentar una inversión temprana en proyectos de infraestructura verde y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, por ejemplo, mediante un uso más selectivo de los flujos de financiación europea y las colaboraciones público-privadas.*

Finalmente, cabe recordar que las Directivas europeas introducen un aspecto imperativo, dada la obligatoriedad de su trasposición a la normativa legal vigente en cada estado miembro. Todas las Directivas citadas en este apartado han sido traspuestas a la legislación española y constituyen por tanto un referente de primer orden al que atender.

Recientemente, la comunicación **Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa**. (COM(2013) 249 final), se redacta como respuesta a diversos compromisos adquiridos en anteriores Comunicaciones de la Comisión Europea relativas a infraestructura verde, servicios ecosistémicos y capital natural. Aporta una definición del concepto de infraestructura verde. A lo largo de su apartado 2 revisa cómo el desarrollo de una infraestructura verde contribuye a las políticas de la UE y en concreto:

- Políticas regionales (Fondos de Cohesión, FEDER). Entre otros aspectos, constata que las inversiones en infraestructura verde presentan un gran potencial para reforzar el desarrollo regional y urbano, en concreto manteniendo o creando puestos de trabajo.
- Cambio climático y gestión del riesgo de catástrofes, incidiendo tanto en la adaptación como en la mitigación del cambio climático, a través de la iniciativas de infraestructura verde en la agricultura y la silvicultura, como complemento para la reducción de la huella de carbono del transporte y el suministro de energía, la contribución a la eficiencia energética de los edificios. Así mismo contribuye a la potenciación de la resiliencia frente a las catástrofes.
- Capital natural, mediante la contribución de la infraestructura verde a la protección, conservación y mejora del capital natural; en concreto:
 - Tierra y el suelo: reducción de la ocupación, la erosión y la contaminación del suelo; mejor gestión de las tierras dedicadas a la agricultura y la silvicultura; sinergias con los objetivos de la PAC.
 - Agua: contribución a la gestión e las cuencas hidrográficas que resulte en una mejora de la calidad del agua, mitigación de los efectos de las presiones hidromorfológicas y reducción de las repercusiones de inundaciones y sequías; contribución a la aplicación de la gestión integrada de las zonas costeras.
 - Conservación de la naturaleza, mediante la consolidación de la coherencia de Natura 2000. Al mismo tiempo, la Comunicación considera que Natura 2000 constituye la columna vertebral de la infraestructura verde de la UE.

Seguidamente, la Comunicación indica lo que debe hacerse para propiciar el desarrollo de la infraestructura verde y lo que se debería hacer a escala de la UE. En concreto incide sobre:

- La dimensión de la UE en cuanto a escalas y políticas. Plantea la necesidad de un compromiso claro y a largo plazo de la UE respecto al desarrollo y despliegue de la infraestructura verde.
- La integración de la infraestructura verde en los ámbitos políticos clave. Indica la necesidad de que la infraestructura verde pase a ser un elemento normalizado de la ordenación del territorio y del desarrollo territorial y que se integre plenamente en la aplicación de las políticas antes citadas. Incide en la necesidad de establecer y concretar los mecanismos de financiación para ello.
- La necesidad de datos coherentes y fiables. Indica la necesidad de disponer de los mismos para un despliegue eficaz de la infraestructura verde (alcance y estado de los ecosistemas, servicios que estos prestan, valor de estos servicios incluyendo el cálculo el precio).

- Mejora de la base de conocimientos y fomento de la innovación. Identifica la necesidad de intensificar la investigación para comprender mejor la relación entre biodiversidad y estado de los ecosistemas, así como entre este último y su capacidad para prestar servicios ecosistémicos; para comprender mejor el valor de los servicios ecosistémicos; y para ensayar y aplicar soluciones innovadoras de infraestructura verde.
- Apoyo financiero a proyectos de infraestructura verde. Prevé la creación de instrumentos financieros de la UE, así como inversión del sector privado.
- Proyectos de infraestructura verde a escala de la UE. Plantea la necesidad de considerar la infraestructura verde a escala europea igual que se han considerado las infraestructuras del transporte, las TIC u otros casos.

La Comisión se ha comprometido a desarrollar una estrategia de la UE sobre la infraestructura verde que debería revestir la forma de un marco que permita combinar señales políticas y medidas científicas o técnicas. Debería incluir los siguientes elementos:

- Fomento de la infraestructura verde en los principales ámbitos políticos.
- Mejora de la información, refuerzo de la base de conocimientos y fomento de la innovación.
- Mejora del acceso a la financiación.
- Proyectos de infraestructura verde a escala de la UE.

Finalmente, se prevé que de aquí a finales de 2017 la Comisión revisará los avances registrados en el desarrollo de la infraestructura verde y publicará un informe sobre las lecciones aprendidas y las recomendaciones para el futuro.

a) **Ámbito español**

En España, la *Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de la Diversidad Biológica* (Dirección General de Conservación de la Naturaleza 1999) supuso un hito en la política de conservación de la biodiversidad. El texto fue enfocado como puente natural entre la Estrategia de la Unión Europea de 1998 y las que deberían desarrollar las Comunidades Autónomas, en las cuales recaían las competencias de la aplicación de las medidas y acciones que deben llevarse a cabo para su implementación.

En la definición de los principios de la Estrategia española se establece (apartado 15º) que *es primordial para la conservación de la diversidad biológica española, el establecimiento de un sistema adecuado de áreas protegidas y corredores ecológicos*

coherente (...) por ello no hay que restar importancia al mantenimiento de la biodiversidad fuera del sistema de áreas protegidas.

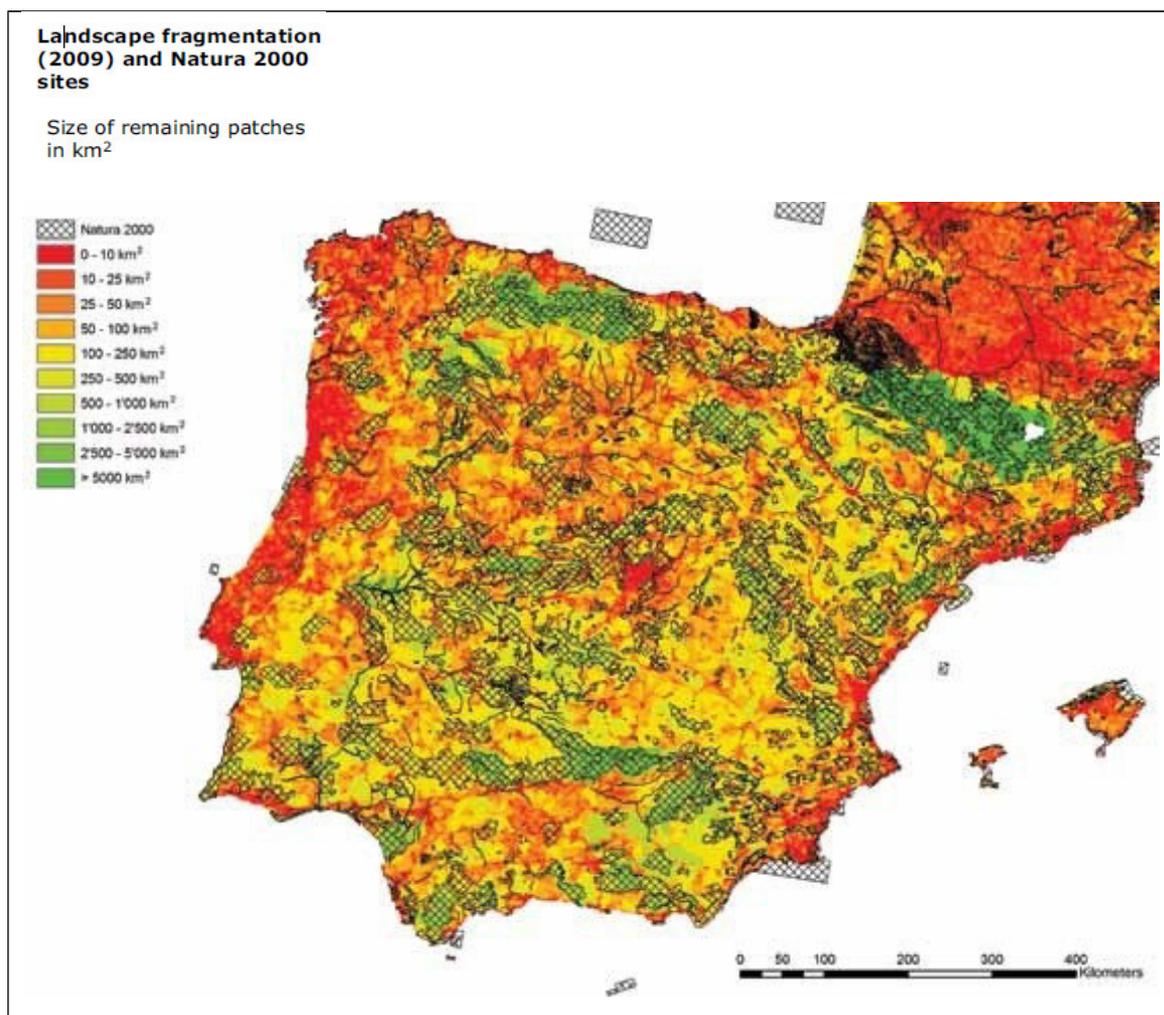


Figura 1.1 Fragmentación del paisaje en relación con los lugares de la Red Natura 2000. Tamaño (km²) de las teselas sin fragmentar. Fuente: Estrategia de la UE sobre biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural (Comisión Europea COM (2011) 244 final)

En el apartado dedicado a las medidas de conservación *in situ* de las especies, la Estrategia efectúa una referencia clara a la necesidad de garantizar la conectividad biológica para *evitar la fragmentación de las poblaciones silvestres y facilitar su intercambio genético, a través de una red de corredores ecológicos y la consecución de una mayor conectividad entre los espacios y mediante su consideración en la planificación y gestión del territorio.*

En el ámbito normativo, la **Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad**, efectúa aportaciones significativas en relación con la conectividad. La Ley establece una definición legal de los corredores ecológicos, así como instrumentos, mecanismos y obligaciones para las administraciones públicas, con el objetivo de conseguir la conectividad ecológica del territorio.

Ya en su preámbulo se refiere de forma específica a los aspectos relativos a la conectividad ecológica, indicando que *se incorporarán a la planificación ambiental o a los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, los corredores ecológicos, otorgando un papel prioritario a las vías pecuarias y las áreas de montaña. Estos corredores ecológicos deben participar en el establecimiento de la red europea y comunitaria de corredores biológicos definidos por la Estrategia Paneuropea de Diversidad Ecológica y Paisajística y por la propia Estrategia Territorial Europea. En particular las Comunidades Autónomas podrán utilizar estos corredores ecológicos, o la definición de áreas de montaña, con el fin de mejorar la coherencia ecológica, la funcionalidad y la conectividad de la Red Natura 2000.*

La conexión de hábitats y ecosistemas se contextualiza dentro del marco de la UE, sus instrumentos de conservación y documentos estratégicos (Red Natura 2000, Estrategia Paneuropea de Diversidad Ecológica y Paisajística y Estrategia Territorial Europea), destacándose una serie de elementos con potencial significativo en la conectividad ecológica (vías pecuarias y áreas de montaña). Las referencias a la conectividad ecológica del territorio aparecen de nuevo en el Capítulo III (Espacios protegidos Red Natura 2000), más concretamente en el artículo 46 (Coherencia y conectividad de la Red), cuando establece que *con el fin de mejorar la coherencia ecológica y la conectividad de la Red Natura 2000, las Comunidades Autónomas, en el marco de sus políticas medioambientales y de ordenación del territorial, fomentarán la conservación de corredores ecológicos y la gestión de aquellos elementos del paisaje y áreas territoriales que resultan esenciales o revistan primordial importancia para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético entre especies de fauna y flora silvestres.*

En septiembre de 2011 fue aprobado el **Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017**. Este documento dedica una parte importante de su diagnóstico a la conectividad y a los elementos que constituyen la trama territorial que la sustenta y los introduce de forma transversal en el tratamiento del resto de temas relativos al patrimonio natural y la biodiversidad que afronta. Como objetivo a largo plazo prevé que *el territorio se configure como un entramado natural donde los espacios protegidos formen parte de una matriz territorial conectada por corredores ecológicos donde se desarrollen de un modo completo los procesos ecológicos esenciales y se permita la adaptación de los distintos componentes de la biodiversidad al cambio climático.*

Su objetivo 2.2 establece *Promover la restauración ecológica, la conectividad ambiental del territorio y la protección del paisaje.* Con un total de 10 acciones, cita aspectos como elaborar una estrategia nacional de restauración ecológica y conectividad de ecosistemas, establecer mecanismos para el seguimiento de la conectividad ecológica del territorio y de la situación de la fragmentación de los

hábitats y fomentar actuaciones de freno de la fragmentación de hábitats y de desfragmentación, entre otros.

Con la aprobación de la **Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad** se produce un salto cualitativo importante en relación con el tratamiento de la conectividad y restauración ecológicas y la infraestructura verde.

Según el artículo 15 de la Ley, *en un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de la presente ley, se aprobará una Estrategia estatal de infraestructura verde, y de la conectividad y restauración ecológicas, que incorporará una cartografía adecuada que permita visualizar gráficamente la misma.*

La Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

Las implicaciones de la aprobación de la ley en el ámbito regional se recogen en el punto 4 de art. 15, de manera que, basándose en las directrices de la Estrategia estatal, las comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estrategia estatal.

14. ANTECEDENTES EN ANDALUCÍA

Los aspectos relacionados con la conectividad ecológica en Andalucía han sido abordados desde diversas ópticas y a diferentes escalas desde hace décadas, tanto desde el mundo académico como desde la Administración autonómica.

Los objetivos de conectividad ecológica han sido recogidos en diversas estrategias, documentos de planificación y proyectos acometidos desde la Administración Ambiental andaluza, ya sea a través de instrumentos dirigidos a la gestión de los elementos que componen las tramas de conectividad (riberas, bosques isla, setos, vías pecuarias, etc.), bien a partir de medidas destinadas a mitigar y/o reducir los efectos de fragmentación en hábitats y ecosistemas.

Sin embargo, no se ha formulado todavía una planificación específica e integrada a escala regional.

A continuación se describen los antecedentes e hitos más significativos en relación con la conectividad en Andalucía.

14.1 La conectividad ecológica y la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía.

La *Ley 2/89 de Espacios Naturales Protegidos en Andalucía* contempla la importancia de la conectividad ecológica en la conservación de las áreas protegidas, cuyas tramas y dinámicas ecosistémicas trascienden ampliamente la escala de su definición territorial. En este contexto pueden reseñarse algunos hitos que ponen de manifiesto la importancia que se le ha otorgado en la gestión de estos espacios a los procesos de conectividad.

Tal vez el ejemplo más conocido y emblemático de actuación destinada a fomentar la conectividad ecológica del territorio es el Corredor Verde del Guadiamar. Tras la catástrofe de Aznalcóllar sucedida el año 1998, la Junta de Andalucía llevó a cabo una importante labor de restauración de la zona afectada por el vertido. Si bien el primer objetivo era revertir la situación de contaminación ambiental provocada, también se fijó como prioridad de la restauración la recuperación de la funcionalidad ecológica del río Guadiamar, sus riberas y el conjunto de su cuenca, favoreciendo la conexión entre Doñana, el litoral y Sierra Morena. Aún cuando es todavía pronto para evaluar los resultados de la creación del Corredor Verde en la conectividad ecológica de Sierra Morena y el entorno de Doñana, los trabajos relacionados con el Programa de Investigación del Corredor Verde (PICOVER) condujeron a avances significativos en el estudio de la dinámica de las riberas como ejes de vertebración y conexión de ecosistemas (Alonso 2005; Montes & Borja 2005; Junta de Andalucía 2008, entre otros).

La conectividad ecológica del territorio y de los Espacios Naturales Protegidos también ha sido abordada como criterio básico en la definición de Lugares de Interés Comunitario (LIC) y la configuración de la Red Natura 2000, propuesta por la Administración Ambiental andaluza y aceptada por la UE en diciembre de 2009. En dicha definición ha primado la interconexión de espacios naturales protegidos y la incorporación de áreas de interés biogeográfico en la conservación de la biodiversidad. La Directiva Hábitat establece que se deberá preservar la coherencia de la Red Natura 2000. Es por ello que los planes de gestión de estos LIC, en curso de redacción o tramitación, deben incorporar los aspectos vinculados a la conectividad ecológica de los espacios a los que hacen referencia (y combatir, si es el caso, la falta de conexión que los mismos puedan presentar actualmente o experimentar en el futuro). Asimismo, la identificación y delimitación de Hábitats de Especial Interés Comunitario, derivados de la aplicación y trasposición de la Directiva Hábitat, contribuye a incrementar las posibilidades de mejora en la conexión de ecosistemas a escala regional, dado que son susceptibles de incrementar el grado de coherencia interna y externa a la Red Natura 2000. Como en el caso de los LIC, la conservación y estado ecológico de estos Hábitat de Especial Interés Comunitario depende en gran medida, en algunos casos, de la propia conectividad de los espacios, lo cual implica necesariamente que ésta sea considerada de forma específica en el desarrollo de instrumentos encaminados a su diagnóstico, gestión y seguimiento.

La necesidad de considerar criterios de conectividad ecológica en el marco de los espacios naturales protegidos se pone también de manifiesto en la declaración de dos Reservas de la Biosfera en Andalucía. La Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena, que comprende varios Parques Naturales, y la Reserva de la Biosfera Intercontinental del Mediterráneo Andalucía (España) - Marruecos, que refleja la importancia estratégica de la Comunidad Autónoma en la conectividad ecológica intercontinental entre Europa y África, y entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico. En ambos casos los criterios relativos a la conexión funcional de ecosistemas han constituido argumentos básicos de su declaración, siendo también factores determinantes para su conservación y gestión.

En líneas generales y tras 20 años de gestión, el diagnóstico de los espacios naturales protegidos aborda como necesidad prioritaria la conectividad ecológica del territorio. En este sentido se pronuncia, por ejemplo, el documento director AN+20, que identifica la conectividad ecológica como una necesidad clave para la conservación y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que producen los espacios protegidos andaluces, en especial en el contexto del cambio global que determina en gran medida la intensidad magnitud y tendencia de sus principales factores de riesgo y amenaza. Consecuentemente, uno de sus principios orientadores se dirige a la necesidad de mantener la conexión ecológica entre los espacios naturales protegidos mediante la constitución de redes funcionales que incluyan áreas fuera de dichos espacios. En la misma línea, la conclusión 21 insta a *Promover, restaurar y conservar*

elementos del territorio que favorezcan la permeabilidad y conectividad de los procesos ecológicos de la matriz (entre otros, cauces fluviales, humedales, sistemas agrarios, elementos culturales, vías pecuarias, etc.) así como los ecosistemas que alberguen hábitats de importancia comunitaria, fuera de la Red Natura 2000.

14.2 La conectividad y la gestión sectorial de los elementos que componen la trama ecológica del territorio

El **Plan de Medio Ambiente de Andalucía (2004-2010)** recogía ampliamente aspectos relacionados con la conectividad ecológica y sus elementos de articulación. Su subprograma 5.2.3.3 estaba dedicado a los corredores ecológicos y establecía como objetivo (concretado en tres acciones) *Interconectar los diferentes espacios naturales protegidos y montes públicos de Andalucía a través de corredores ecológicos, a fin de posibilitar un mejor intercambio genético de las especies de flora y fauna.* Este Plan tiene continuidad con el **Plan de Medio Ambiente de Andalucía. Horizonte 2017**, que establece la nueva estrategia de la Administración autonómica para impulsar la gestión sostenible de los recursos naturales y la lucha contra el cambio climático e incluye el Programa de Gestión e interconexión de Espacios Naturales articulado a través de una serie de programas y medidas, con los siguientes objetivos estratégicos:

- Afianzar la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y consolidar la Red Natura 2000 como un sistema integrado y unitario desde el punto de vista de su gestión en materia de conservación y desarrollo socioeconómico
- Potenciar la interconexión de espacios naturales y frenar la fragmentación de hábitats
- Impulsar la conservación y restauración de los ecosistemas andaluces
- Favorecer la sostenibilidad de la actividad cinegética
- Incrementar el valor añadido de los recursos naturales renovables mediante la adecuada promoción de un tejido industrial y comercial andaluz

La **Estrategia Andaluza de Desarrollo Sostenible - Agenda 21 Andalucía (2003)** cita, en el Área Temática de Conservación y uso sostenible de la biodiversidad, y en concreto en su orientación 01.05 *Planificar y regular corredores ecológicos, dotándolos de la figura legal apropiada, que permitan la conexión entre poblaciones, comunidades y ecosistemas de interés biológico. Dichos corredores deben integrarse en los instrumentos de planificación de la zona o comarca*

correspondiente y sintonizar con sus correspondientes modelos de desarrollo socioeconómico.

Los elementos de la trama ecológica del territorio han sido también considerados en el contexto de la planificación y gestión de otros sectores de la Administración andaluza además del ambiental, tales como agricultura, ganadería y pesca u ordenación del territorio.

La planificación hidrológica contempla desde hace tiempo, como objetivos primordiales, la conservación de los ecosistemas acuáticos, fundamentales en todo lo referente a la conectividad ecológica del territorio y la aplicación de criterios ambientales en el diseño y manejo de balances hídricos e infraestructuras hidráulicas. Conceptos como el de caudal ecológico o el protagonismo que ha adquirido la gestión de las riberas fluviales son algunos ejemplos que evidencian los avances producidos en la conectividad ecológica en el marco de la política de aguas. Un punto de inflexión en dicha política es la aplicación de la **Directiva Marco sobre el Agua (DMA)**, que en la actualidad rige los principios, objetivos y criterios de la planificación hidrológica en la Unión Europea. La trasposición de la Directiva a escala nacional y andaluza, ha desembocado en la aprobación de los Planes Hidrológicos de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, de la Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate y de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, y de forma más reciente (Real Decreto 1/2016), en la aprobación del resto de Demarcaciones de ámbito andaluz, demarcaciones hidrográficas del Guadalquivir, del Guadiana y del Segura. La aplicación de la Directiva conllevará el cumplimiento de los exigentes criterios ambientales que la inspiran y que conducirán necesariamente a una mejora de la calidad ecológica de las masas de agua y por tanto del potencial conector de las mismas. El tratamiento de la conectividad ecológica en el marco de la planificación hidrológica se consolida con la aprobación de la **Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía** (recientemente modificada por el Decreto-Ley 3/2015, de 3 de marzo), que justifica la declaración de Reservas Fluviales, atendiendo al valor y la función de determinados tramos de ríos y arroyos como corredores fluviales.

Trabajos como la densificación de Riberas Sobresalientes, desarrollado en el marco de la **Estrategia Andaluza de Restauración de Ríos y Riberas**, son también ejemplos de instrumentos o documentos de diagnóstico que consideran como factores fundamentales las funciones de conectividad ecológica.

El **Plan Andaluz de Humedales** evalúa igualmente las funciones que desempeñan los humedales en la conectividad ecológica de ecosistemas, así como su participación en los procesos migratorios y su importancia como refugio y área de invernada. Los

humedales son elementos que intervienen activamente en la configuración de los entramados ecológicos que facilitan la movilidad en el territorio de una gran variedad de especies, en especial de la avifauna.

También es reseñable la importancia del **Plan para la Recuperación y Ordenación de Vías Pecuarias en Andalucía**, que además de garantizar la conservación de este patrimonio público, puede promover activamente la conectividad ecológica en el territorio, en particular dentro del marco de los sistemas de paisajes de base agraria.

Los elementos relativos a la conectividad ecológica en un sentido más amplio, que incluyen también los enclaves forestales aislados, son igualmente contemplados en algunos de los programas incluidos en el la adecuación del **Plan Forestal Andaluz (horizonte 2015)**. En el contexto de la gestión forestal se acometen actuaciones de restauración y naturalización de riberas, de mejora y gestión de zonas forestales marginales, así como un amplio espectro de acciones con evidente implicación sobre los entramados que favorecen la conexión e interrelación de hábitats y ecosistemas, incluyendo también la de los propios ecosistemas forestales. La conectividad ecológica también es recogida desde el ámbito de la planificación forestal. Dentro de este contexto se redactó, por ejemplo, el documento borrador del **Plan Director de Riberas de Andalucía**, que aborda las corrientes de aguas, sus márgenes y riberas asociadas como ecosistemas singulares de alto valor ecológico, que además cumplen notables funciones de conexión e interrelación.

En el ámbito del desarrollo rural se han desarrollado igualmente otros instrumentos que han contribuido, directa o indirectamente, a la mejora de la conectividad ecológica en el territorio. Destaca por ejemplo el **Programa de Desarrollo Rural de Andalucía (2007-2013)**, que dentro de su Eje 2, destinado a la Mejora del Medio Rural, incluye los objetivos de incrementar el manejo sostenible de tierras agrarias y forestales, incentivando la implicación de agricultores y ganaderos. Medidas contempladas como las ayudas agroambientales, la primera forestación de tierras agrarias, la promoción de sistemas agroforestales en tierras agrarias o las ayudas a favor del medio forestal son, entre otros, algunos ejemplos de las acciones que han favorecido significativamente la conservación y proliferación de elementos que participan activamente en la conectividad ecológica, tales como bosques isla, setos o lindes y enclaves forestales aislados.

Más recientemente, en el **Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020** figura la medida M07 “Servicios básicos y renovación de poblaciones en las zonas rurales” y, dentro de esta medida, la Submedida 7.6 “Apoyo para estudios/inversiones asociados con el mantenimiento, la restauración y la mejora del patrimonio cultural y natural de los pueblos, los paisajes rurales y los lugares de gran valor natural, incluidos los aspectos socioeconómicos, así como medidas de sensibilización medioambiental”, concretándose en la Operación 7.6.1.

“Mantenimiento, restauración y mejora del patrimonio cultural y natural y sensibilización ambiental”, la realización de trabajos como:

- El desarrollo de corredores ecológicos mediante la delimitación del dominio público, trabajos selvícolas, eliminación de barreras artificiales, plantaciones forestales, actuaciones que favorezcan la creación de nichos ecológicos.
- Actuaciones para la protección, mantenimiento, restauración y mejora de la biodiversidad y el paisaje en los entornos de los núcleos rurales, así como la dotación de espacios públicos de carácter supramunicipal que contribuyan al mantenimiento de los sistemas naturales y agrarios de alto valor natural, patrimonial y paisajístico.

Las acciones a realizar en esta Operación contribuyen a la consecución de la Prioridad 4 “restaurar, preservar y mejorar los ecosistemas relacionados con la agricultura y la silvicultura” y, más específicamente, a la Focus Area 4.A “Restaurar, preservar y mejorar la biodiversidad (incluido en las zonas Natura 2000 y en las zonas con limitaciones naturales u otras limitaciones específicas), los sistemas agrarios de alto valor natural, así como el estado de los paisajes europeos.”.

Igualmente reseñable en la mejora de la conectividad ecológica es el marco que crea el **Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA)** y algunas medidas de protección y gestión del paisaje integradas en la planificación territorial, derivadas en particular de los **Planes de Ordenación del Territorio de ámbito subregional**, que se tratará más adelante. De forma general, dichos instrumentos incluyen acciones dirigidas a la conservación y diversificación del paisaje, en los cuales adquieren un notable protagonismo las zonas litorales y elementos como riberas, setos u otros hitos asociados a la permanencia en el paisaje de elementos y rasgos de naturalidad, todos ellos con gran importancia en los entramados que favorecen la conexión de hábitats y ecosistemas.

Finalmente, cabe citar que a través de los **Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)** y **Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG)** de los espacios naturales protegidos se articulan también actuaciones de conservación y recuperación de la conectividad ecológica.

14.3 La conectividad desde la gestión de los elementos que introducen niveles de fragmentación en el territorio

El **desarrollo de infraestructuras**, a veces asociado a los crecimientos urbanos, es una de las causas más visibles de la pérdida de conectividad ecológica en Andalucía en las últimas décadas, principalmente por la ocupación o fragmentación de hábitats (por carreteras, embalses, instalaciones portuarias, etc.), pero también por la

desnaturalización de los paisajes y por sus efectos directos sobre las tramas que favorecen la conectividad ecológica. Este no es un fenómeno exclusivo de Andalucía, sino compartido por todos los países europeos (ver por ejemplo Rosell et al. 2003 o Iuell et al 2005 para las infraestructuras viarias) y cabe mencionar que a escala de toda España se está trabajando para disponer de referentes técnicos para mitigar estos efectos de forma específica (ver en especial las diferentes prescripciones técnicas sobre fragmentación de hábitats e infraestructuras de transporte editadas por los Ministerios competentes en cada momento (Ministerio de Medio Ambiente 2006, 2008; Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2010a, 2010b); Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013)).

Igualmente, el **crecimiento urbanístico** es uno de los factores que mayor fragmentación generan. En ambos casos el porcentaje de ocupación del suelo para estos usos varía notablemente a lo largo de la geografía de Andalucía: el indicador por ecorregiones oscila entre 0,20 para la Alta montaña bética y más del 10,0 para las Vegas. Tanto en el caso de las infraestructuras como en las implantaciones urbanas la planificación territorial tiene una importancia clave.

Sin embargo, y salvo algunas excepciones, como por ejemplo la construcción de la Autovía A-381 Jerez-Los Barrios, al menos hasta la última década, las necesidades de conectividad y conservación de la biodiversidad han tenido escaso peso en la toma de decisiones en la planificación territorial, primando sobre ellas la minimización de costes o las expectativas de desarrollo económico a corto y medio plazo.

Cabe indicar que la **Estrategia Andaluza de Sostenibilidad Urbana (EASU)** (2011), dedica su línea estratégica 6 a la biodiversidad y los espacios libres en los sistemas urbanos. Dentro de esta línea se fija objetivos para incrementar la permeabilidad de las tramas urbanas y en concreto *augmentar la superficie de suelo capaz de sostener vegetación y reducir el efecto barrera de urbanizaciones e infraestructuras*. Entre otras acciones prevé la de dotar a las vías de comunicación de mecanismos que faciliten su integración paisajística y aseguren la permeabilidad necesaria para reducir su efecto de fragmentación sobre la fauna.

La aplicación de las **evaluaciones ambientales de planes y programas** desde las fases iniciales de la toma de decisiones estratégica y la plena integración de criterios relacionados con la sostenibilidad de la biodiversidad en la planificación y diseño de actuaciones, favorece un marco más apropiado, que a su vez debe reforzarse mediante una sólida coordinación intersectorial. En paralelo, una exigente aplicación del Decreto-Ley 3/2015, de 3 de marzo, por el que se modifica la Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de Andalucía, a través de la aplicación de criterios específicos dirigidos a favorecer la permeabilidad de infraestructuras en los mecanismos de prevención ambiental, debe también trabajar en este mismo sentido, promoviendo redes, sistemas y matrices territoriales más acordes a las necesidades de conexión de los hábitats y ecosistemas andaluces. Otro aspecto, ya empleado en

algunas ocasiones y que puede favorecer las posibilidades financieras de las acciones dirigidas a fomentar la conectividad ecológica, es la priorización de actuaciones que contemplen este objetivo en la aplicación de medidas compensatorias relativas a proyectos de infraestructuras.

14.4 La conectividad ecológica y la gestión de la biodiversidad

También significativos han resultado los avances en materia de conectividad ecológica del territorio promovidos desde los programas de conservación y uso sostenible de la biodiversidad en Andalucía. Los proyectos y programas de gestión de la flora y fauna silvestres incluyen, de forma generalizada, acciones dirigidas a conservación de la diversidad genética, de la diversidad específica y de la diversidad de ecosistemas. No solo intervienen y participan en los recursos y seres vivos, sino también en sus interrelaciones ecosistémicas, que comprenden una amplia gama de procesos bióticos y abióticos, muchos de ellos relacionados con la movilidad y conexión de especies y comunidades.

Un amplio grupo de estos programas ha favorecido el desarrollo de medidas concretas orientadas a promover la movilidad de las comunidades en el territorio, en muchos casos a través del reforzamiento de la malla ecológica que emplean dichas especies en sus desplazamientos y localizaciones. Igualmente se han trabajado, también dentro del marco de estos proyectos, aspectos relativos a la fragmentación de hábitats, como por ejemplo la mejora de la permeabilidad de las infraestructuras viarias o la aplicación de medidas de seguridad en tendidos eléctricos. Asimismo se han implementado acciones dirigidas a la conservación de especies o grupos de especies, tales como especies acuáticas continentales, anfibios, aves esteparias o grupos florísticos determinados, que han incidido directamente en la mejora de los elementos que componen el entramado de conectividad ecológica del territorio.

La importancia de la conexión entre hábitats y ecosistemas en la gestión y uso sostenible de la biodiversidad en Andalucía ha conducido a la puesta en marcha de un programa específico destinado al desarrollo de **Actuaciones de Conservación y Recuperación de Bosques Isla en Andalucía**, cuyo objetivo primordial es mejorar el estado de estos enclaves y potenciar sus funciones en el contexto de la conectividad ecológica de especies y comunidades diversas.

En esta misma línea se están contemplando, de forma generalizada, medidas y acciones específicas de conectividad en los **Planes de Recuperación y Conservación de Especies Amenazadas** (Plan de recuperación del lince ibérico, Plan de recuperación del águila imperial ibérica, Plan de recuperación y conservación de aves necrófagas, Plan de recuperación y conservación de aves esteparias, Plan de recuperación del pinsapo, Plan de recuperación y conservación de especies de altas

cumbres, Plan de recuperación y conservación de especies de dunas, arenales y acantilados costeros, Plan de recuperación y conservación de aves de humedales, Plan de recuperación y conservación de helechos, Plan de recuperación y conservación de peces e invertebrados de medios acuáticos continentales). Estos instrumentos de planificación están orientados a definir el marco de actuación futura en la gestión de especies amenazadas y constituyen también, por tanto, herramientas a partir de las cuales pueden desarrollarse actuaciones dirigidas a la conexión de hábitat y ecosistemas de interés.

El referente clave en este contexto es, en cualquier caso, la **Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad**, aprobada por el Consejo el Gobierno en septiembre de 2011. Uno de sus principios estratégicos, especialmente significativo para este Plan Director es que *el enfoque y orientación de la conservación de la diversidad biológica (estrategias de gestión) debe tener un carácter territorial horizontal, que se extienda al conjunto del territorio andaluz, tanto dentro como fuera de los Espacios Naturales Protegidos, promoviendo la conectividad de los espacios naturales y la permeabilidad del territorio. [...] los sistemas agrarios con bases sostenibles ambientales mantienen importantes niveles de diversidad biológica y desempeñan un importante papel en la conectividad entre espacios naturales. [...]*.



Figura 2. La Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad es un referente clave para el Plan director de mejora de la conectividad ecológica en Andalucía.

El presente Plan Director emana de las disposiciones contempladas en la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Biodiversidad, en la cual los temas relativos a la conectividad ecológica son ampliamente recogidos en los niveles de diagnóstico y en el programa de medidas de la Estrategia, donde figura como acción específica la elaboración y puesta en marcha de un Plan de Acción para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía. Por su importancia en la conservación de la biodiversidad, la conexión de hábitats y ecosistemas y la integridad de las tramas ecológicas son aspectos abordados, dentro de la Estrategia en diversos objetivos generales, líneas estratégicas y objetivos específicos. Sus referencias en el programa de medidas se resumen de la siguiente forma:

Objetivo general 1. Implementar un marco instrumental adecuado para acometer el objetivo de frenar la pérdida de biodiversidad en sus diferentes escalas y recuperar servicios ecosistémicos servicios ecosistémicos

LÍNEA ESTRATÉGICA 1.3. Mantener y recuperar la trama ecológica. Promover la conservación de la biodiversidad, en su conjunto, considerando los procesos biofísicos que garantizan la integridad de los ecosistemas y sistemas ecoculturales de Andalucía

LÍNEA ESTRATÉGICA 1.6. Potenciar la función de los ENP como espacios básicos para frenar la pérdida de la biodiversidad.

Objetivo general 4. Consolidar un modelo de gestión integrada de la biodiversidad a través de la coordinación interadministrativa y el desarrollo de las políticas sectoriales estratégicas

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.4. Consolidar la biodiversidad en el marco de la gestión integral de los recursos y el ciclo del agua (nueva cultura del agua).

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.7. Profundizar en la integración de la biodiversidad dentro de la política agraria y pesquera de la Junta de Andalucía.

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.8. Profundizar en la integración de la biodiversidad en el contexto de la política territorial y urbanística.

LÍNEA ESTRATÉGICA 4.9. Profundizar en la integración de la biodiversidad en el contexto de las políticas de Industria, Energía y Transporte.

Por último, como referencia normativa, cabe hacer mención al *Decreto por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats*, aprobado por el Consejo de Gobierno el pasado 14 de febrero de 2012. Este Decreto desarrolla el Título I y el Capítulo I del Título II de la *Ley 8/2003, de 28*

de octubre, de la Flora y la Fauna Silvestres, en los aspectos reguladores de su conservación y utilización sostenible. En sus artículos 45 a 48 trata directamente la conectividad entre los elementos de los hábitats de las especies silvestres y de las relaciones entre los mismos. Estos artículos se ocupan de la conservación de los diferentes elementos del paisaje que garantizan la conectividad, de la restauración de los hábitats fragmentados y de la creación de un Inventario de Corredores Ecológicos Prioritarios y otros elementos de conexión.



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

