

Sección V

Análisis espacial

Capítulo 25

Análisis espacial de la influencia que los impulsores de cambio han tenido en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas



(1) Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología

(2) Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología

(3) Terrativa S. Coop. Mad.

Autores: Pedro Zorrilla Miras (1, 3), Fernando Santos Martín (1), Antonio Gómez Sal (2), Berta Martín-López (1), Ignacio Palomo Ruiz (1), Carlos Montes del Olmo (1), Javier Benayas del Álamo (1)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. METODOLOGÍA	12
2.1. MAPAS DE ECOSISTEMAS	13
2.2. MAPA DE BIODIVERSIDAD	16
2.3. MAPA ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS.....	16
2.4. MAPAS DE LOS IMPULSORES DE CAMBIO	17
2.4.1 Impulsor directo: Intensidad de los cambios de usos del suelo.....	17
2.4.2 Impulsores indirectos: Variables socioeconómicas.....	18
2.5. MAPAS DE SERVICIOS.....	19
2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS RESULTADOS	19
2.7. RELACIONES ESPACIALES ENTRE BIODIVERSIDAD Y ECOSISTEMAS.....	19
2.8. RELACIONES ESPACIALES DE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS CON ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD.....	19
2.9. ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN DE TODAS LAS VARIABLES	20
3. RESULTADOS	23
3.1. MAPAS OPERATIVOS DE ECOSISTEMAS	23
3.2. LA NATURALEZA HUMANIZADA: MAPA ACTUAL DE LOS TIPOS OPERATIVOS DE ECOSISTEMAS	25
3.3. DISTRIBUCIÓN ACTUAL POR PROVINCIAS DE LOS TIPOS DE ECOSISTEMAS	28
3.4. MAPA DE BIODIVERSIDAD	31
3.5. MAPA ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS.....	37
3.6. ANÁLISIS ESPACIAL ENTRE LA BIODIVERSIDAD Y LOS TIPOS OPERATIVOS DE ECOSISTEMAS.....	38
3.7. RELACIONES ESPACIALES ENTRE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y LOS ECOSISTEMAS	40
3.8. RELACIONES ESPACIALES ENTRE LOS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS Y LA BIODIVERSIDAD	42
3.9. MAPAS DE LOS IMPULSORES DE CAMBIO	44
3.10. MAPAS DE LOS IMPULSORES DIRECTOS DE CAMBIO, SEGÚN EVALUACIÓN DE EXPERTO EN LA PRIMERA FASE DE EME.....	45
3.11. MAPA CON LOS CAMBIOS DE INTENSIFICACIÓN DE LOS DE USOS DEL SUELO	49
3.12. IMPULSORES INDIRECTOS: VARIABLES SOCIOECONÓMICAS	54
3.13. MAPAS DE SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS	55
3.14. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS SEGÚN LA EVALUACIÓN CUALITATIVA DE EME.....	55
3.15. SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS CON DATOS CUANTITATIVOS	66
3.16. ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN	78
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 25.1. Tipo de información utilizada y unidad mínima espacial de representación	12
Tabla 25.2. Valores de intensificación de uso del suelo para diferentes categorías de uso del suelo.	17
Tabla 25.3. Variables empleadas en el análisis multivariante.	21
Tabla 25.4. Superficie potencial de cada uno de los tipos operativos de ecosistemas y porcentaje del territorio que representan.	24
Tabla 25.5. Superficie ocupada en la actualidad por los tipos operativos de ecosistemas considerados en el proyecto EME y porcentaje del territorio terrestre que representan. Téngase en cuenta que el criterio de considerar o no los sistemas silvopastorales como agroecosistemas, puede variar sustancialmente la superficie ocupada por éstos.	26
Tabla 25.6. Principales tipos de agroecosistemas considerados en la evaluación EME.	27
Tabla 25.7. Área ocupada por los principales tipos de agroecosistemas españoles y porcentaje respecto del total de la superficie de agroecosistemas.....	28
Tabla 25.8. Correlación de Spearman entre el número de especies de vertebrados amenazados y la riqueza de vertebrados.	33
Tabla 25.9. Superficie ocupada por cada tipo de figura de protección ambiental.	38
Tabla 25.10. Número medio de especies presentes en cada tipo operativo de ecosistema: riqueza de vertebrados, número de vertebrados amenazados, invertebrados amenazados, flora amenazada y la suma de especies amenazadas.	39
Tabla 25.11. Relaciones entre los tipos operativos de ecosistemas terrestres y los espacios naturales protegidos de España.	40
Tabla 25.12. Estadísticas descriptivas de la correlación de Spearman entre provincias con un alto porcentaje de montaña y un alto porcentaje de superficie protegida.....	41
Tabla 25.13. Comparación de dos muestras (U de Mann-Whitney) de la riqueza de vertebrados dentro y fuera de espacios protegidos.....	43
Tabla 25.14. Comparación de dos muestras (Mann-Whitney) del número de especies amenazadas dentro y fuera de espacios protegidos.....	43
Tabla 25.15. Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis) de la riqueza de vertebrados según la categoría de protección.....	44
Tabla 25.16. Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis) del número de especies amenazadas según la categoría de protección.	44
Tabla 25.17. Superficie que ha cambiado la intensidad de usos del suelo entre 1990 y 2006.....	50
Tabla 25.18. Matriz de correlación (Spearman) entre los servicios de los ecosistemas, los datos de biodiversidad, áreas protegidas y porcentaje del territorio transformado.	80
Tabla 25.19. Cargas factoriales derivadas del ACP relacionando todas las variables analizadas.....	81
Tabla 25.20. Carga factorial tras rotación Varimax.	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 25.1. Mapa de tipos operativos de ecosistemas. Indica el área potencial de los distintos tipos de ecosistemas que con un objetivo operativo han sido considerados para la evaluación para evaluación en el proyecto EME.	23
Figura 25.2. Mapa de tipos operativos de ecosistemas actuales.	25
Figura 25.3. Distribución actual de los principales tipos de agroecosistemas.	27
Figura 25.4. Porcentaje de agroecosistemas en las provincias Españolas.	29
Figura 25.5. Porcentaje de ecosistemas forestales (bosque atlántico, mediterráneo continental y esclerófilo) en las provincias Españolas.	29
Figura 25.6. Porcentaje de ecosistema de montaña (tanto alpino como mediterráneo) en las provincias Españolas. Se ha delimitado por ser los territorios por encima de 1.500 metros de altitud (EME, 2011).	30
Figura 25.7. Porcentaje de ecosistemas áridos en las provincias Españolas. La definición de ecosistemas áridos utilizada en EME está marcada por ser aquellos territorios con una precipitación media anual menor a 300 mm.	30
Figura 25.8. Porcentaje que hay en cada provincia de sistemas urbanos.	31
Figura 25.9. Distribución de la riqueza de especies de vertebrados terrestres en una cuadrícula de 5 km X 5 km.	32
Figura 25.10. Número de especies de vertebrados amenazados que hay en cada una de las celdas de 5 km x 5 km de lado.	32
Figura 25.11. Distribución del número de especies de flora que se encuentran amenazadas de extinción. ...	34
Figura 25.12. Distribución del número de especies de invertebrados que se encuentran amenazados de extinción.	35
Figura 25.13. Número de especies amenazadas que se han detectado en cada cuadrícula de 5 km X 5 km.	35
Figura 25.14. Número medio de vertebrados terrestres en las cuadrículas de cada una de las provincias españolas.	36
Figura 25.15. Número medio de especies amenazadas en las diferentes provincias Españolas.	37
Figura 25.16. Mapa de espacios naturales protegidos de España. (Fuente: Europarc 2009)	38
Figura 25.17. Número de especies presentes por cada tipo operativo de ecosistema: riqueza de vertebrados, suma de especies amenazadas, número de vertebrados amenazados, invertebrados amenazados y flora amenazada.	39
Figura 25.18. Porcentaje del área de cada provincia que está bajo alguna figura de protección ambiental. .	41
Figura 25.19. Diagrama de dispersión entre el porcentaje de la superficie de cada provincia que es ecosistema de montaña y el porcentaje de la superficie que está bajo alguna figura de protección ambiental.	42
Figura 25.20. Mapa en el que se puede observar la distribución de la riqueza de especies de vertebrados (número de especies en cada celda de 5 km x 5 km) y su relación con los espacios naturales protegidos.	42
Figura 25.21. Mapa en el que se puede observar la distribución de las especies amenazadas (número de especies en cada celda de 5 km x 5 km) y su relación con los espacios naturales protegidos.	43
Figura 25.22. Evaluación del impacto de los cambios de usos del suelo en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	45
Figura 25.23. Importancia del impacto del cambio climático en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	46

Figura 25.24. Impacto de las especies exóticas invasoras en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	46
Figura 25.25. Impacto de la contaminación en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	47
Figura 25.26. Impacto de los cambios en los ciclos biogeoquímicos en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	48
Figura 25.27. Impacto de la sobrexplotación en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.	48
Figura 25.28. Distribución de la intensificación de los usos del suelo en España con una resolución de 1 km x 1 km, con un valor desde 0 (menor intensidad de uso humano, color verde) hasta 1 (la mayor intensidad de uso humano, color rojo).....	49
Figura 25.29. Distribución de la Intensificación de los usos del suelo en España con una resolución de 1 km x 1 km, con un valor desde 0 (menor intensidad de uso humano, color verde) hasta 1 (la mayor intensidad de uso humano, color).....	50
Figura 25.30. Mapa en el que se refleja los procesos de artificialización y abandono que se han producido en España debido al cambio en la intensidad de los usos del suelo entre los años 1990 y 2006.	51
Figura 25.31. Porcentaje de la superficie de cada provincia que ha disminuido su grado de intensificación de uso del suelo, que se ha interpretado como un abandono de los usos del suelo.....	51
Figura 25.32. Porcentaje de la superficie de cada provincia que ha aumentado su grado de intensificación de uso del suelo.....	52
Figura 25.33. Porcentaje del área de cada provincia que se ha visto sujeta a cambios en la intensidad de los usos del suelo, hacia un abandono de la intensidad de uso o hacia una intensificación.....	53
Figura 25.34. Cambio en la población entre los años 1960 y 2011 en la que se observa el proceso de litoralización de incremento de la población y vaciado de las provincias del interior sin influencia de Madrid.....	54
Figura 25.35. Variación del producto interior bruto de cada provincia entre los años 1995 y 2008 (porcentaje de aumento o descenso del valor del PIB con respecto a los valores de 1995).....	55
Figura 25.36. Servicio de abastecimiento de alimento tradicional.	56
Figura 25.37. Servicio de abastecimiento de agua dulce.....	56
Figura 25.38. Servicio de abastecimiento de materias de origen biótico.	57
Figura 25.39. Servicio de abastecimiento de materias de origen geótico.....	57
Figura 25.40. Servicio de abastecimiento de energía renovable.	58
Figura 25.41. Servicio de acervo genético.	58
Figura 25.42. Servicio de abastecimiento de medicinas naturales.	59
Figura 25.43. Servicio de regulación climática.	60
Figura 25.44. Servicio de calidad del aire.	60
Figura 25.45. Servicio de regulación hídrica.....	61
Figura 25.46. Servicio de fertilidad del suelo.	61
Figura 25.47. Servicio de regulación de perturbaciones naturales.	62
Figura 25.48. Servicio de control biológico.....	62

Figura 25.49. Servicio cultural de conocimiento científico.	63
Figura 25.50. Servicio cultural de actividades recreativas.....	63
Figura 25.51. Servicio cultural de disfrute estético.	64
Figura 25.52. Servicio de disfrute espiritual y religioso.....	64
Figura 25.53. Servicio cultural de conocimiento ecológico tradicional.....	65
Figura 25.54. Servicio de identidad cultural.	65
Figura 25.55. Servicio de educación ambiental.	66
Figura 25.56. Cantidad de madera almacenada “stock” en España (m ³ /ha)	67
Figura 25.57. Producción anual de madera a nivel de provincia en España (m ³ /ha/año).	67
Figura 25.58. Servicio de abastecimiento de cultivos, a partir de la proporción del área que ocupan los cultivos en cada provincia.....	68
Figura 25.59. Servicio de abastecimiento de ganado (cabezas de ganado/km ²).	69
Figura 25.60. Servicio de abastecimiento de agua (mm).	69
Figura 25.61. Servicio de regulación hídrica: capacidad del suelo para almacenar agua superficial (mm). ..	70
Figura 25.62. Servicio de regulación hídrica: flujo de agua sub-superficial (mm).	71
Figura 25.63. Servicio de depuración hídrica: % del nitrógeno que entre en los ríos que es depurado.	71
Figura 25.64. Servicio de depuración hídrica: nitrógeno depurado en los ríos anualmente.	72
Figura 25.65. Servicio de regulación del clima (almacenamiento de carbono).	72
Figura 25.66. Servicio de regulación del clima: productividad acumulada neta anual de los ecosistemas....	73
Figura 25.67. Servicio de regulación frente a perturbaciones para disminuir las consecuencias negativas que las tormentas tienen en la costa.	73
Figura 25.68. Servicio de regulación de control de la erosión, utilizando como indicador los resultados de un modelo que relaciona las áreas con vegetación natural y las zonas con alto riesgo de erosión.....	74
Figura 25.69. Servicio regulación de la calidad del aire: Velocidad media de deposición (cm/día).	75
Figura 25.70. Servicio de regulación de la calidad del aire: depuración de NOx (kg/ha).	75
Figura 25.71. Servicio de polinización. Se ha calculado mediante un modelo que tiene en cuenta las áreas de vegetación natural y su cercanía a cultivos agrícolas.	76
Figura 25.72. Servicio de regulación de control de la calidad del suelo. Se ha utilizado como indicador la media del porcentaje de carbono en los suelos de cada provincia.	76
Figura 25.73. Servicio cultural recreativo. Se ha calculado con un modelo que tiene en cuenta datos del área de vegetación natural, espacios naturales protegidos, la posibilidad de bañarse y la cercanía a áreas urbanas.....	77
Figura 25.74. Representación de la dispersión de las variables del Análisis de Componentes Principales (ACP).....	83
Figura 25.75. Representación de la dispersión de las provincias del Análisis de Componentes Principales (ACP).....	83
Figura 25.76. Figura <i>biplot</i> del Análisis de Componentes Principales (ACP) tras la rotación de Varimax.	84

MENSAJES CLAVE

- El análisis espacial mediante el mapeo de los servicios de los ecosistemas constituye una de las informaciones clave para una mejor planificación territorial que garantice el mantenimiento de un flujo de servicios para mejorar bienestar de los ciudadanos. El mapeo de los servicios de los ecosistemas se encuentra todavía en una fase temprana de su desarrollo, en la que hay muchas oportunidades para mejorar las todavía incipientes metodologías.
- Analizar y cartografiar las relaciones espaciales de los servicios de los ecosistemas con los distintos componentes del modelo conceptual del EME (biodiversidad, impulsores de cambio, espacios protegidos) a nivel estatal, está limitada por la disponibilidad de datos e indicadores con posibilidad de representación cartográfica. Por lo tanto, este estudio abre una nueva línea de trabajo para realizar una evaluación más detallada con información cartográfica que ayude a entender y evaluar el estado del capital natural de España y a mejorar los actuales modelos de gestión territorial.
- Los resultados obtenidos muestran que las condiciones biogeográficas tienen una mayor influencia que la división administrativa en la gestión territorial del flujo de servicios de los ecosistemas en España. Los modelos de gestión territorial que consideran los servicios de los ecosistemas como un instrumento de planificación, deberían tener en cuenta las condiciones intrínsecas de cada ecorregión en España, asumiendo que cada territorio tiene un diferente potencial de suministro de servicios.
- En este sentido, se han observado diferencias entre la provisión de servicios en las provincias con clima atlántico más asociados a los servicios de regulación y las provincias con clima mediterráneo con mayor influencia de los servicios recreativos y de abastecimiento.
- Los resultados aquí alcanzados muestran una tendencia coherente con estudios parecidos realizados a escala europea, si bien es cierto que se aporta información adicional que permite entender mejor los procesos subyacentes y las diferencias entre el nivel Europeo y Español.
- La cantidad de superficie que ha sufrido alguna transformación ya sea en términos de intensificación (14%) o abandono (13%) tiene órdenes de magnitud similares tanto a escala provincial como estatal, reforzando la idea de que estos dos procesos se desarrollan de forma paralela y antagónica. Esto viene a apoyar las conclusiones de la primera fase del EME, en las que se apreciaba una polarización de ciertos usos del suelo, como la urbanización y la intensificación agraria, a la vez que se produce un abandono de ciertos usos agrícolas, especialmente cultivos herbáceos de secano.
- Los análisis de biodiversidad con información espacial explícita indican que existe un doble sesgo en la información y conocimiento sobre la biodiversidad en España: 1) a nivel territorial (existe más información cerca de grandes ciudades y de espacios naturales protegidos que en el resto de lugares), y 2) entre grupos taxonómicos (se han estudiado más los vertebrados frente a los demás grupos taxonómicos, tal y como ya se demostró en la primera fase del EME).
- El análisis espacial del suministro de servicios de los ecosistemas y biodiversidad en función de los distintos tipos de ecosistemas aporta información útil para la gestión territorial, identificando lugares prioritarios tanto por el flujo diverso de servicios a la sociedad como por las prioridades de conservación basadas en especies. Además permite evaluar actuales estrategias de gestión como son los espacios protegidos respecto al mantenimiento de la diversidad específica y los servicios de los ecosistemas.

1. Introducción

La UE introduce el concepto de servicios de los ecosistemas como medio de incorporación de la biodiversidad en las políticas sectoriales, como la agricultura, la pesca, la silvicultura o el desarrollo rural. El argumento es que estos sectores productivos dependen en buena medida de la biodiversidad y por lo tanto, las políticas que en ellos se desarrollen serán responsables, al menos en parte, de algunas de las disminuciones que se observan en la diversidad biológica.

El Plan Estratégico del Convenio de Diversidad Biológica adoptado en Nagoya en Octubre del año 2010 incluye los objetivos claves a adoptar por los países firmantes, que representan las prioridades de las políticas de conservación de la Unión Europea y, por tanto, de España. Dentro de este contexto la Agencia Europea de Medio Ambiente (SOER, 2010) identifica cuatro áreas clave en relación a la toma de decisiones relativa a la conservación de la biodiversidad: (1) promover las condiciones necesarias para implementar medidas de conservación, (2) conseguir una coherencia entre las políticas de conservación y las políticas de otros sectores (agricultura, transporte, energía, etc.), (3) adoptar análisis que incorporen una aproximación integrada espacial de actuación, y (4) aumentar la conciencia social sobre la importancia de la biodiversidad.

Siguiendo estas líneas generales, en el año 2010, año de la biodiversidad, la Comisión Europea envió una comunicación donde se comprometía a desarrollar un primer conjunto de mapas biofísicos de los servicios de los ecosistemas que se consideraban de gran importancia para todos los estados miembros de la UE. Estos mapas deberían identificar las diferencias espaciales en cuanto a los servicios que prestan los ecosistemas situados en la Unión Europea, incluidos también los ecosistemas seminaturales y agrícolas que quedan fuera de la red Natura 2000 (Maes et al, 2011). Estos mapas fueron utilizados en este estudio como punto de partida para comparar los resultados alcanzados a través de la evaluación realizada por los expertos en la fase anterior de EME, con los resultados disponibles en esos mapas a escala europea, con objeto de analizar la posibilidad de una complementariedad entre ellos.

El objetivo general de este estudio es desarrollar un análisis espacial de los resultados alcanzados en la evaluación biofísica elaborada en la fase anterior de EME, para explicar, visualizar y comunicar las relaciones que los ecosistemas y sus servicios asociados tienen con los cambios de usos del suelo, con la biodiversidad, con los espacios naturales protegidos y con determinadas variables socioeconómicas que definirán los distintos posibles escenarios socioecológicos considerados por el proyecto EME para España. Por tanto este trabajo abarca en su ámbito de análisis los ecosistemas terrestres y acuáticos de la España peninsular e insular, considerando como referencias territoriales de integración tanto los límites administrativos de las provincias, como las transiciones entre los tipos operativos de ecosistemas analizados en el proyecto EME. Debido a que los ecosistemas marino y litoral-marino no tienen correspondencia con la información geográfica obtenida para los usos del suelo, para la biodiversidad ni para las variables socioeconómicas asociadas a las provincias, se ha decidido no incluirlo en este estudio. Los ecosistemas asociados a los acuíferos se superponen con el resto de los ecosistemas allá donde existen. Por las especiales características de estos tres tipos de ecosistemas, no se han incluido en los análisis finales relacionando los diferentes tipos de información.

Hay que tener en cuenta que cartografiar las relaciones espaciales de los servicios de los ecosistemas con los distintos componentes del modelo conceptual del EME (biodiversidad, impulsores de cambio, espacios protegidos) a nivel estatal, está en general limitada por la disponibilidad de datos e indicadores con posibilidad de representación cartográfica. Más allá de los estudios de casos locales, es escasa la información espacialmente explícita de los servicios de los ecosistemas y del flujo de beneficios para las poblaciones humanas. Por lo tanto un estudio de este tipo abre una nueva línea de trabajo para realizar una evaluación más detallada con información cartográfica que ayude a entender y evaluar el estado del capital natural de España.

El enfoque utilizado en este estudio es pragmático ya que utiliza los ecosistemas como base para la evaluación, les atribuye los diferentes servicios que evaluaron los expertos y añade la información

espacial ya existente a nivel de la UE sobre los servicios del ecosistema (Maes *et al.*, 2011). Posteriormente, esta información se integró con otras capas de información disponibles en formato cartográfico o espacial, como la biodiversidad, los espacios naturales protegidos y otras variables socioeconómicas. El objetivo era analizar las correlaciones entre ellas y proponer en función de los resultados, modelos alternativos de gestión territorial para una mejor conservación y gestión.

Con este trabajo se pretende poner de manifiesto la importancia que tienen los métodos de mapeo de los servicios de los ecosistemas, que se encuentran en una fase de desarrollo tanto metodológico como conceptual. Por lo tanto este informe presenta resultados preliminares de este tipo de estudios realizados en España y se basan principalmente en la información existente que está disponible tanto a través de bases de datos paneuropeas como estatales. A más largo plazo se pretende que este estudio abra la posibilidad y sienta las bases de desarrollar estas metodologías con mayor disponibilidad de datos aplicados al conjunto del territorio español.

2. Metodología

El trabajo ha seguido dos partes secuenciales. La primera parte ha consistido en la obtención, transformación y representación cartográfica de información ya existente y la segunda parte en el análisis estadístico de dicha información así como su representación espacial. Más concretamente, durante la primera parte se revisaron y representaron los resultados alcanzados en la fase anterior EME (ecosistemas, servicios, impulsores de cambio) así como la identificación de información complementaria (biodiversidad, espacios naturales protegidos y servicios de los ecosistemas ya cartografiados) necesaria para su posterior análisis. Finalmente se elaboró la cartografía referente a cada tipo de información. La segunda parte ha consistido en una serie de análisis estadísticos, basados en la correspondencia espacial de toda la información obtenida, para detectar posibles relaciones, sinergias y procesos que expliquen la situación actual y sirvan para dilucidar los procesos que la han originado y para desarrollar propuestas de gestión y planificación espacial. Esta fase también ha originado información cartográfica que representa las relaciones mencionadas.

Debido a que los datos cartográficos disponibles incluyen diversas escalas y tienen diferente expresión espacial (Tabla 1), se ha optado por utilizar las provincias como unidad espacial y territorial común para todo el trabajo aquí presentado. Una correspondencia a partir de una cuadrícula cubriendo el conjunto del territorio no habría sido posible: no es correcto interpretar que los datos de un espacio mayor puedan trasladarse a unidades menores. Por ejemplo, el Producto Interior Bruto (PIB) de una provincia se obtiene por la suma del PIB originado en diferentes puntos de la provincia; distribuir dicho PIB en cada punto de la provincia, y relacionarlo con los diferentes datos de biodiversidad en cada uno de esos puntos, no guarda la coherencia espacial necesaria para este tipo de análisis. Del mismo modo ocurre con otras variables socioeconómicas (demografía) así como con la información cartográfica del mapeo de los servicios de los ecosistemas a escala europea, que realizó el Joint Research Centre (Maes, et al, 2011) que también representan los resultados a escala provincial. Por esta razón, y dado que la unidad de menor extensión con datos espaciales ha sido la provincia, toda la información recopilada ha sido transformada para su expresión espacial en la forma de las provincias españolas, que ha sido la unidad básica de análisis.

Tabla 25.1. Tipo de información utilizada y unidad mínima espacial de representación

Información	Unidad mínima espacial
Ecosistemas	5 ha
Biodiversidad	5 km x 5 km
Espacios Naturales Protegidos	100 m x 100 m
Cambios de uso del suelo	25 ha
Socioeconómicos	Provincia
Servicios de los ecosistemas (JRC)	Provincia

Los análisis cartográficos se han realizado con los programas informáticos ArcGis 9.3 y gvSIG 1.10. y los análisis estadísticos con XLSTAT 2010.

2.1. Mapas de ecosistemas

La primera tarea necesaria fue completar la cartografía del área de expresión potencial de los tipos operativos de ecosistemas siguiendo los criterios marcados para su delimitación en el Capítulo 3 del Informe Final EME.

Siguiendo las indicaciones y la experiencia del proyecto internacional del Milenio, la propuesta de ecosistemas para evaluar en EME se ha basado en un conjunto de tipos generales de carácter operativo o práctico. Se ha tratado de identificar los principales ámbitos de expresión de la naturaleza de nuestro país, definidos por las condiciones ambientales más generales y cuya influencia en las características de los ecosistemas es suficientemente conocida y contrastada. Por ejemplo, cuestiones tan determinantes como la presencia o no del agua como medio de vida, o el modelo de control climático dominante. Por lo tanto aunque el nombre elegido para designar un determinado “tipo operativo de ecosistema” pueda ser “bosque”, no significa que analicemos bajo esta denominación las comunidades dominadas por elementos leñosos, sino más bien el conjunto de configuraciones que pueden derivarse del bosque, como pueden ser los silvopastorales pastizales o prados, las repoblaciones forestales o los cultivos de árboles maderables. También pueden evaluarse dentro del mismo “tipo operativo” alternativas diferentes según sea la especie arbórea dominante.

De esta forma, se han seguido cuatro criterios generales para definir los tipos operativos de ecosistemas. El primer criterio está definido por las condiciones macro climáticas, mediante el cual se ha realizado una división entre las regiones bioclimáticas Mediterránea y la Eurosiberiana (subregión Atlántica) y dentro de la mediterránea entre el sector más continental (definido por más de tres meses de heladas), y el resto del territorio (con exclusión de los ambientes áridos), lo que ha permitido diferenciar tres tipos operativos de ecosistemas que en conjunto abarcan la mayor parte de la superficie de España. Por una parte los bosques atlánticos y por otra el bosque mediterráneo continental y el bosque y matorral esclerófilo. Otro criterio ha sido la altitud y la aridez, que han marcado los ecosistemas de montaña y los considerados como áridos. El tercer gran criterio ha sido el de la utilización que se hace de los ecosistemas diferenciando entre agroecosistemas y los sistemas urbanos. Y el último criterio general ha sido la separación entre ecosistemas terrestres y acuáticos. De estos últimos se han definido los ecosistemas marinos, ríos y riberas, humedales y lagos de interior, y acuíferos; quedando como un sistema de transición los ecosistemas litorales,

Con la finalidad de poder analizar toda la información representada de forma cartográfica, se ha cruzado la información de los tipos operativos de ecosistemas con las provincias, y se han construido mapas que muestran el porcentaje de la superficie de cada provincia que está ocupado por cada tipo de ecosistema.

A continuación se explica la metodología seguida para representar espacialmente cada tipo operativo de ecosistema en un mapa específico utilizando sistemas de información geográfica (SIG).

• Bosque y matorral esclerófilo

Está caracterizado por el clima mediterráneo. La presencia de especies con hojas persistentes y coriáceas indica la principal adaptación al clima.

El bosque y matorral esclerófilo coincide con los límites de los pisos bioclimáticos Mesomediterráneo (continentalidad moderada, menos de un mes de helada) y Termomediterráneo (sin heladas, temperatura regulada por la proximidad del mar), y limita con el bosque mediterráneo continental (piso bioclimático supra mediterráneo) y con zonas áridas.

- Bosque mediterráneo continental

Está caracterizado por el clima mediterráneo y por una continentalidad elevada, con al menos tres meses de helada al año.

Sus límites coinciden con los del piso bioclimático supra mediterráneo. Por lo tanto, limita con el bosque atlántico, con la montaña alpina y con el bosque y matorral esclerófilo, con el que el límite lo marca el piso bioclimático meso mediterráneo.

- Boque atlántico

Está caracterizado por el clima atlántico, con una ausencia de sequía estival, unas precipitaciones frecuentes y una humedad relativa alta durante todo el año. La humedad actúa regulando las fluctuaciones de temperatura.

Sus límites coinciden con los de la región biogeográfica Atlántica. Incluye los pisos bioclimáticos de la Región Eurosiberiana: Colino (aproximadamente entre el nivel del mar y 700 m) y Montano (hasta 1.700 m aprox.).

- Montaña alpina

La definición práctica de los ambientes de montaña para el proyecto se realiza por criterio de altitud. En EME se han considerado dos tipos de montaña: alpina y mediterránea. En el caso de la montaña alpina se ha tomando un límite inferior de referencia en 1.500 m.

La montaña alpina está caracterizada por un clima de tipo continental de montaña, en el cual hay una importante influencia atlántica dependiendo de la orientación y de la topografía. Los límites de la montaña alpina con respecto a la mediterránea están definidos principalmente por la Cordillera Pirenaica, por algunos macizos de la mitad norte del Sistema Ibérico y por la Cordillera Cantábrica

- Montaña mediterránea

El segundo tipo de ecosistema de montaña estudiado en el proyecto EME (por criterio de altitud, tomando un límite inferior de referencia en 1.300 m) son las montañas mediterráneas, caracterizadas por un clima de tipo mediterráneo de montaña y que coincide con los pisos bioclimáticos supra y oromediterráneo. Corresponden con las montañas presentes en ámbito climático mediterráneo, aproximadamente de la mitad sur peninsular, como son las cordilleras béticas y los sectores con orientaciones sur de los sistemas Central e Ibérico.

- Zonas áridas

Los ecosistemas de zonas áridas se han definido por ser el territorio en el que la precipitación anual media es menor de 300 mm. A esta condición climática responden también las dos islas orientales de Canarias. No se ha incluido las áreas que ocupan los Agroecosistemas, Urbanos y Humedales en las zonas ocupadas por este ecosistema.

- Ecosistemas macaronésicos (Islas Canarias)

Las islas Canarias de mayor altitud (las cinco islas canarias occidentales), expuestas a la acción de los vientos alisios, actúan como montañas-isla, por el bandeo de tipos de vegetación existente en ellas en un espacio reducido. Por esta razón se han considerado como un tipo especial de ecosistema definido asimismo por su particularidad biogeográfica y por pertenecer a la región Macaronésica y tener un clima subtropical. Aunque las dos islas orientales pertenecen también a dicha región biogeográfica, en ellas la escasa precipitación y la aridez tienen una mayor importancia en el funcionamiento de los ecosistemas.

Por lo tanto, los límites utilizados han sido las propias Islas Canarias, excepto las dos islas en las que las precipitaciones anuales son menores de 300 mm.

- Agroecosistemas

Son los ecosistemas modificados y gestionados por los seres humanos con el objetivo de obtener alimentos, fibras y otros materiales de origen biótico, y se incluye tanto los dominados por usos agrícolas diversificados y ganadería extensiva, como los de agricultura convencional e industrial.

La definición de sus límites se ha obtenido a partir del Corine Land Cover 2006. Se ha incluido la superficie incluida en la categoría general “Zonas agrícolas”, excepto la categoría 244 “Sistemas agroforestales”, que incluye a Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado y a Cultivos agrícolas con arbolado adhesionado, que se ha considerado Bosque y matorral esclerófilo. Se han eliminado los polígonos aislados cuya superficie fuese menor de 100 ha. De esta forma se han perdido 521.640 ha de cultivos, pero se ha simplificado notablemente la cartografía, lo que será muy útil tanto para análisis cartográficos como para su visualización. Finalmente se ha extraído la superficie coincidente con los ecosistemas Urbano y Humedales.

- Marinos

El gran ecosistema marino se ha definido como la superficie comprendida entre los límites exteriores establecidos en el ecosistema litoral y los límites de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de España.

- Ríos y riberas

Se ha utilizado la capa (archivo geográfico en formato legible por un sistema de información geográfica) del Ministerio de Medio Ambiente, proporcionada por el Sistema Integrado de Información del Agua. Tiene el formato de línea y su inclusión en formato de polígono junto con el resto de los ecosistemas añadía tanta complejidad y tamaño a los archivos que los ordenadores disponibles no eran capaz de procesarlos ni generarlos. Por eso se utilizó su expresión lineal, que no ha permitido su expresión en términos de superficie, si no solamente lineales. Esta característica no ha permitido incluir a los ríos en los análisis entre las diferentes superficies ocupadas por los ecosistemas, y con el resto de variables con expresión territorial.

- Lagos y humedales

Se ha utilizado la información geográfica proporcionada por las confederaciones hidrográficas, excepto las confederaciones del Norte, Duero y Galicia, que no enviaron su cartografía. Se les ha restado la superficie ocupada por superficies urbanas. Debido a la pequeña extensión de la mayoría de los humedales, lagunas y lagos que existen en la península ibérica, en esta información geográfica tienen una importancia destacable los embalses, que son los cuerpos de agua que ocupan una mayor superficie.

• Acuíferos

Se ha utilizado el archivo de información geográfica sobre las masas de agua subterránea del artículo 3 de la Directiva Marco del Agua. Confinados a formaciones geológicas porosas o muy fracturadas; sus límites se encuentran en cauces y humedales efluentes o en líneas de costa que actúan como zonas de descarga.

• Litoral

Los ecosistemas de litoral reflejan la interacción entre el medio físico terrestre y las actividades humanas en ámbitos con presencia o influencia del mar. Se ha distinguido entre Litoral terrestre y Litoral marino.

El litoral terrestre está formado por la llanura costera, islas e islotes. Sus límites se han fijado por una franja bordeando el límite terrestre de la península de 5 km de ancho, menos el área ocupada por otros ecosistemas (humedales, agroecosistemas y urbanos).

El litoral marino está formado por los ecosistemas de influencia mareal (Litoral intermareal y de borde costero) y por los ecosistemas propios de aguas someras y aguas confinadas y semiconfinadas. Para la definición de sus límites se ha utilizado la capa de Aguas costeras según la definición de la Directiva Marco del Agua (capa descargada del Ministerio de Medio Ambiente).

• Urbanos

Son los ambientes artificializados con alta densidad de población ligadas a los núcleos urbanos. Sus límites se han fijado a partir del Corine Land Cover 2006 considerando la superficie incluida en la categoría “Superficies artificiales”.

2.2. Mapa de biodiversidad

La fuente de información han sido los datos del Inventario Nacional de Biodiversidad 2007, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, representados por una malla de 5 km x 5 km que cubre toda España y por una tabla asociada en la que se indican todas las especies presentes en cada cuadrícula de la malla. Dicha base de datos cuenta con información acerca de las especies de flora vascular, de invertebrados y de vertebrados amenazados y acerca de las especies de vertebrados no amenazados. A partir de esta información se han obtenido dos tipos de datos. Por una parte, el número total de especies amenazadas, que integra a las especies amenazadas de flora vascular, animales invertebrados y animales vertebrados. Por otra parte, la información sobre la riqueza de especies de vertebrados.

Una vez generados los mapas de Riqueza de especies y grado de Amenaza, dicha información fue cruzada con la división provincial para su estandarización con otros resultados y su posterior análisis de integración. Para la transformación de estos datos a una expresión provincial se calculó el valor medio de los píxeles en cada provincia, tanto de especies totales amenazadas como de riqueza de vertebrados.

2.3. Mapa espacios naturales protegidos

A partir de la información sobre espacios naturales protegidos (Europarc-España, 2009) se han representado en tres categorías principales: Parques Nacionales, Parques Naturales y otras figuras de protección de la naturaleza incluyendo Biotopo protegido, Reserva Natural, Paisaje protegido, Reserva Integral y Monumento Natural.

2.4. Mapas de los impulsores de cambio

Se han elaborado una serie de mapas representando algunos de los impulsores de cambio directos e indirectos más importantes identificados en la primera fase del EME. Se consideraron los impulsores de cambios de usos del suelo, demográficos y económicos para su análisis tanto por su disponibilidad de datos de bases ya existentes como porque existe un consenso sobre que han sido los más relevantes en la transformación que ha sufrido el territorio a escala estatal (EME, 2011).

2.4.1. Impulsor directo: Intensidad de los cambios de usos del suelo

Se ha partido de la información sobre los usos del suelo en España de los mapas Corine land cover 1990 y 2006, por ser la fuente de datos a nivel estatal que cubre un periodo amplio de tiempo siguiendo la misma metodología. La clasificación de usos del suelo del Corine Land Cover se ha transformado en una clasificación según el grado de intensidad del uso humano del territorio. Dicha clasificación se ha realizado siguiendo unos criterios fijados por el equipo de coordinación y apoyo del EME y ha sido traducida a una puntuación numérica tal y como ha quedado reflejada en otros estudios ya existentes a escala local (Schneiders, *et al.*, 2011). Los criterios de intensidad de uso humano del territorio se han basado en la cantidad de capital humano (dinero, trabajo, materiales externos y energía) necesario para alcanzar un determinado uso del suelo y la cantidad de capital humano necesario para su restauración.

Los mapas Corine Land Cover tienen 44 categorías y una resolución de 25 hectáreas (CLC, 2006). Las categorías de usos del suelo se han agrupado en categorías de intensidad de uso del suelo desde 0 (baja) hasta 1 (alta) en función de la intensidad de uso humano. Los valores más altos corresponden a grandes infraestructuras como aeropuertos y puertos, seguidas por áreas urbanizadas y áreas degradadas (minas y vertederos). Los valores intermedios se asignan a categorías tales como agricultura intensiva, parques, agricultura de secano y cultivos leñosos (Aavik and Liira, 2009). Los valores más bajos de intensidad de uso los reciben espacios con un valor natural alto. Un resumen general de las clases de intensidad de uso puede consultarse en la tabla 2. La puntuación, basada en un panel de expertos, es comparable con la escala de intensidad usada en estudios internacionales como Schneiders, *et al.*, 2011, GLOBIO 3 (Global Biodiversity Outlook 3), o COPI (Cost of Policy Inaction) (Braat and ten Brink, 2008; Alkemade *et al.*, 2009).

Tabla 25.2. Valores de intensificación de uso del suelo para diferentes categorías de uso del suelo.

Nomenclatura	Intensidad	Criterio
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	1,0	Superficie artificial continua
Zonas portuarias	1,0	
Aeropuertos	1,0	
Tejido urbano	0,9	Superficie artificial con pequeñas áreas naturales
Tejido urbano discontinuo	0,9	
Zonas industriales o comerciales	0,9	
Zonas en construcción	0,9	
Zonas de extracción minera	0,8	Áreas muy alteradas pero con posibilidad de restauración
Escombreras y vertederos	0,8	
Zonas verdes urbanas	0,7	Zonas verdes urbanas y recreativas
Instalaciones deportivas y recreativas	0,7	
Terrenos regados permanentemente	0,6	Agricultura intensiva de regadío
Arrozales	0,6	
Zonas quemadas	0,6	

Láminas de agua (embalses)	0,6	
Tierras de labor en secano	0,5	
Viñedos	0,5	Cultivos herbáceos en secano y cultivos leñosos
Frutales	0,5	
Olivares	0,5	
Cultivos anuales asociados con permanentes	0,4	
Mosaico de cultivos	0,4	
Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural	0,4	Mosaicos multifuncionales
Sistemas agroforestales	0,4	
Salinas	0,4	
Prados y praderas	0,3	
Bosques de frondosas	0,3	
Bosques de coníferas	0,3	Áreas naturales con aprovechamiento agrosilvopastoral
Matorral boscoso de transición	0,3	
Espacios con vegetación escasa	0,3	
Cursos de agua (ríos)	0,3	
Bosque mixto	0,2 - 0,1	
Pastizales naturales	0,2 - 0,1	Áreas de alto valor natural
Landas y matorrales mesófilos	0,2 - 0,1	
Matorrales esclerófilos	0,2 - 0,1	
Playas, dunas y arenales	0,2 - 0,1	
Roquedo	0,2 - 0,1	
Glaciares y nieves permanentes	0,2 - 0,1	
Humedales y zonas pantanosas	0,2 - 0,1	
Turberas y prados turbosos	0,2 - 0,1	
Marismas	0,2 - 0,1	
Zonas llanas intermareales	0,2 - 0,1	
Lagunas costeras	0,2 - 0,1	
Estuarios	0,2 - 0,1	

Los cálculos de intensidad de uso se han obtenido para un tamaño de celda de 1.000 m x 1.000 m que facilita los análisis espaciales sin comprometer la resolución necesaria para este trabajo (Figuras 9 y 10). Los ecosistemas marinos no se han incluido en el estudio por falta de datos. Posteriormente se han cruzado las capas de 1990 y 2006 para comparar los cambios que se han producido durante este periodo.

2.4.2. Impulsores indirectos: Variables socioeconómicas

Además de los impulsores indirectos evaluados en EME, se han utilizado nuevos indicadores cuantitativos y con información espacial en referencia a algunos impulsores de cambio: Producto Interior Bruto y Población.

Se han obtenido datos poblacionales y económicos a nivel provincial de la página web del Instituto Nacional de Estadística. Se han obtenido datos cubriendo el mayor periodo de tiempo posible. En los datos poblacionales se han utilizado datos de 1960 y de 2011. Los datos sobre el Producto Interior Bruto corresponden a los años 1995 y 2008.

2.5. Mapas de servicios

Para la expresión territorial de los servicios de los ecosistemas a escala de España se han utilizado dos fuentes de datos principales: los resultados de la primera fase de EME (2011) y los resultados del proyecto de la comisión europea del Joint Research Center (Maes *et al.*, 2011).

En la primera fase del EME se hizo un diagnóstico del estado y las tendencias de 22 servicios de los ecosistemas para cada uno de los 14 ecosistemas estudiados utilizando indicadores y opiniones de expertos. Los resultados de dicha evaluación se han representado en un mapa de España en el que con un código de colores se visualiza la tendencia de cada servicio en cada ecosistema.

Este estudio, también pudo acceder a los resultados alcanzados por el Joint Research Center, que realizó una cartografía de la capacidad de proveer servicios y del flujo anual de los mismos servicios para toda Europa (Maes *et al.*, 2011). Para cada uno de los servicios diseñaron un modelo con el mayor nivel de definición posible para cada servicio, teniendo en cuenta que el estudio se realizó a escala europea. Por ejemplo, para servicios vinculados con el agua, se tomaron como unidades menores las subcuencas de los ríos, mientras que para los servicios vinculados con los bosques se tomaron las unidades de usos del suelo del Corine Land Cover. En el mismo trabajo se integró la información generada a escala de provincias. Se han utilizado los datos provinciales para representar los valores obtenidos en dicho proyecto referentes a la capacidad y al flujo de cada servicio de los ecosistemas.

2.6. Análisis estadísticos de los resultados

Una vez representados los datos anteriores, se han realizado diferentes análisis para poder visualizar las relaciones y diferencias espaciales existentes entre estas variables a escala estatal.

2.7. Relaciones espaciales entre Biodiversidad y Ecosistemas

Se ha cruzado la información espacial de biodiversidad utilizando los datos del Inventario Nacional de Biodiversidad (MARMM 2007) con la distribución de los ecosistemas españoles utilizada en el EME, y así se ha asociado cada ecosistema a cada uno de los píxeles con datos de biodiversidad. Posteriormente se han calculado cuántas especies protegidas y la riqueza de vertebrados que hay presentes en cada ecosistema.

2.8. Relaciones espaciales de los espacios naturales protegidos con ecosistemas y biodiversidad

Se ha relacionado espacialmente la información geográfica de los espacios naturales protegidos con los ecosistemas de España, con las provincias y con los datos de biodiversidad.

La capa de información geográfica de Espacios Protegidos de la Península Ibérica se ha *rasterizado* a una resolución de 1.000 metros. A continuación, se ha cruzado con la capa de ecosistemas, de 5.000 m de lado, obteniendo la superficie de cada tipo de espacio protegido en cada ecosistema, y se ha calculado la proporción de cada uno de ellos. Adicionalmente se ha realizado una correlación de Spearman para comprobar si las provincias con mayor superficie de ecosistemas de montaña coinciden con las que tienen mayor superficie protegida, ya que fue uno de los resultados de la fase anterior (EME, 2011). También se ha obtenido la superficie protegida por provincia.

La información sobre espacios naturales protegidos también se ha relacionado con los datos de biodiversidad con la intención de evaluar si los modelos de conservación del territorio solapan con las zonas más ricas en biodiversidad o con las más amenazadas. Este análisis se ha realizado mediante una comparación de dos muestras de Mann-Whitney y una comparación de k muestras (Kruskal-Wallis) para identificar diferencias entre las diferentes categorías de protección del territorio.

2.9. Análisis de integración de todas las variables

Para identificar posibles relaciones entre la información expuesta en los apartados anteriores se ha realizado un análisis estadístico de los datos. Para ello los datos se han traducido a su expresión territorial por provincia (Anexo1). En concreto, la información introducida en el análisis estadístico incluye información sobre (Tabla 25.3):

- a) el porcentaje de territorio de la provincia que ocupa cada uno de los ecosistemas de España,
- b) el porcentaje de la provincia que ha cambiado sus usos del suelo (intensificación del uso del suelo o abandono),
- c) la información sobre biodiversidad (media del número de especies amenazadas y de la riqueza de vertebrados),
- d) proporción de cada provincia protegida
- e) valores que indican el estado y el flujo de diferentes servicios de los ecosistemas en cada provincia

Tabla 25.3. Variables empleadas en el análisis multivariante.

Tipo	Variable	Indicador	Unidades	Periodo	Fuente
Impulsores Directos	Abandono	Descenso de la Intensidad del uso humano del territorio	%	1990-2006	Corine Land Cover
	Intensificación	Aumento de la intensidad del uso humano del territorio	%	1990-2006	Corine Land Cover
Impulsores Indirectos	Población	Incremento de Población	%	1960-2011	INE
	Producto interior bruto	Producto Interior Bruto provincial	%	1995-2008	INE
Servicios Abastecimiento	Productos maderables	Producción anual de madera	m3/ha/año	2000	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Productos agrícolas	Superficie de cultivo	%	2000	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Productos ganaderos	Cabezas de ganado	Cabezas de ganado / km ²	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Abastecimiento de agua	Flujo de agua anual de aguas superficiales	mm	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
Servicios de Regulación	Regulación hidrológica	Flujo sub-superficial de agua en los ecosistemas terrestres	mm	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Regulación de depuración del agua	Nitrógeno que entra en los ríos que es depurado	%	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Regulación del clima	Productividad acumulada neta anual de los ecosistemas	ton/ha/año	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Regulación de depuración del aire	Depuración del NOx de áreas urbanas que realiza la vegetación	kg/ha	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Regulación de control de la erosión	Indicador que relaciona las áreas con vegetación natural y las áreas con riesgo de erosión alto	ha vegetación natural / ha riesgo erosión	2010	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
	Regulación de la fertilidad del suelo	Carbono que hay en el suelo	%	2000	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
Servicios Culturales	Servicio de recreación	Indicador de la naturalidad de cada ecosistema, en función de la presencia de espacios protegidos, de las áreas costeras y de datos sobre la distancia a centros urbanos	Media normalizada	2000	JRC; Maes <i>et al.</i> , 2011
Biodiversidad	Nivel amenaza	Número de especies amenazadas	Nº especies amenazadas	2007	Inventario Nacional de Biodiversidad 2007, MAGRAMA
	Nivel de Riqueza	Número de especies de vertebrados	Nº especies vertebrados	2007	Inventario Nacional de Biodiversidad 2007, MAGRAMA
Opciones Respuesta	Espacios naturales protegidos	Área de cada provincia que está bajo alguna figura de protección ambiental	%	2009	Europarc, 2009
Ecosistemas	Agroecosistemas	Área de cada provincia que es agroecosistema	%	2006	Corine Land Cover 2006
	Ecosistemas áridos	Área de cada provincia que es Ecosistemas áridos	%	2011	EME, 2011

Bosque atlántico	Porcentaje del área de cada provincia que es bosque atlántico	%	2011	EME, 2011
Bosque mediterráneo continental	área de cada provincia que es bosque mediterráneo continental	%	2011	EME, 2011
Bosque mediterráneo esclerófilo	área de cada provincia que es bosque mediterráneo esclerófilo	%	2011	EME, 2011
Humedales	área de cada provincia que es humedales	%	2010	Confederaciones Hidrográficas
Ecosistema litoral	área de cada provincia que es ecosistema litoral	%	2011	EME, 2011
Montaña alpina	área de cada provincia que es montaña alpina	%	2011	EME, 2011
Montaña mediterránea	área de cada provincia que es montaña mediterránea	%	2011	EME, 2011
Ecosistemas urbanos	área de cada provincia que es ecosistemas urbanos	%	2006	Corine Land Cover 2006
Abandono	área de cada provincia en el que los usos del suelo han perdido intensidad	%	1990-2006	Corine Land Cover 2006
Intensificación	área de cada provincia en el que los usos del suelo se han intensificado	%	1990-2006	Corine Land Cover 2006
Bosques	área de cada provincia que es la suma de los tres tipos de ecosistema forestal (Bosque atlántico, Bosque mediterráneo continental y Bosque mediterráneo esclerófilo)	%	2011	EME, 2011
Montañas	área de cada provincia que es la suma de los dos tipos de montaña (alpina y mediterránea)	%	2011	EME, 2011

Se ha realizado una matriz de correlación de Spearman entre los servicios de los ecosistemas, la información sobre biodiversidad, los espacios naturales protegidos y el porcentaje de la provincia que ha cambiado de uso del suelo.

Se ha realizado un Análisis de Componentes Principales (ACP) con el objetivo de analizar posibles relaciones entre servicios de ecosistemas, incluyendo como variables suplementarias las siguientes: porcentaje del territorio de cada provincia que está representado por cada uno de los ecosistemas del EME, el porcentaje de territorio transformado entre 1990 y 2006, la riqueza de vertebrados y las especies amenazadas, el porcentaje del área que ocupan los espacios naturales protegidos en cada provincia y los indicadores socioeconómicos de población y producto interior bruto.

3. Resultados

3.1. Mapas operativos de ecosistemas

El mapa representado en la Figura 1 refleja el área potencial de los tipos de ecosistemas que han sido evaluados por el Proyecto EME. En la tabla 4 se indica la superficie aproximada que ocupa el área potencial de estos tipos operativos. Hay que tener en cuenta que el área potencial se ve modificada por los usos humanos, lo que hemos denominado Mapa Actual de los tipos operativos de ecosistemas, por lo que buena parte de ella está ocupada en la actualidad por agroecosistemas y zonas urbanas.

España cuenta con una buena representación de ecosistemas pertenecientes a tres regiones biogeográficas, siendo ésta una de las razones por las que su biodiversidad destaca en el contexto europeo.

La región biogeográfica mediterránea representa aproximadamente el 83 % del territorio (incluye los tipos, bosque y matorral esclerófilo, bosque mediterráneo continental, zonas áridas, montaña mediterránea y su transición a mediterráneo continental). La región biogeográfica Eurosiberiana (subregión atlántica) representa el 15,5 % del territorio (incluye, el área potencial de bosques atlánticos, la montaña alpina y las áreas de transición entre montaña y zona atlántica). La región Macaronésica ocuparía el 1,5 % ya que se circunscribe estrictamente a las islas Canarias (incluyendo parte de lo que hemos evaluado dentro del tipo de ecosistemas áridos - las dos islas canarias orientales-).

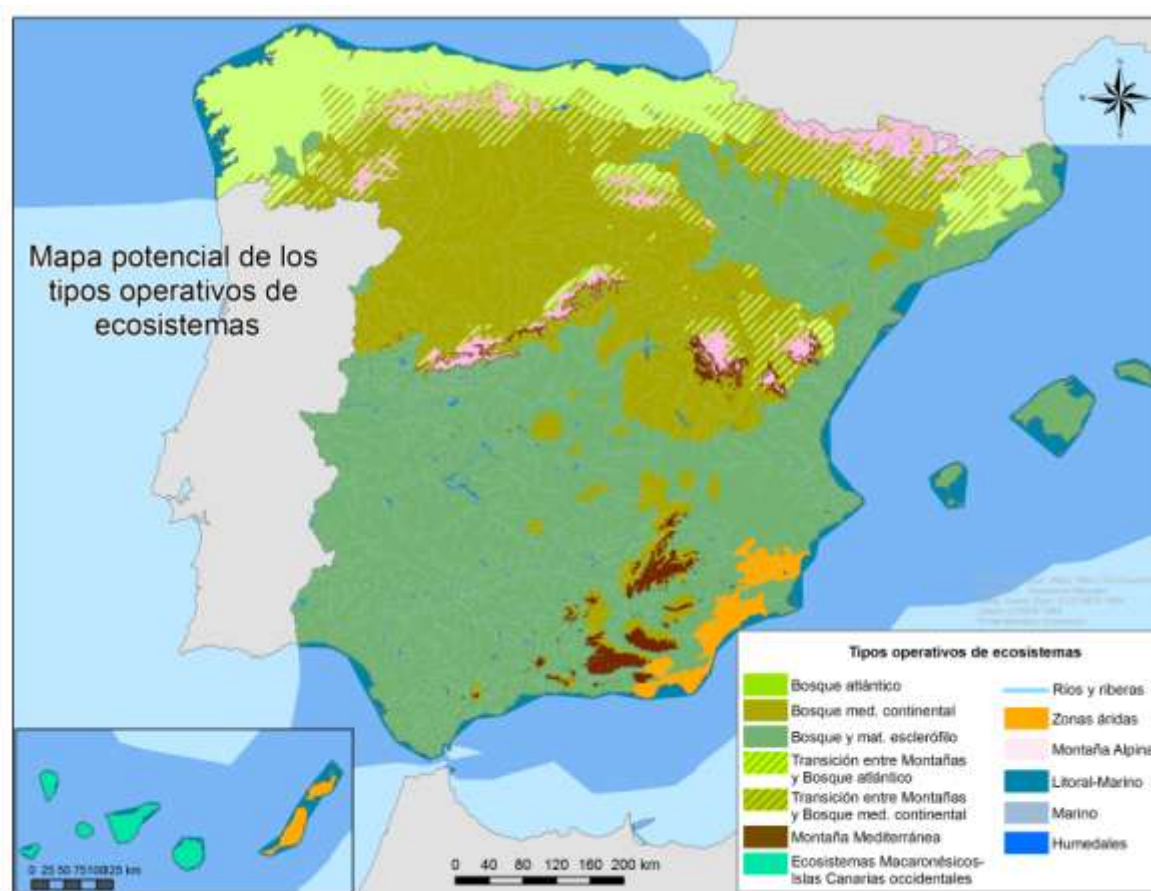


Figura 25.1. Mapa de tipos operativos de ecosistemas. Indica el área potencial de los distintos tipos de ecosistemas que con un objetivo operativo han sido considerados para la evaluación en el proyecto EME.

Tabla 25.4. Superficie potencial de cada uno de los tipos operativos de ecosistemas y porcentaje del territorio que representan.

Ecosistemas potenciales		ha	%
Terrestres	Áridos	1.052.454	2%
	Bosque atlántico	4.245.398	8%
	Bosque mediterráneo continental	12.199.929	24%
	Bosque y matorral esclerófilo	24.461.899	48%
	Macaronésico	515.066	1%
	Montaña alpina	1.480.075	3%
	Montaña mediterránea	911.460	2%
	Transición atlántica	1.912.839	4%
	Transición mediterránea	3.922.572	7%
	TOTAL terrestres	50.701.692	100%
Marinos	Litoral - Marino	2.270.535	-
	Marinos	100.864.955	-

A la diversidad de ecosistemas contribuye también la singularidad de la estructura geofísica del territorio español, en particular la elevada altitud media y el relativo aislamiento respecto a la influencia oceánica de buena parte de su territorio, lo que determina un tipo de clima particular (mediterráneo continental único en Europa y de montaña) que junto con la montaña mediterránea ocupan el 26 % de la superficie. La amplia superficie de los ecosistemas mediterráneos y su variedad, incluye climas áridos con precipitación muy aleatoria, que representan el 2%, aunque abundan zonas semiáridas dentro de lo que hemos evaluado como Bosque y matorral esclerófilo.

Como característica sobresaliente destaca asimismo la existencia de la mayor extensión europea de montaña con características atlánticas. La complejidad y originalidad de los ecosistemas macaronésicos se refleja en las elevadas tasas de endemismo en las islas Canarias y en el hecho de que sean entre las islas del mundo de origen volcánico las de más elevada biodiversidad por superficie.

Este sobresaliente catálogo biogeográfico quedaría incompleto si no se considera la aportación de al menos tres rasgos que lo enriquecen y matizan.

En primer lugar tenemos la existencia de territorios de montaña bien definidos, con el carácter de sistemas isla y de refugio para vegetación, flora y fauna originales, con numerosos endemismos. Por su orografía, altitud y carácter singular -isla respecto al territorio circundante-, las montañas representan un ámbito o circunstancia ecológica, que en gran medida proporciona de forma conjunta (como tal montaña) un grupo variado de servicios para el bienestar humano. La proximidad con que se presentan en las montañas los distintos tipos de vegetación (franjas latitudinales) facilita el aprovechamiento complementario de estos tipos de ecosistemas por parte de los pueblos que allí habitan.

Destacan desde este punto de vista los sistemas montañosos pirenaico/ cantábrico y penibético. Las áreas claramente con características de montaña (isla biogeográfica) ocupan el 5 % del territorio. En segundo lugar la red hidrográfica y los humedales interiores y costeros, son enclaves destacados de biodiversidad y, por su contraste con los territorios circundantes (en particular en el ámbito climático mediterráneo) desempeñan un papel esencial para la conectividad ecológica. La endemidad de la fauna fluvial es la mayor de Europa. La longitud y variedad geofísica y ecológica del litoral es también sobresaliente, con numerosos espacios de transición e interfase representados por un importante número de humedales.

3.2. La naturaleza humanizada: Mapa actual de los tipos operativos de Ecosistemas

Sobre la base ecológica de partida se superponen los efectos de la intervención humana, generando ecosistemas con características especiales. Es preciso mencionar la diversidad de los usos humanos, que como resultado arroja la definición de modelos de agroecosistemas relevantes, con características asimismo diferenciales en el contexto europeo. Entre estos los silvopastorales con arbolado disperso, pseudoestepas y paisajes reticulados, todos ellos asociados a prácticas de ganadería extensiva. En correspondencia con la variedad de situaciones antes mencionada, destaca el manejo de un legado importante de agrobiodiversidad y de formas de gestión, con algunos ejemplos sobresalientes asociados al regadío en el ámbito mediterráneo y al mosaico de cultivos, prados y fragmentos de monte (retículos) en el área atlántica.

La Figura 25.2 indica la importancia territorial de los agroecosistemas cuya distribución ha sido obtenida a partir de las imágenes Corine Land Cover 2006. Puede verse cómo la imagen de distribución potencial de los tipos operativos de ecosistemas representada en el mapa anterior (Figura 25.1) se ve profundamente modificada. Dependiendo del criterio que se adopte para las situaciones intermedias (silvopastorales, praderas, pastos de montaña mantenidos por la ganadería) los agroecosistemas ocupan en España una superficie entre el 45 y el 60 % (ver capítulo correspondiente en el primer informe y Tabla 25.5). Por ejemplo, los sistemas agrarios silvopastorales tipo dehesa extremeña se han considerado en la Figura 25.2 como bosque y matorral esclerófilo, pero igualmente podrían haber sido incluidos como agroecosistemas, aumentando la superficie de esta categoría de ecosistemas.

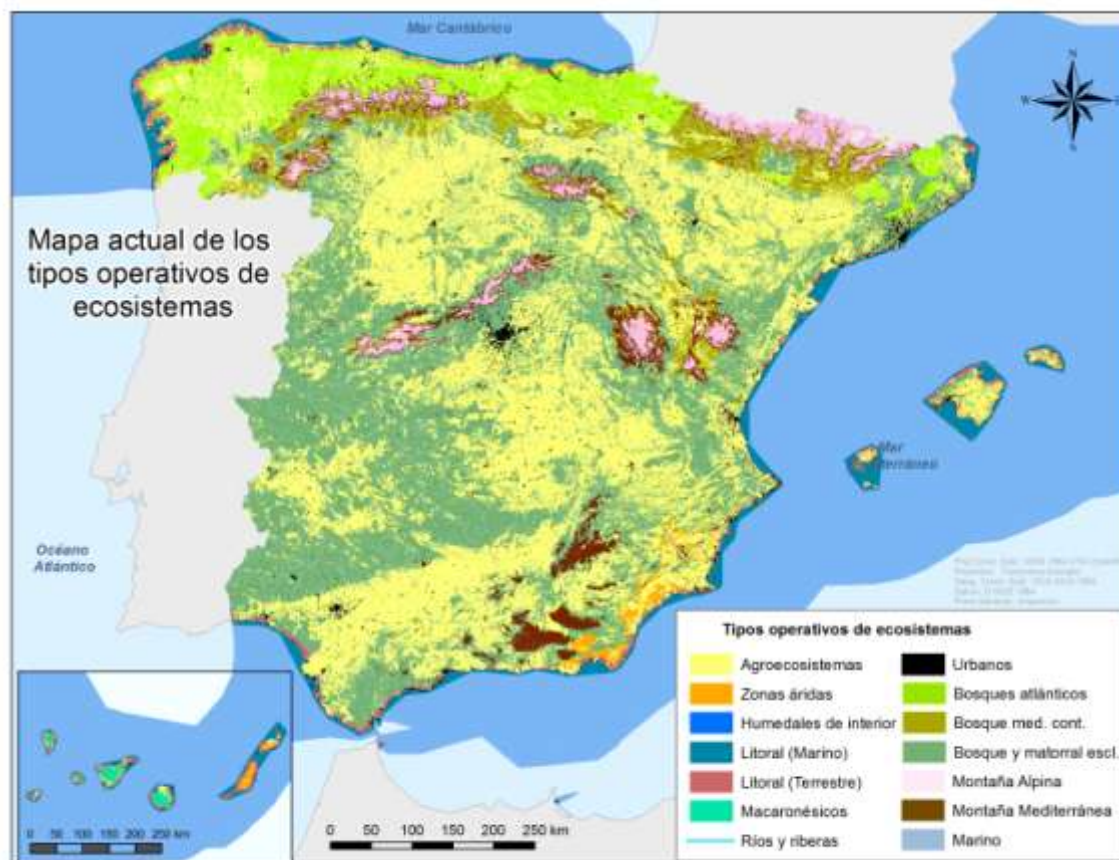


Figura 25.2. Mapa de tipos operativos de ecosistemas actuales.

Tabla 25.5. Superficie ocupada en la actualidad por los tipos operativos de ecosistemas considerados en el proyecto EME y porcentaje del territorio terrestre que representan. Téngase en cuenta que el criterio de considerar o no los sistemas silvopastorales como agroecosistemas, puede variar sustancialmente la superficie ocupada por éstos.

Tipo	Ecosistemas actuales	ha	%
Terrestres	Agroecosistemas	22.172.164	43%
	Áridos	361.207	1%
	Bosque atlántico	3.199.963	6%
	Bosque mediterráneo continental	2.087.415	4%
	Bosque y matorral esclerófilo	17.271.213	34%
	Lagos y humedales de interior	252.322	0,5%
	Litoral - Terrestre	1.133.758	2%
	Macaronésico	190.321	0,4%
	Montaña alpina	1.448.677	3%
	Montaña mediterránea	1.840.674	4%
	Urbano	1.056.083	2%
	TOTAL terrestres	51.013.797	100%
Marinos	Litoral-Marino	2.258.940	-
	Marinos	109.397.648	-

El territorio estatal presenta ecosistemas muy diversos en distancias reducidas ofreciendo así servicios culturales y de abastecimiento de productos variados. La complementariedad entre zonas altas y bajas (aéreas de montaña frente a llanuras y vegas) ha actuado a lo largo de la historia; el intercambio de productos se producía en mercados que constituían la base económica de numerosas pequeñas ciudades capitales de comarca. En menos de 200 km puede pasarse de sistemas de ambientes áridos a hayedos y abetales en montaña. Este tipo de transición se produce entre el valle del Ebro y el Pirineo, con cambios de precipitación de 300 a más de 1.100 mm. La complementariedad socioecológica se produce asimismo entre las zonas de pastos de invierno y las de verano, separadas en algunos casos por distancias superiores a 500 km. La ganadería extensiva interpreta y se adapta a las condiciones biofísicas con muy distintas modalidades, entre ellas la trashumancia larga, el pastoreo dirigido y la transterminancia. Como solución para alargar el periodo productivo de los pastos mediterráneos, los sistemas silvopastorales con árboles dispersos, principalmente quercíneas, son característicos de la península ibérica.

Las numerosas áreas de montaña actúan como zonas de recarga y abastecimiento de agua para el regadío, de gran importancia económica y social en la España mediterránea (EME, 2011). Los sistemas de huerta tradicional y la diversidad asociada a ellos han dependido de prácticas antiguas que atendían la administración cuidadosa del agua. La recuperación de la fertilidad y la eliminación de material combustible han dependido de la ganadería; a su combinación con la agricultura se debe la existencia de ecosistemas de gran interés socioecológico como las zonas esteparias o los pastizales de montaña.

En la Figura 25.3, se representa la distribución actual de los principales tipos de agroecosistemas considerados en la evaluación EME (Tabla 25.6), cuya explicación puede verse en el capítulo correspondiente. La mayor superficie de agroecosistemas son tierras de labor en secano, seguida por los mosaicos mediterráneos, que son zonas heterogéneas con diferentes tipos cultivos asociados y con pastizales y áreas de vegetación natural y seminatural (Tabla 25.6). Los cultivos leñosos como los

olivares, viñedos y frutales también tienen una importante representación, con una distribución no dispersa, si no localizada con preferencia de determinadas áreas (Figura 25.3 y Tabla 25.7).

Tabla 25.6. Principales tipos de agroecosistemas considerados en la evaluación EME.

Tipo de agroecosistema	Subtipos
I. Sistemas con elementos leñosos dominantes	1.1 Silvopastorales 1.2 Cultivos leñosos especializados (olivares, viñedos, frutales)
II. Pastizales	2.1 Red de vías pecuarias y pastizales asociados 2.2 Matorrales, monte bajo pastado, pastizal mediterráneo 2.2 Pastizales de montaña
III. Cultivos herbáceos mono específicos	3.1 Secano extensivo. Estepas cerealistas 3.2 Regadío extensivo
IV. Policultivos	4.1 Huerta tradicional 4.2 Mosaico mediterráneo 4.3 Policultivo atlántico. Paisaje reticulado
V. Agricultura industrial	5.1 Cultivos bajo plástico 5.2 Regadío intensivo industrial 5.3 Praderas artificiales

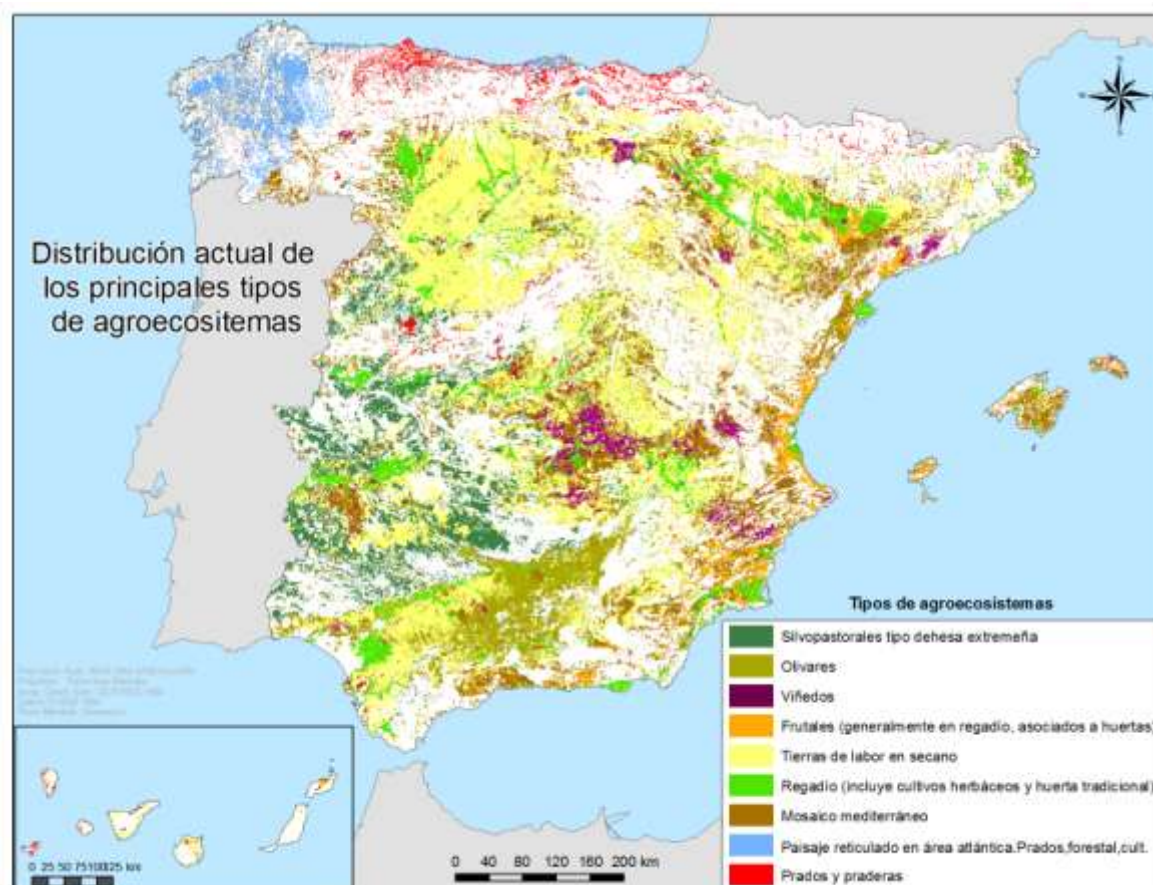


Figura 25.3. Distribución actual de los principales tipos de agroecosistemas.

Tabla 25.7. Área ocupada por los principales tipos de agroecosistemas españoles y porcentaje respecto del total de la superficie de agroecosistemas.

Tipos de agroecosistemas	Área (ha)	%
Silvopastorales tipo dehesa extremeña	2.503.556	10%
Olivares	1.867.716	7%
Viñedos	839.377	3%
Frutales (generalmente en regadío, asociados a huertas)	892.986	4%
Tierras de labor en secano	9.763.665	38%
Regadío (incluye cultivos herbáceos y huerta tradicional)	2.348.686	9%
Mosaico mediterráneo	5.436.095	21%
Paisaje reticulado en el área atlántica. Prados, forestal, cultivos	1.100.646	4%
Prados y praderas	651.455	3%
Total general	25.404.182	100%

3.3. Distribución actual por provincias de los tipos de ecosistemas

La distribución por provincias de los tipos de ecosistemas que se representan en las Figuras 25.4 y 25.5, refleja algunas evidencias derivadas en parte del procedimiento de identificación de los tipos de ecosistemas en la actualidad (usos del suelo Corine Land Cover, 2006). Se aprecia el mayor porcentaje de agroecosistemas en las provincias que ocupan las áreas centrales de las depresiones terciarias, amplias cuencas con predominio de terrenos llanos, dedicados al cultivo extensivo de cereal (Duero; Ebro; Tajo) o bien zonas de cereal y regadíos (Guadalquivir, Segura). En las provincias con mayor representación de bosque y montaña es donde los agroecosistemas ocupan una superficie menor. Por ello, los mapas 4 y 5 son en cierta medida imagen especular o complementaria. Hay que tener en cuenta que tanto las dehesas extremeñas como los retículos atlánticos han sido considerados en esta cartografía como “bosques”, esclerófilo el primero y atlántico el segundo, razón por la que por ejemplo las provincias de Zamora y Cáceres aparecen con superficie alta de bosque mediterráneo y escasos agroecosistemas; o de la misma manera Ourense, Pontevedra y Huelva, donde han sido incluidos como bosques numerosas formaciones de retículos atlánticos o repoblaciones de pino resinero y eucaliptos

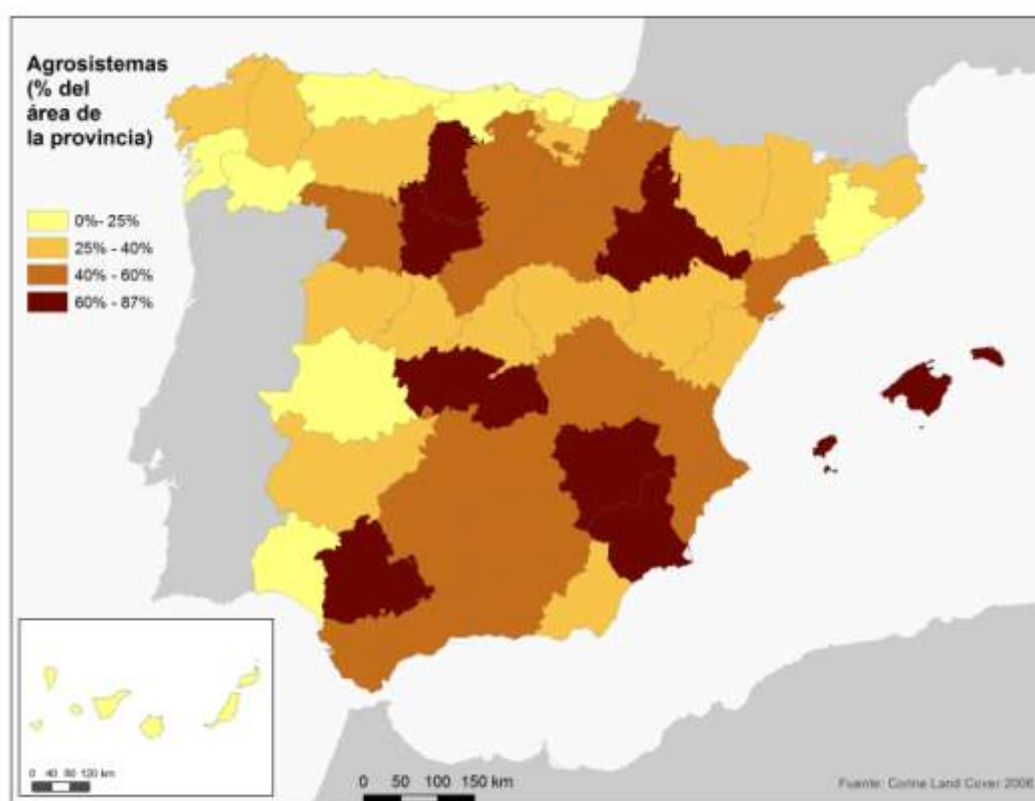


Figura 25.4. Porcentaje de agroecosistemas en las provincias Españolas.

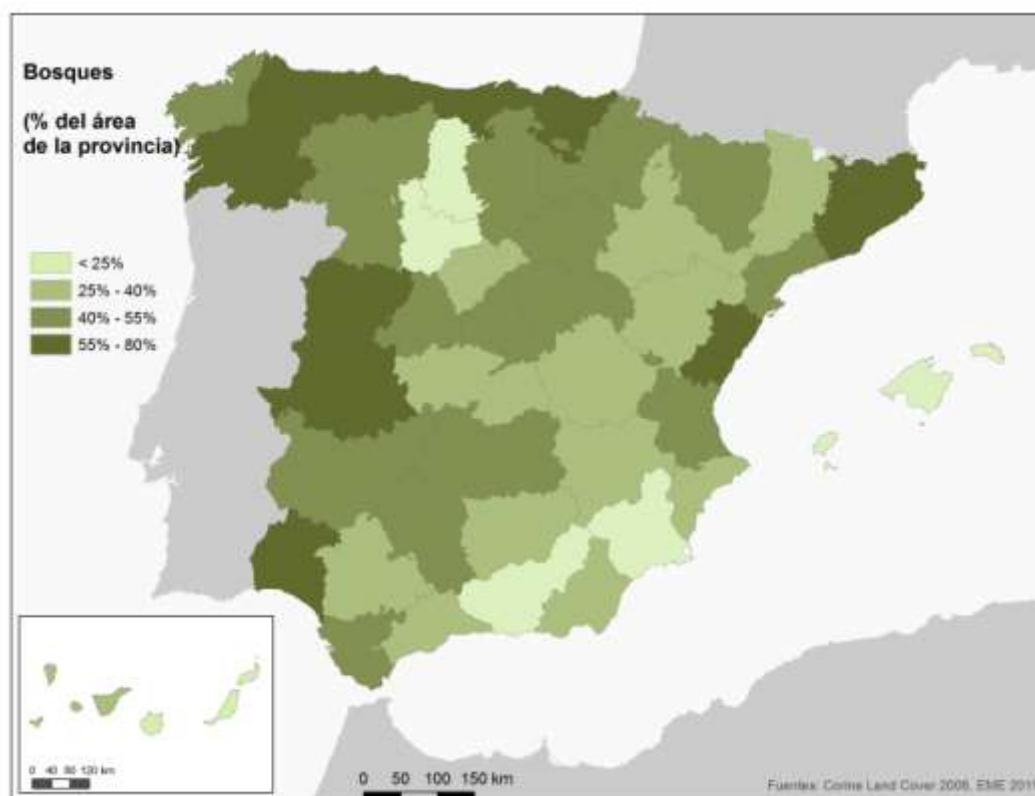


Figura 25.5. Porcentaje de ecosistemas forestales (bosque atlántico, mediterráneo continental y esclerófilo) en las provincias Españolas.

Las distribuciones de los ecosistemas de montaña (Figura 25.6), refleja la importancia de los sistemas Pirenaico y Cantábrico por una parte y del Penibético por otra. Y así mismo la importancia de las tierras altas en torno al arco que forman los sistemas Ibérico y Central en el área interior continental de la península. Los sistemas áridos (Figura 25.7) definidos según el criterio de precipitación, se limitan al sureste peninsular y a las islas orientales del archipiélago canario.

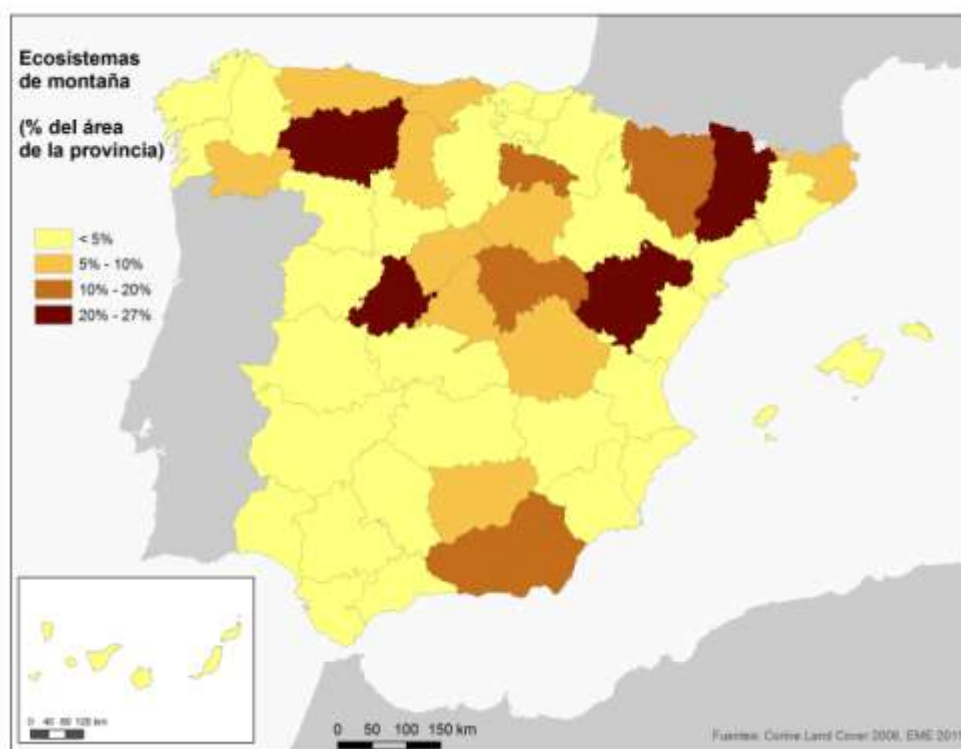


Figura 25.6. Porcentaje de ecosistema de montaña (tanto alpino como mediterráneo) en las provincias Españolas. Se ha delimitado por ser los territorios por encima de 1.500 metros de altitud (EME, 2011).



Figura 25.7. Porcentaje de ecosistemas áridos en las provincias Españolas. La definición de ecosistemas áridos utilizada en EME está marcada por ser aquellos territorios con una precipitación media anual menor a 300 mm.

La distribución de los sistemas urbanos (Figura 25.8) refleja asimismo el patrón de ocupación del litoral, tendencia demográfica de incremento de los asentamientos en la franja mediterránea. En menor medida pero muy estable, más consolidado, también se aprecia la importancia demográfica de la cornisa cantábrica y litoral de Galicia. Y por último en el suroeste, Málaga y Andalucía occidental. En el interior de la península se mantienen las áreas de atracción poblacional en Madrid y Valladolid (con mucha menor importancia), mientras que el tercer núcleo de población importante en el interior, la ciudad de Zaragoza, no aparece reflejada debido a que el cálculo considera la superficie total de la provincia.

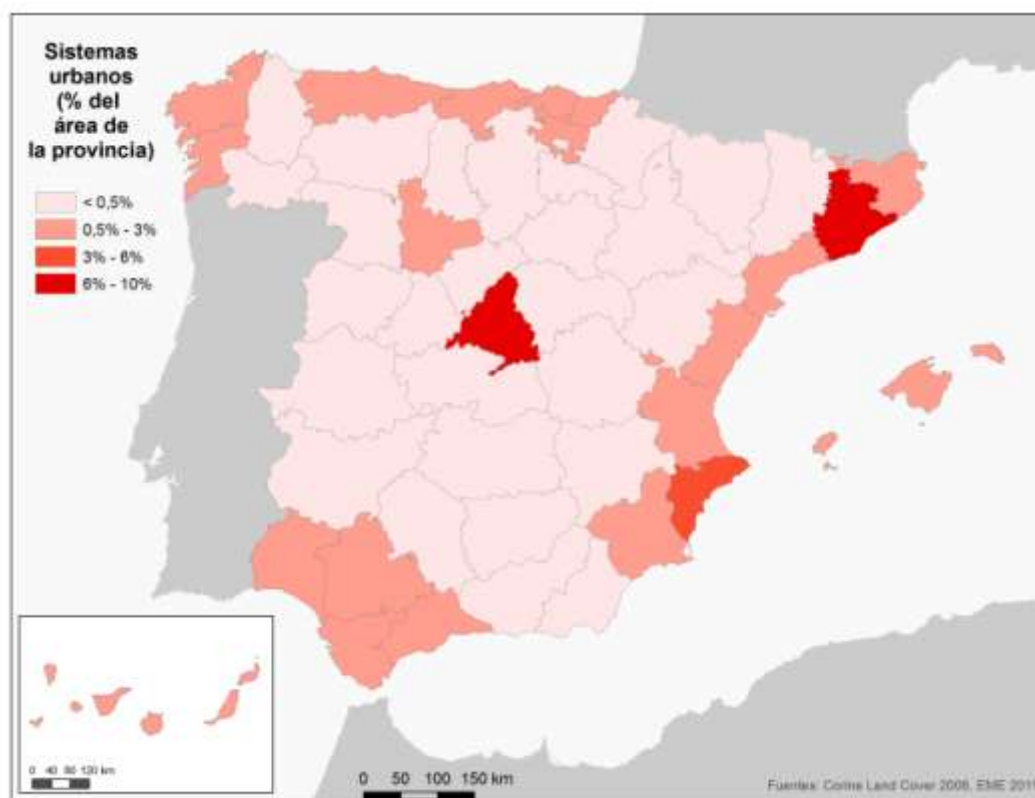


Figura 25.8. Porcentaje que hay en cada provincia de sistemas urbanos.

3.4. Mapa de biodiversidad

A partir de los datos del Inventario Nacional de Biodiversidad 2007, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente se ha elaborado un mapa en el que se puede observar la riqueza de especies de animales vertebrados que hay en cada cuadrícula de 5 km x 5 km que cubre la Península Ibérica y las Islas Baleares y Canarias (Figura 25.9). Destaca una región con gran riqueza de vertebrados en la parte norte y central de la península, entre El País Vasco, Navarra, La Rioja y Burgos. La segunda zona con una alta concentración de píxeles con alta riqueza se sitúa en torno a las Sierras de Guadarrama y de Gredos. Y destacan tres zonas con baja riqueza: el entorno de la vega del Guadalquivir, las zonas áridas de Almería y Murcia, y la zona central de la Mancha.

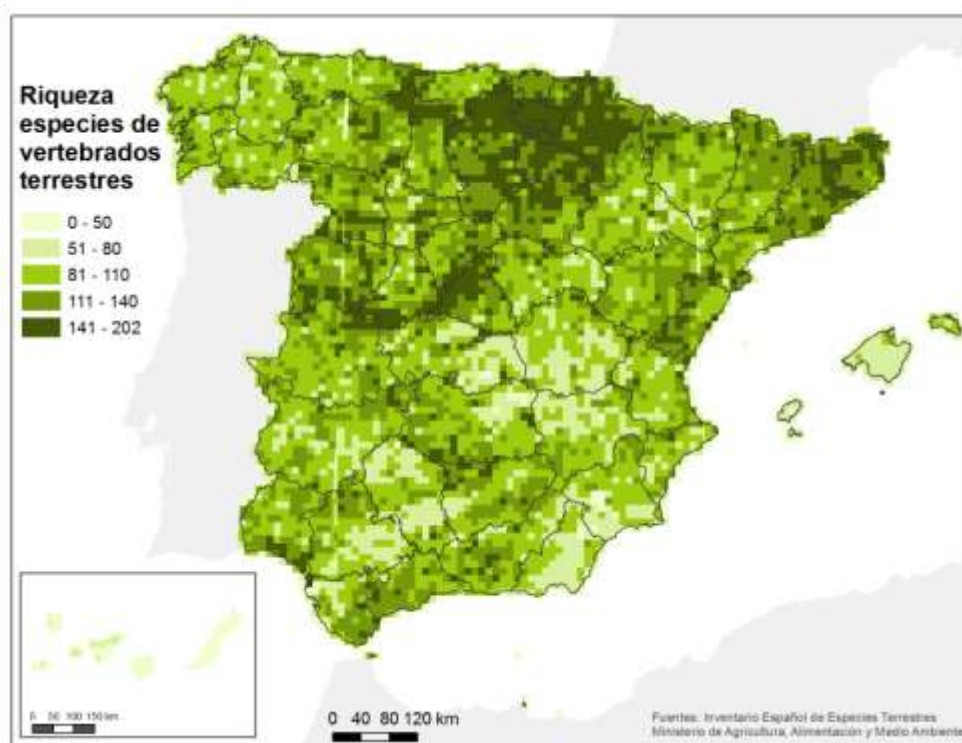


Figura 25.9. Distribución de la riqueza de especies de vertebrados terrestres en una cuadrícula de 5 km X 5 km.

El mapa de especies de vertebrados amenazados (Figura 25.10) tiene una distribución muy similar al de especies amenazadas totales (Figura 25.13), ya que el número de vertebrados es mucho mayor que el de invertebrados y flora. Con respecto al mapa anterior (Figura 25.9), resalta la zona central de Sierra Morena y Extremadura con valores de amenaza muy elevados. Las provincias de Almería, Murcia, Albacete y Cuenca reúnen valores bajos en cuanto al número de especies amenazadas. Las Islas Canarias y Baleares destacan porque aunque no tienen una riqueza elevada, si reúnen un número elevado de especies amenazadas.

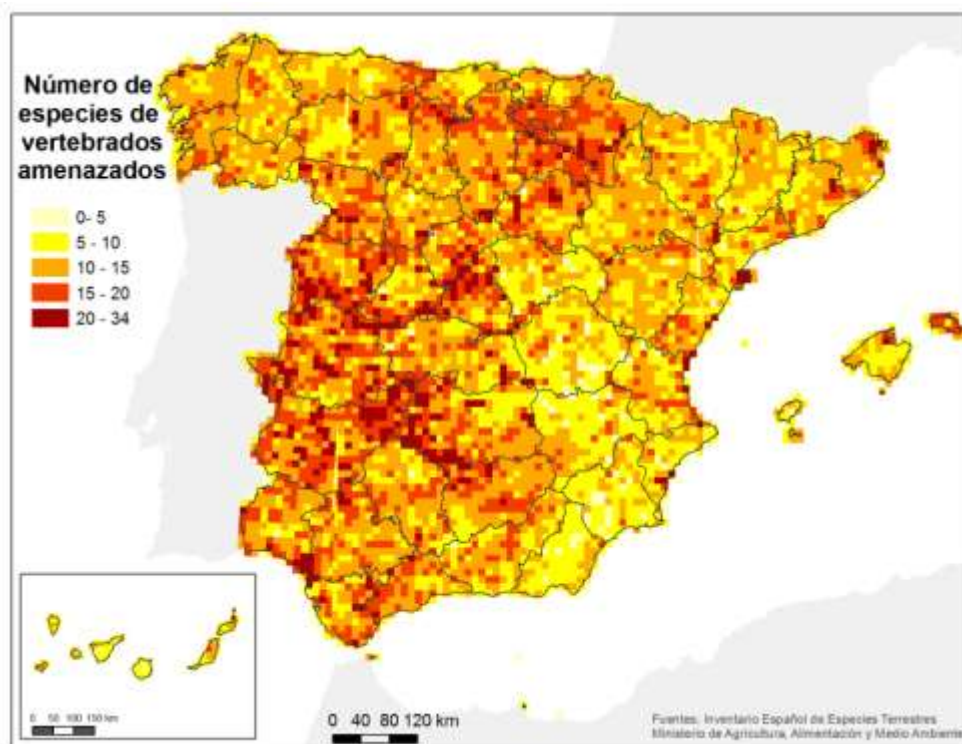


Figura 25.10. Número de especies de vertebrados amenazados que hay en cada una de las celdas de 5 km x 5 km de lado.

Se observa una alta correspondencia espacial entre los dos mapas anteriores (Figuras 25.9 y 25.10). Para comprobar si aquellos píxeles que tienen mayores valores de riqueza de vertebrados son también los que reúnen un mayor número de vertebrados amenazados se ha realizado un análisis de correlación (Spearman). El análisis indica que sí hay una correlación positiva y muy significativa entre el valor de riqueza y el número de especies amenazadas en cada cuadrícula (Tabla 25.8). Es decir, que en aquellas zonas en las que hay muchas especies de vertebrados, también hay muchas especies de vertebrados amenazadas. Esto parece indicar que hay un porcentaje de vertebrados amenazados, aproximadamente un 10%, que se encuentra amenazado, independientemente del tipo de ecosistema o de la región. De esta forma, el nivel de amenaza de los vertebrados en España sería proporcional a su riqueza, y por tanto no se distinguen claramente regiones en las que se exista una mayor amenaza que en otras. Por otra parte también es importante destacar que existe un sesgo en la información debido a que hay zonas en las que se ha hecho un mayor esfuerzo de detección y estudio de los vertebrados, y que como resultado, en dichas zonas se obtiene mayor número de especies, tanto totales como amenazadas.

Tabla 25.8. Correlación de Spearman entre el número de especies de vertebrados amenazados y la riqueza de vertebrados.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
Vertebrados amenazados	11834	12,635	4,602
Riqueza de Vertebrados	11834	107,171	31,930

Matriz de correlación (Spearman):

Variables	Vertebrados amenazados	Riqueza de Vertebrados
Vertebrados amenazados	1	0,683
Riqueza de Vertebrados	0,683	1

p-valores:

Variables	Vertebrados amenazados	Riqueza de Vertebrados
Vertebrados amenazados	0	< 0,0001
Riqueza de Vertebrados	< 0,0001	0

Coefficientes de determinación (Spearman):

Variables	Vertebrados amenazados	Riqueza de Vertebrados
Vertebrados amenazados	1	0,467
Riqueza de Vertebrados	0,467	1

En la misma línea que lo expuesto anteriormente, los mapas que muestran las especies de flora y de invertebrados amenazados (Figuras 25.11 y 25.12) contrastan por la diferencia en la cantidad de los datos con el que muestra el número de vertebrados amenazados (Figura 25.13). Estos mapas muestran claramente que existen muchos más datos referidos a vertebrados que a invertebrados y a flora. Este contraste es el resultado de la diferencia que existe en cuanto a los recursos y esfuerzos que se invierten en la investigación y en mejorar el conocimiento que se tiene de los diferentes grupos taxonómicos. Como otros estudios han puesto de relieve (Martín-López *et al.*, 2011), los vertebrados reciben mucha más atención y recursos económicos que los invertebrados o la flora. En el Inventario Nacional de Biodiversidad se ha realizado trabajo de campo para confirmar la presencia de ciertas especies, pero ni mucho menos todas las especies de invertebrados y de flora vascular, cosa que si ocurre con las especies de vertebrados. En el caso de los invertebrados, se estudiaron 68 especies de artrópodos y moluscos terrestres, aquellas incluidas en la Lista Roja de 2006 en las categorías *En peligro crítico* y *En peligro* (Verdú y Galante, 2009), mientras que hay otras 213 especies en la categoría *Vulnerable* (Verdú, Numa, y Galante, 2011) que no están incluidas en la cartografía disponible del Inventario. En cuanto a las

especies de flora vascular, se considera que un 19% de las especies españolas se encuentran en alguna categoría de amenaza (Lista Roja de flora vascular española, 2010), que suponen 1.571 taxones (Bañares *et al.*, 2010). Pues bien, de ese 19% de especies, todavía faltan por estudiarse más de 600 especies, es decir aproximadamente un 40%. De estas cifras se puede derivar que se ha estudiado rigurosamente menos de un 12% del total de especies de la flora vascular española.

Además, como se ha comentado anteriormente, se produce otro sesgo, ya que el trabajo de campo se ha realizado sólo en las cuadrículas en las que ya se tiene constancia de la presencia de dichas especies o en las cuadrículas contiguas, pero no en todo el territorio, lo que puede conllevar a que regiones que nunca han sido exploradas con el objetivo de detectar a ciertas especies sigan sin ser consideradas con la presencia dichas especies.

La distribución de la flora amenazada es diferente a la de la riqueza de vertebrados (García-Llorente, *et al.*, 2008), y en este caso las provincias con más especies de flora amenazada son las Islas Canarias, y las provincias andaluzas mediterráneas (Málaga, Granada, Almería y Jaén) (Figura 25.11).

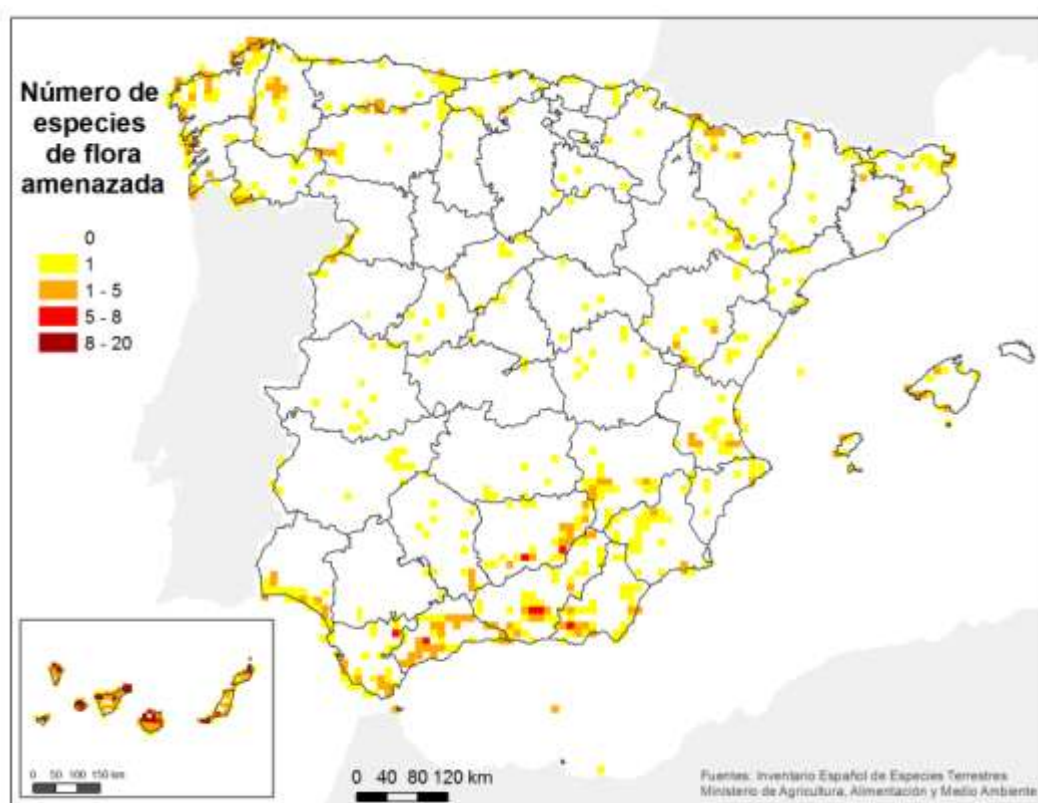


Figura 25.11. Distribución del número de especies de flora que se encuentran amenazadas de extinción.

El número de especies de invertebrados amenazados incluido en el Inventario Español de Especies Terrestres muestra que hay un déficit de muestro muy claro en el contexto estatal, pero destacan la zona de las Sierra de Gredos y de Sierra Nevada (Figura 25.12).



Figura 25.12. Distribución del número de especies de invertebrados que se encuentran amenazados de extinción.

También se ha representado el número total de especies (flora, invertebrados y vertebrados) amenazadas en el territorio Español (Figura 25.13).

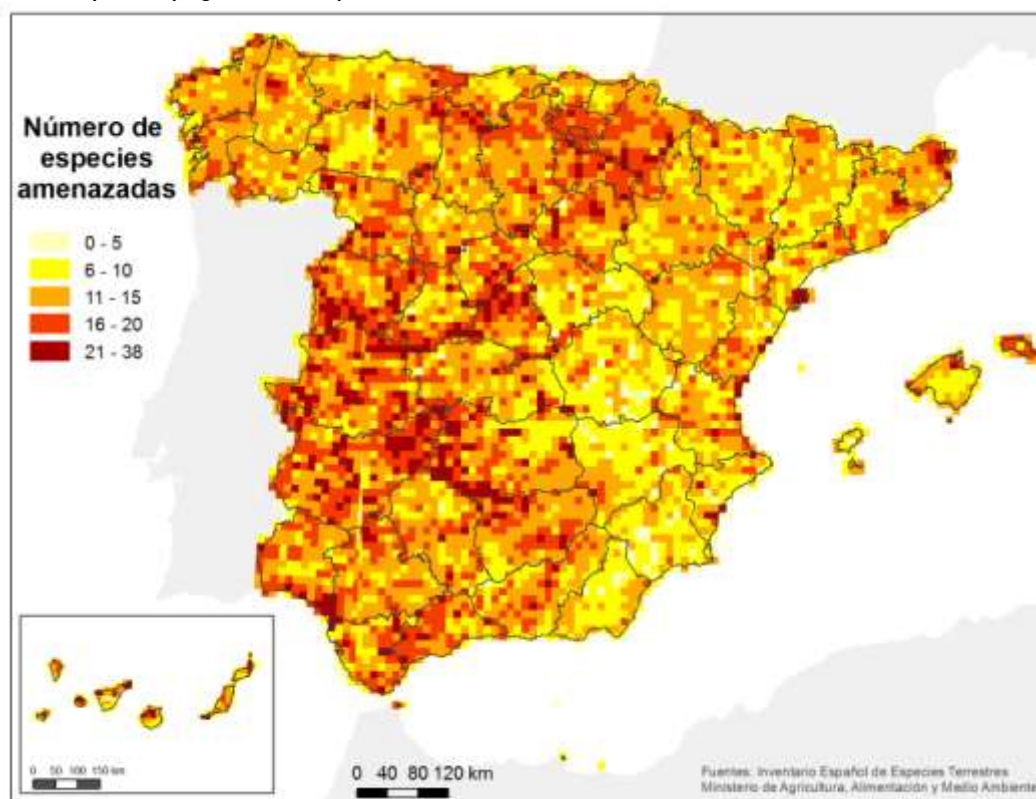


Figura 25.13. Número de especies amenazadas que se han detectado en cada cuadrícula de 5 km X 5 km.

La información presentada anteriormente se ha re-escalado a nivel provincial, con el objetivo de hacer posteriormente un análisis estadístico integrando toda la información recopilada. El País Vasco, La Rioja, Navarra, Madrid y el noreste de Castilla y León forman una gran región con los valores de riqueza de vertebrados más elevados, junto a las provincias de Gerona y Barcelona (Figura 25.14).

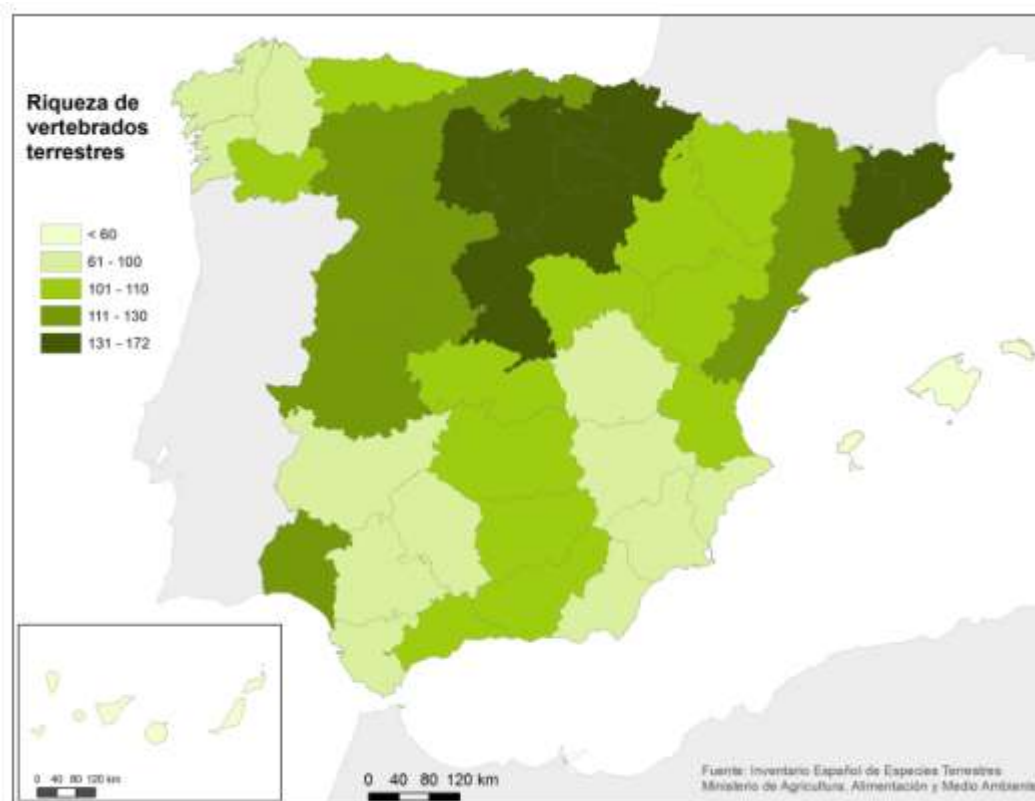


Figura 25.14. Número medio de vertebrados terrestres en las cuadrículas de cada una de las provincias españolas.

Algunas de dichas provincias también reúnen un alto número de especies amenazadas, como son Navarra, La Rioja, Álava, Burgos y Madrid, pero algunas otras provincias no se corresponde, como Guipúzcoa y Vizcaya, Segovia, Palencia, Soria y Gerona y Barcelona (Figura 25.15). En cambio existen varias provincias que sin reunir las mayores medias de riqueza, si reúnen el mayor número de especies amenazadas. Son las provincias de Extremadura, y aquellas ligadas a la Sierra de Gredos (Salamanca y Ávila), a Sierra Morena (Ciudad Real), y a Doñana (Huelva).

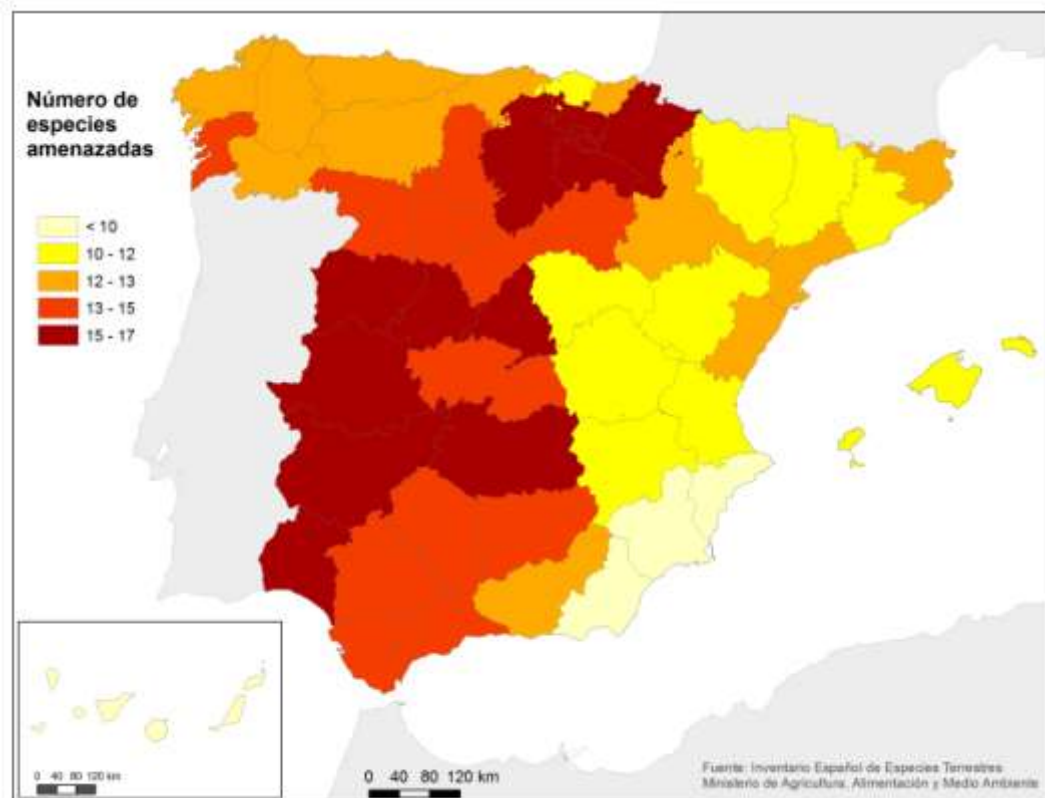


Figura 25.15. Número medio de especies amenazadas en las diferentes provincias Españolas.

3.5. Mapa espacios naturales protegidos

Según los datos de Europac (2009) en España el 12,1% de la superficie terrestre (algo más de 6.1 millones de hectáreas) y cerca del 1% de la superficie marina está protegida con fines de conservación de la naturaleza. Considerando además la Red Natura 2000, la superficie terrestre protegida supera los 14 millones de hectáreas, el 28% del territorio, lo que sitúa a España en el país que más superficie aporta a la red europea. En este informe se ha decidido incluir solo aquellas figuras de protección que tiene una gestión directa por las administraciones públicas españolas agrupadas en tres grandes grupos: parques nacionales, los parques naturales y otras figuras de protección de la naturaleza (Figura 25.16). También se ha obtenido la superficie ocupada por cada espacio natural protegido, y la suma de la superficie española bajo cada una de las categorías de protección ambiental (Tabla 25.9).

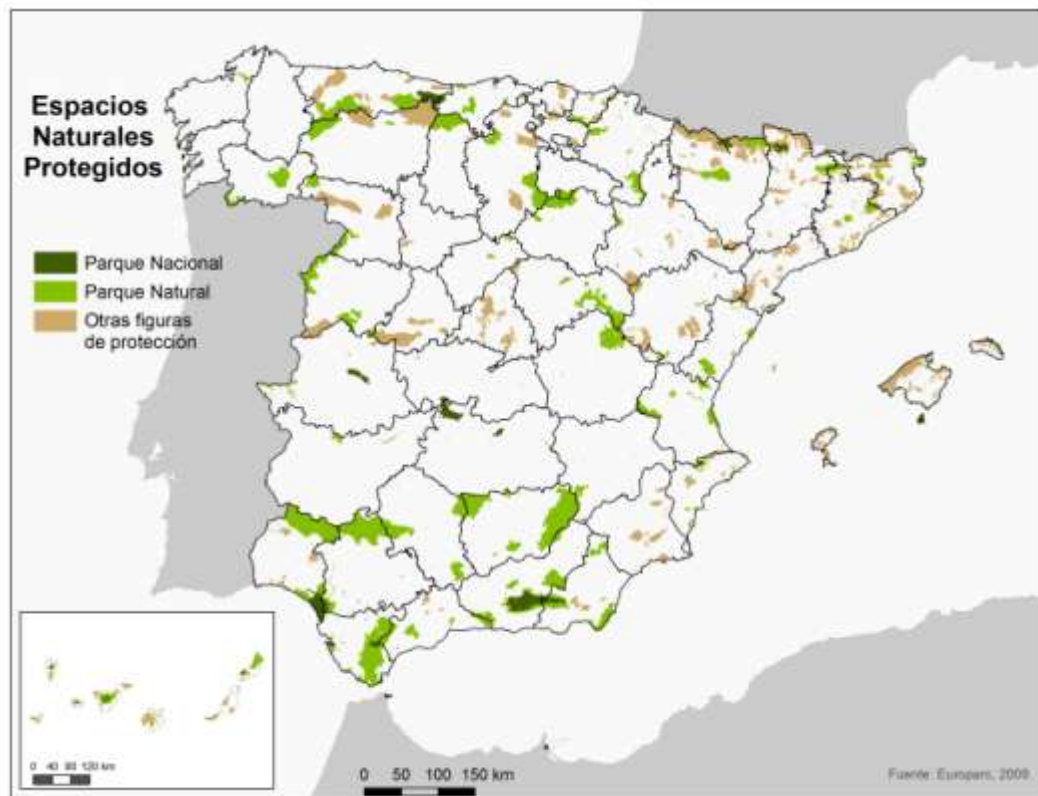


Figura 25.16. Mapa de espacios naturales protegidos de España. (Fuente: Europarc 2009)

Tabla 25.9. Superficie ocupada por cada tipo de figura de protección ambiental.

Figura de protección ambiental	ha	% de la superficie protegida en España	% de la superficie total de España
Parque Nacional	328.207	5%	0,7%
Parque Natural	3.190.393	52%	6,4%
Parque Regional	359.381	6%	0,7%
Reserva Natural	206.498	3%	0,4%
Paraje Natural	73.881	1%	0,1%
Paisaje Protegido	537.519	9%	1,1%
Otras figuras de protección	1.493.315	24%	3,0%
TOTAL	6.189.193	100%	12,4%

3.6. Análisis espacial entre la Biodiversidad y los tipos operativos de Ecosistemas

El bosque mediterráneo continental y la montaña alpina son los ecosistemas que tienen mayor riqueza de vertebrados, y junto con el bosque y matorral esclerófilo son los que tienen también mayor número de vertebrados amenazados (Tabla 25.10 y Figura 25.17). En cambio, los ecosistemas que tienen de media más invertebrados amenazados son los ecosistemas áridos y los urbanos, mientras que los que tienen más especies de flora amenazadas son los ecosistemas litoral, áridos y montaña mediterránea. Se ha calculado también la media por ecosistema del número de especies amenazadas totales (sumando vertebrados, invertebrados y flora), pero los resultados son muy similares a los de vertebrados amenazados, ya que el número de vertebrados amenazados es muy alto comparado con el de invertebrados y flora. Esta disparidad de datos entre los vertebrados y el resto de seres vivos (en este caso invertebrados y flora) parece deberse más a que la sociedad pone más esfuerzo en ellos que a diferencias reales (Martín-López, *et al.* 2011).

Tabla 25.10. Número medio de especies presentes en cada tipo operativo de ecosistema: riqueza de vertebrados, número de vertebrados amenazados, invertebrados amenazados, flora amenazada y la suma de especies amenazadas.

Ecosistemas	Riqueza de Vertebrados	Vertebrados amenazados	Invertebrados amenazados	Flora amenazada	Total amenazadas
Agroecosistema	105,73	12,77	1,17	1,36	13,01
Áridos	79,16	8,96	1,24	1,30	9,61
Bosque atlántico	114,80	12,60	1,15	1,39	12,99
Bosque med. cont.	123,89	12,83	1,19	1,21	13,02
Bosque y matorral escl.	110,27	13,38	1,27	1,45	13,63
Litoral - Terrestre	94,12	11,73	1,10	1,71	12,45
Montaña alpina	122,36	12,84	1,27	1,32	13,15
Montaña mediterránea	117,37	12,41	1,47	1,95	12,97
Urbano	109,73	11,72	1,16	1,52	12,17
TOTAL ESPAÑA	107,17	12,64	1,22	1,50	12,95

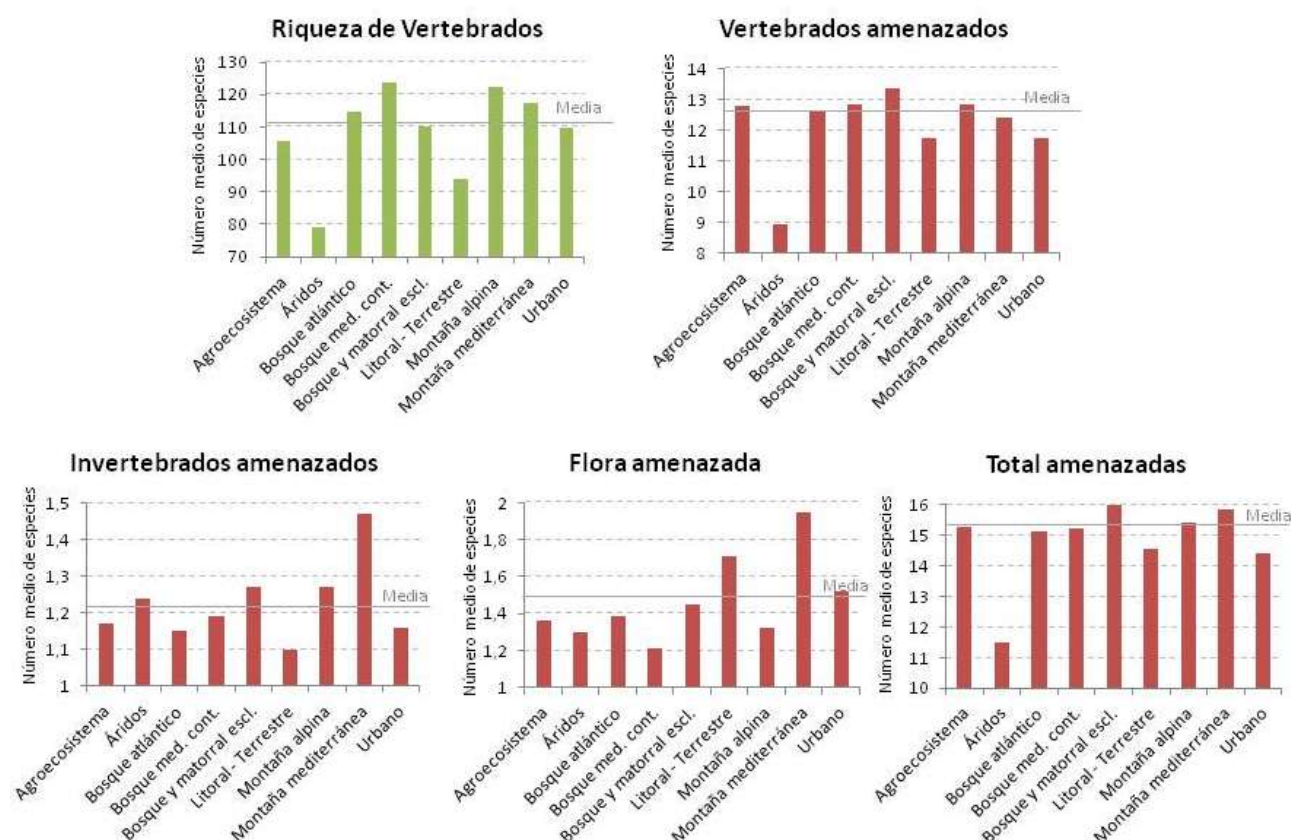


Figura 25.17. Número de especies presentes por cada tipo operativo de ecosistema: riqueza de vertebrados, suma de especies amenazadas, número de vertebrados amenazados, invertebrados amenazados y flora amenazada.

3.7. Relaciones espaciales entre los espacios naturales protegidos y los ecosistemas

La relación espacial entre los espacios naturales protegidos y los tipos operativos de ecosistemas españoles, se muestra en la Tabla 25.11.

Tabla 25.11. Relaciones entre los tipos operativos de ecosistemas terrestres y los espacios naturales protegidos de España.

ECOSISTEMA	Superficie protegida de cada ecosistema (ha)	% de la superficie protegida del total de la superficie protegida de España	% que está protegido respecto a la superficie de cada ecosistema
Agroecosistema	682.336	11%	3%
Áridos	63.168	1%	17%
Bosque atlántico	487.333	8%	15%
Bosque mediterráneo cont.	357.112	6%	17%
Bosque y matorral escl.	2.246.313	37%	13%
Lagos y humedales de int.	51.061	1%	20%
Litoral - Terrestre	422.550	7%	37%
Macaronésico	133.665	2%	70%
Montaña alpina	804.275	13%	56%
Montaña mediterránea	717.550	12%	39%
Urbano	29.901	0,5%	3%
TOTAL	5.995.266	100%	12%

Según esto resultados el bosque y matorral esclerófilo mediterráneo es el tipo operativo de ecosistema que más se protege (37%) en el contexto de la superficie de espacios protegidos en España. En cambio, los agroecosistemas que ocupan un 43% del territorio español sólo el 3% están bajo alguna categoría de protección. También cabe destacar que los ecosistemas montañosos suponen un porcentaje significativo (25%) de la superficie protegida en España. El porcentaje de montaña protegida dentro de la superficie del ecosistema (39% para montaña mediterránea y 56% para montaña alpina) es ligeramente inferior a los datos aportados por Europarc (2009), según los cuales el 73% de la superficie por encima de 1.500 metros de altitud está protegida. Esta diferencia se debe a que el límite de altitud utilizado para delimitar la montaña mediterránea ha sido 1.300 metros de altitud, que es inferior al límite de 1.500 metros utilizado por Europarc. Por lo tanto se puede concluir que hay un porcentaje muy significativo mayor de montaña por encima de 1.500 metros protegida frente a la montaña por encima de 1.300 metros, que no tiene una proporción tan alta de su superficie protegida.

Comparativamente, tipos de ecosistemas que ocupan una extensión reducida como los Macaronésicos, cuya superficie protegida sólo representa el 2% del total de toda España, se encuentran protegidos hasta el 70% de su superficie. Lo mismo ocurre con los lagos y humedales de interior y el litoral terrestre también tienen una superficie protegida más alta que la media (un 20% y un 37%, respectivamente). La proporción de lagos y humedales es inferior que el dato de Europarc (2009) según el cual el 70% de los humedales tienen alguna designación como espacio natural protegido. La diferencia puede deberse a que haya espacios protegidos que no cubren toda la superficie considerada humedal en la clasificación hecha en EME, ya que la categoría de ecosistema "lagos y humedales de interior" también incluye a los grandes embalses, que no fueron considerados humedales por Europarc, y al tener menor protección ambiental, haga bajar el porcentaje de área protegida. Por último también cabe destacar que los ecosistemas urbanos, que sólo tienen protegido un 3% de su extensión (la misma proporción que los agroecosistemas), suponen la menor superficie protegida (cerca de 30.000 ha).

En cuanto a la superficie protegida en las provincias, las que tienen una mayor superficie protegida (en proporción al resto de su territorio) son los archipiélagos, Asturias, Girona y Cádiz (Figura 25.18). Y

destacan tres comunidades autónomas que son las que menos proporción del territorio tienen protegido, que son Galicia, Extremadura y La Rioja.

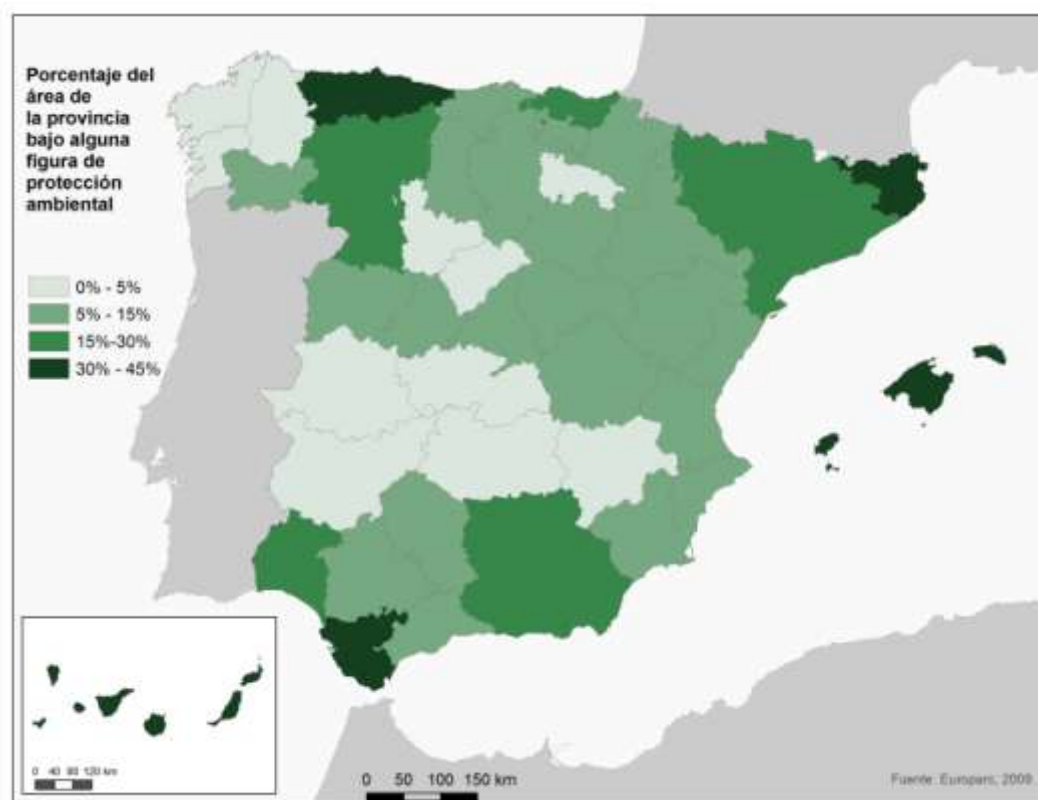


Figura 25.18. Porcentaje del área de cada provincia que está bajo alguna figura de protección ambiental.

Es interesante destacar que las provincias más montañosas son las que tienen más espacios naturales protegidos. La correlación de Spearman da una correlación positiva y significativa al 10% entre las provincias con mayor superficie de montaña y aquellas con mayor superficie protegida (Tabla 25.12 y Figura 25.19).

Tabla 25.12. Estadísticas descriptivas de la correlación de Spearman entre provincias con un alto porcentaje de montaña y un alto porcentaje de superficie protegida.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
% Montañas	47	0,058	0,076
% Área Protegida	47	0,120	0,086

Matriz de correlación (Spearman):

Variables	% Montañas	% Área Protegida
% Montañas	1	0,258
% Área Protegida	0,258	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,1$

p-valores:

Variables	% Montañas	% Área Protegida
% Montañas	0	0,080
% Área Protegida	0,080	0

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación $\alpha=0,1$

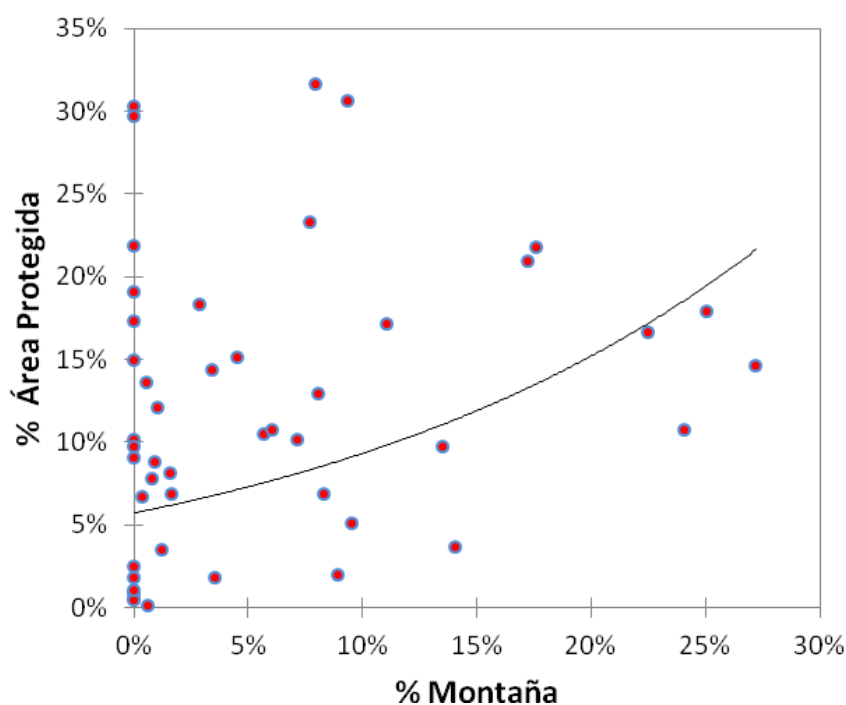


Figura 25.19. Diagrama de dispersión entre el porcentaje de la superficie de cada provincia que es ecosistema de montaña y el porcentaje de la superficie que está bajo alguna figura de protección ambiental.

3.8. Relaciones espaciales entre los espacios naturales protegidos y la Biodiversidad

Por último se ha relacionado espacialmente la información sobre biodiversidad y sobre espacios naturales protegidos (Figuras 25.20 y 25.21).

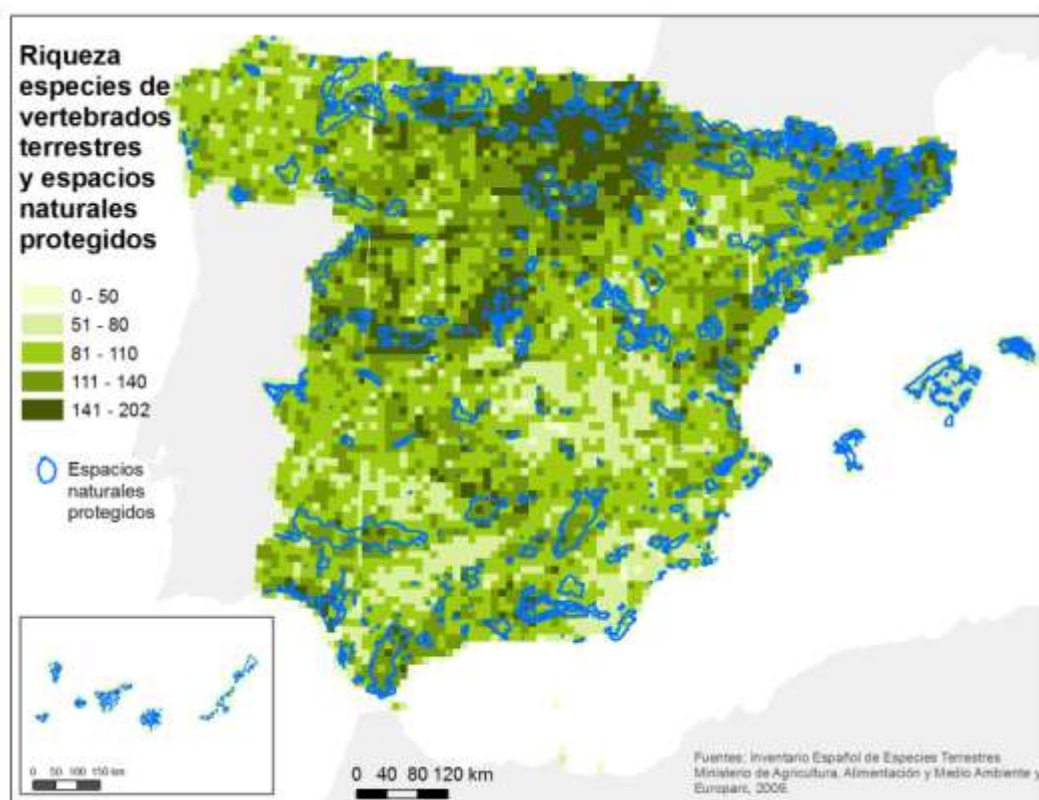


Figura 25.20. Mapa en el que se puede observar la distribución de la riqueza de especies de vertebrados (número de especies en cada celda de 5 km x 5 km) y su relación con los espacios naturales protegidos.

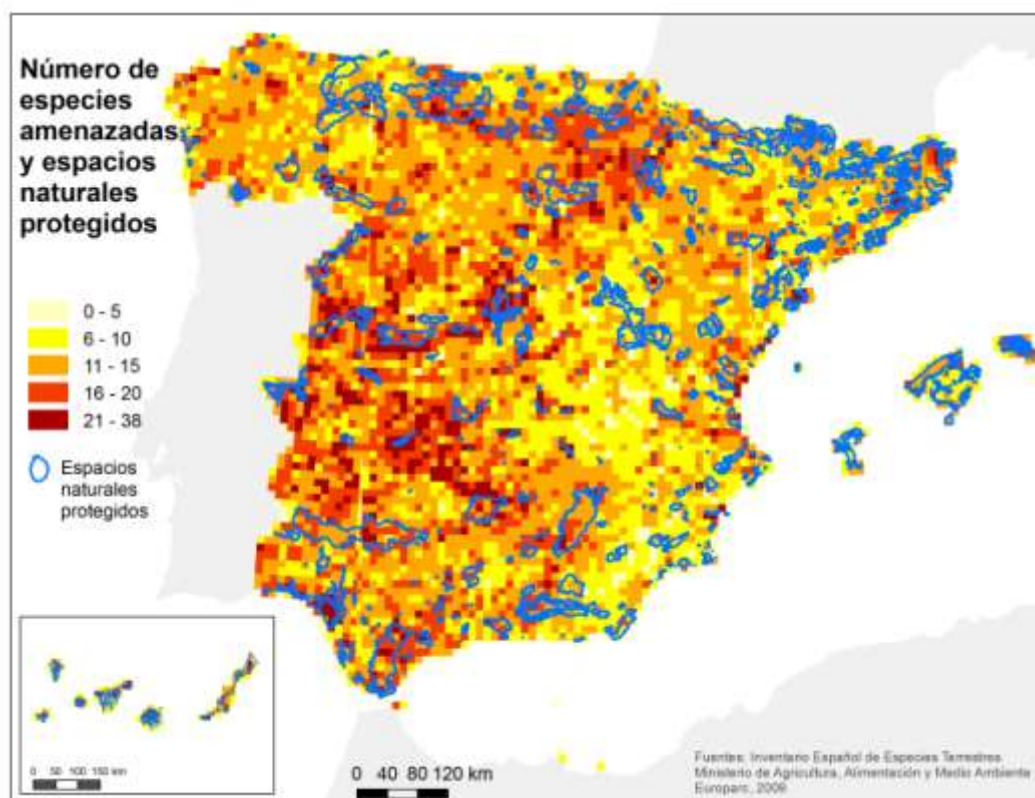


Figura 25.21. Mapa en el que se puede observar la distribución de las especies amenazadas (número de especies en cada celda de 5 km x 5 km) y su relación con los espacios naturales protegidos.

Como se puede observar en la Tabla 25.13, las áreas bajo alguna figura de protección ambiental tienen una media de 116 especies de vertebrados, mientras que aquellas que no coinciden con ninguna figura de protección tienen una media de 107 especies, siendo una diferencia estadística significativa. De la misma forma, el número de especies de vertebrados bajo alguna categoría de amenaza es mayor dentro de los espacios protegidos (14) que fuera de ellos (13), siendo también significativa la diferencia (Tabla 25.14).

Tabla 25.13. Comparación de dos muestras (U de Mann-Whitney) de la riqueza de vertebrados dentro y fuera de espacios protegidos.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
Fuera de espacios protegidos	11826	107,1	31,9
Dentro de espacios protegidos	6944	115,9	35,1
U	33788852,500		
p-valor (bilateral)	< 0,0001		

Tabla 25.14. Comparación de dos muestras (Mann-Whitney) del número de especies amenazadas dentro y fuera de espacios protegidos.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
Fuera de espacios protegidos	11826	12,9	4,7
Dentro de espacios protegidos	6944	13,9	5,2
U	36435353,000		
p-valor (bilateral)	< 0,0001		

Al comparar los datos anteriores con el tipo de figura de protección también resultan diferencias significativas estadísticamente entre ellas tanto para la riqueza de vertebrados como para el número de especies amenazadas (Tabla 25.15 y 25.16). Los Parques Nacionales son los que contienen mayor riqueza de vertebrados (118) y mayor número de especies amenazadas (17), seguidos por los Parques Naturales (117 y 15 respectivamente). Mientras que en las áreas fuera de espacios naturales protegidos tanta la riqueza (107) como las especies amenazadas (13) son significativamente más bajas que en el resto de las figuras de protección.

Tabla 25.15. Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis) de la riqueza de vertebrados según la categoría de protección.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
Riqueza de vertebrados Fuera espacios protegidos	11728	107,0	31,9
Riqueza de vertebrados Otras figuras de protección	4289	115,	36,7
Riqueza de vertebrados Parque Nacional	275	118,2	35,9
Riqueza de vertebrados Parque Natural	2478	117,5	31,6
Prueba de Kruskal-Wallis:			
K (Valor observado)	433,739		
GDL	3		
p-valor (bilateral)	< 0,0001		

Tabla 25.16. Comparación de k muestras (Kruskal-Wallis) del número de especies amenazadas según la categoría de protección.

Variable	Observaciones	Media	Desviación típica
Total amenazados Fuera espacios protegidos	11728	12,9	4,7
Total amenazados Otras figuras de protección	4289	13,4	4,9
Total amenazados Parque Nacional	275	16,6	6,9
Total amenazados Parque Natural	2478	14,7	5,3
Prueba de Kruskal-Wallis:			
K (Valor observado)	325,553		
GDL	3		
p-valor (bilateral)	< 0,0001		

Estos resultados pueden tener varias interpretaciones. Por un lado que los espacios naturales protegidos se han situado geográficamente teniendo la biodiversidad, tanto en relación a indicadores de riqueza y amenaza, como una de las principales variables. Pero también existe la interpretación que la gestión de dichos espacios protegidos no ha conseguido reducir el riesgo de amenaza de dichas especies. Para poder tener una interpretación más clara sobre estos resultados se tendría que incorporar el factor del tiempo, y analizar el impacto que ha tenido la declaración de un espacio protegido en los índices de biodiversidad. Este tipo de análisis se plantean para futuros trabajos científicos a partir de estos resultados.

3.9. Mapas de los impulsores de cambio

En este apartado se han representado dos tipos de información diferentes: 1. Impulsores Directos, por un lado se presentan los resultados de la primera Fase del EME que los expertos de cada tipo operativo de ecosistema evaluaron como los principales impulsores directos de cambio, y por otro también se presentan los análisis específicos que se han elaborado sobre los cambios de usos del suelo utilizando la

información cartográfica disponible. 2. Impulsores Indirectos. Se buscaron y representaron las variables socioeconómicas más importantes según los principales resultados expresados por los expertos consultados para la evaluación de los impulsores indirectos de cambio.

3.10. Mapas de los impulsores directos de cambio, según evaluación de experto en la primera fase de EME

Los cambios en los usos del suelo fueron evaluados en la primera fase del EME como el principal impulsor directo de cambio que han sufrido los ecosistemas de España. Con la excepción de los agroecosistemas y la montaña alpina el resto de ecosistemas evaluaron que el impacto ha sido muy alto (Figura 25.22). Esto se explica porque los agroecosistemas, aunque han sufrido grandes fluctuaciones a lo largo de los años, han mantenido en gran parte su superficie, mientras que los ecosistemas de montaña alpina, la principal explicación es debido a la gran superficie que se encuentra protegida en distintas figuras de protección.

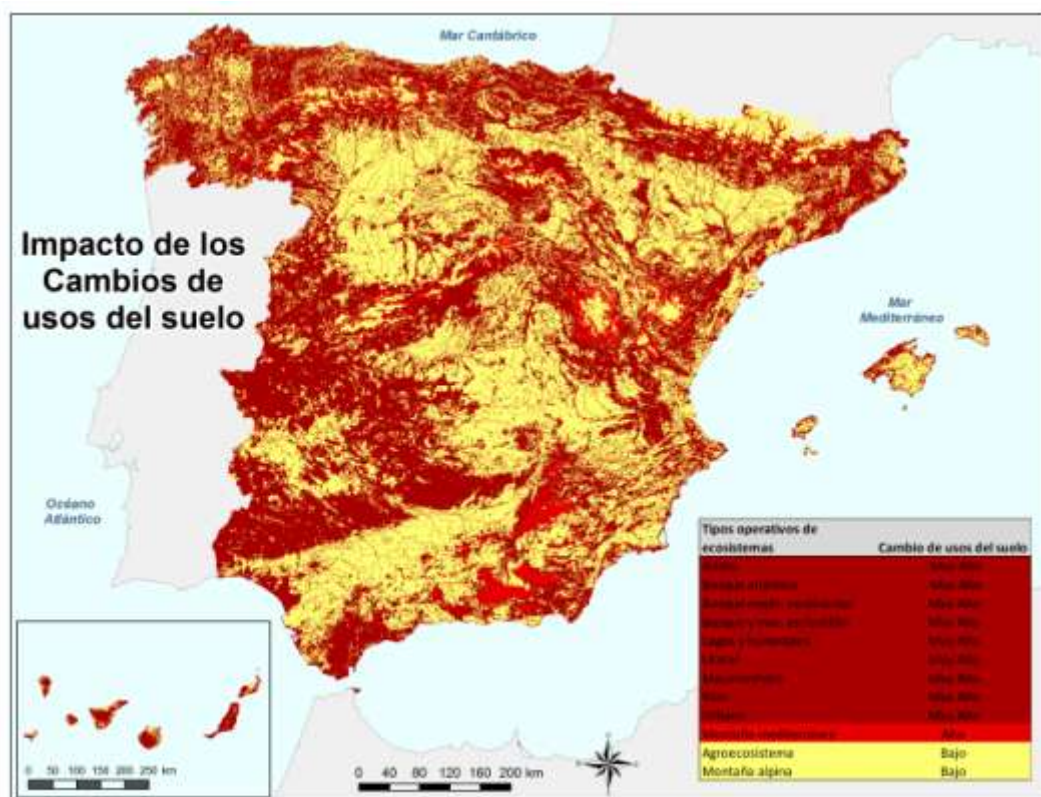


Figura 25.22. Evaluación del impacto de los cambios de usos del suelo en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

Tal y como ya se presentó en los resultados de la primera fase, el cambio climático sólo ha tenido un efecto significativo en los ecosistemas áridos y la montaña mediterránea (Figura 25.23). Esto no quiere decir que de cara al futuro este impulsor de cambio cada vez más pueda ir teniendo un efecto mayor sobre los ecosistemas.

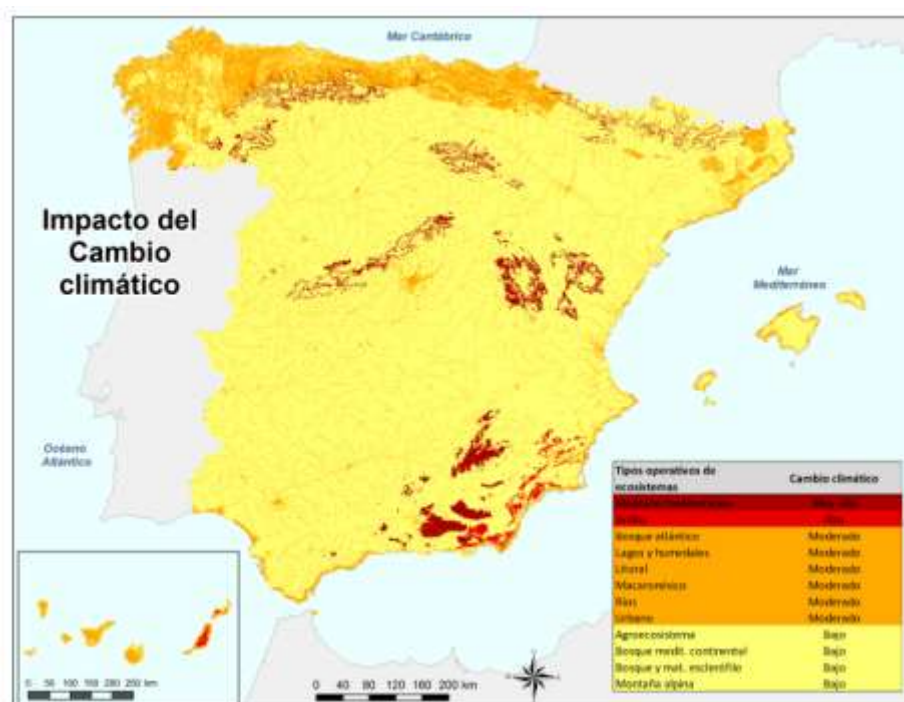


Figura 25.23. Importancia del impacto del cambio climático en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

Las especies de exóticas invasoras fueron principalmente evaluadas por los ecosistemas acuáticos como uno de sus principales impulsores de cambio (Figura 25.24). También cabe destacar que en los bosques atlánticos la introducción de especies forestales de crecimiento rápido fue considerada como uno de las principales transformaciones que han sufrido estos ecosistemas.



Figura 25.24. Impacto de las especies exóticas invasoras en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

La contaminación fue principalmente evaluada como muy alta en los agroecosistemas, zonas urbanas y los lagos y humedales de interior (Figura 25.25). Cabe destacar que principalmente los bosques fueron evaluados con un impacto bajo respecto a estos ecosistemas.

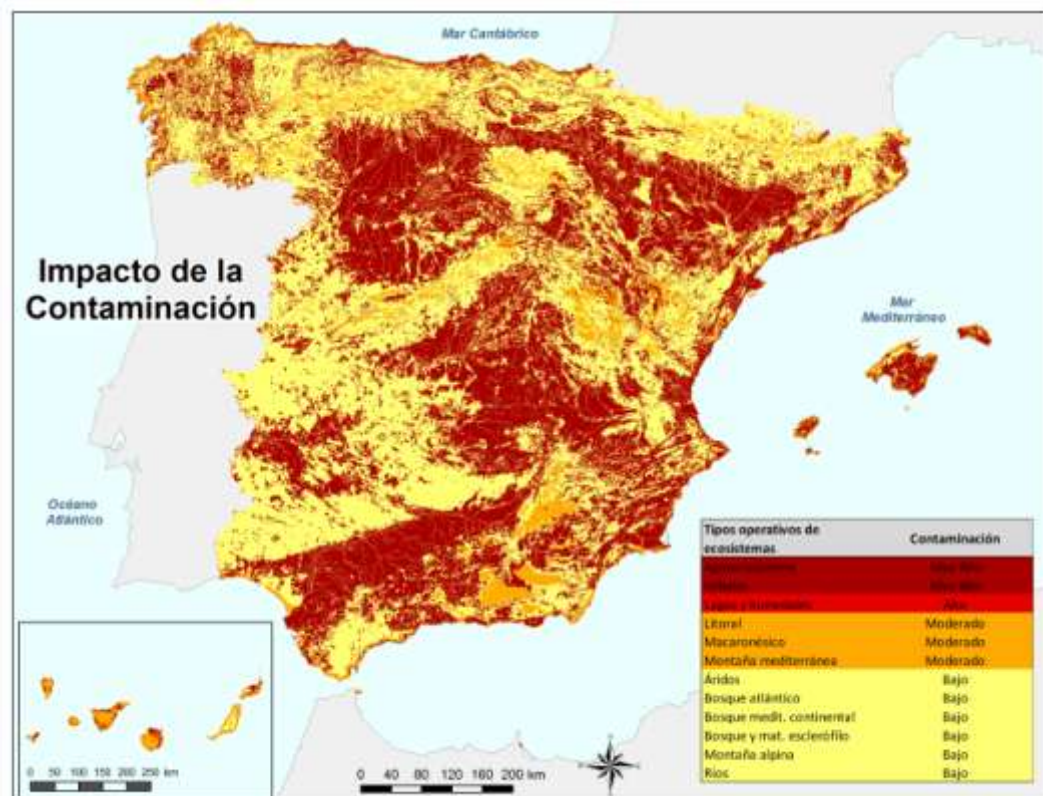


Figura 25.25. Impacto de la contaminación en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

Los impactos producidos por los cambios en los ciclos biogeoquímicos han tenido especial importancia en los agroecosistemas y en los bosques mediterráneos continentales, donde se ha producido gran parte de la actividad humana vinculada a la producción primaria (agricultura y ganadería). Estas transformaciones como se puede observar (Figura 25.26) se han dado en gran parte de la región exceptuando las montañas.

La sobrexplotación de recursos y servicios han estado asociados principalmente a los agroecosistemas, con procesos de agricultura intensiva, a los lagos y humedales, donde se ha aprovechado el agua en muchos lugares de forma insostenible, y en el litoral, donde la gestión del territorio ha producido unas transformaciones importantes en los cambios de usos del suelo (Figura 25.27)



Figura 25.26. Impacto de los cambios en los ciclos biogeoquímicos en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

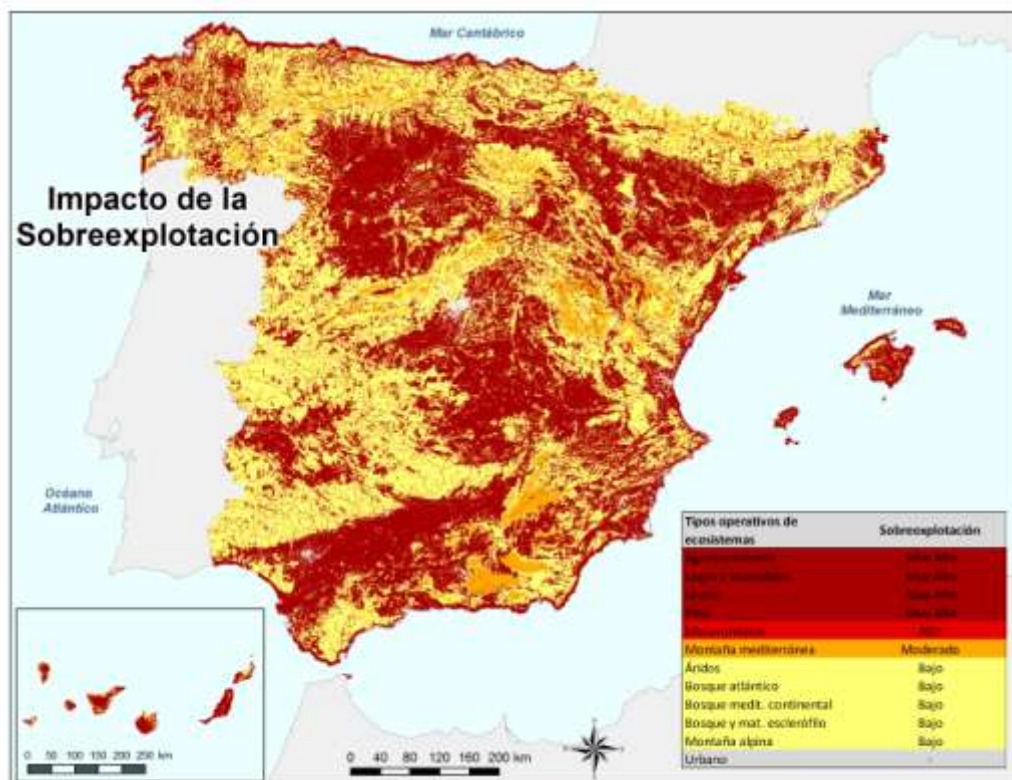


Figura 25.27. Impacto de la sobreexplotación en cada uno de los ecosistemas evaluados en el proyecto EME. Los colores representan el nivel de impacto que evaluaron los expertos de cada ecosistema, en el que la gama de colores rojos representan un impacto alto mientras que los amarillos representan que el impacto ha sido comparativamente menor.

3.11. Mapa con los cambios de intensificación de los usos del suelo

Las Figuras 25.28 y 25.29 muestran el nivel de intensificación en los usos del suelo entre 1990 y 2006. En ellos destacan como las áreas con mayor intensidad de usos del suelo las áreas urbanas, entre las que destacan las de Madrid, Barcelona, Sevilla, Bilbao y el arco mediterráneo. Como áreas con una intensificación media destacan las vegas de los grandes ríos que es donde mayor concentración de cultivos en regadío existe, como las vegas de los ríos Ebro, Guadalquivir, Guadiana, Tajo y Duero. También destacan los arrozales del Guadalquivir, del Guadiana y del Delta del Ebro. También se observan las áreas de regadíos de Almería y Murcia. En un siguiente grupo dominan las áreas dedicadas a cultivos en secano, ocupando gran parte de las dos castillas, Extremadura y gran parte de Andalucía, en torno al Guadalquivir. Por último, las áreas con una intensificación de uso menor se sitúan en las áreas más montañosas y en una franja continua en el norte de España desde Galicia hasta Girona.

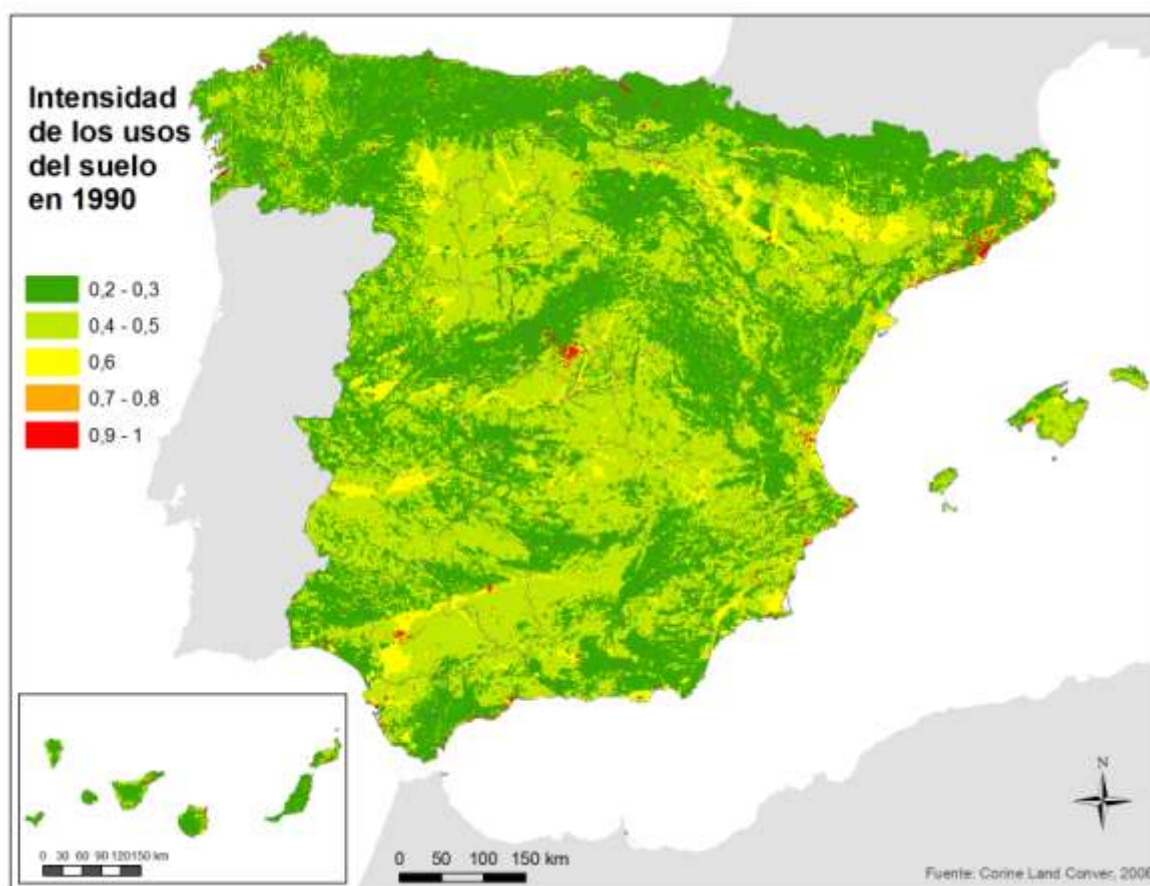


Figura 25.28. Distribución de la intensificación de los usos del suelo en España con una resolución de 1 km x 1 km, con un valor desde 0 (menor intensidad de uso humano, color verde) hasta 1 (la mayor intensidad de uso humano, color rojo).

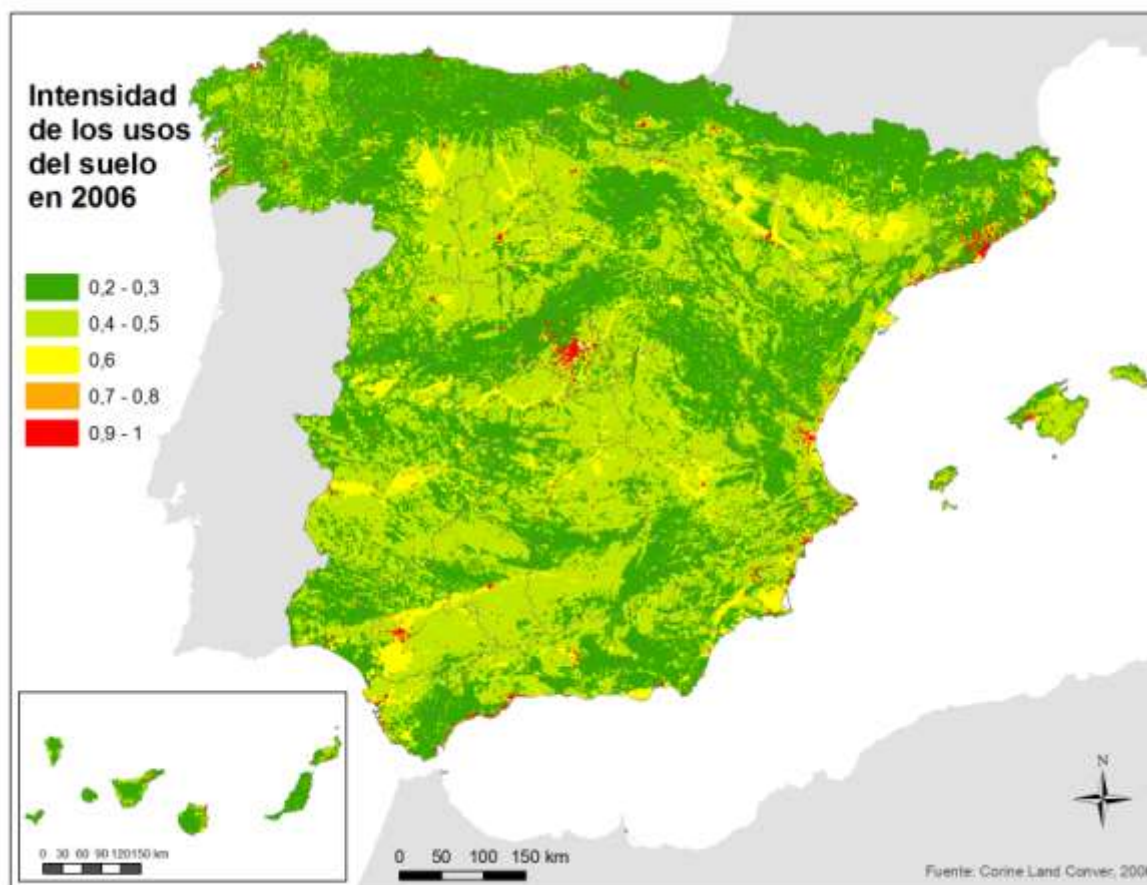


Figura 25.29. Distribución de la Intensificación de los usos del suelo en España con una resolución de 1 km x 1 km, con un valor desde 0 (menor intensidad de uso humano, color verde) hasta 1 (la mayor intensidad de uso humano, color).

En la Figura 25.30 se han representado los cambios en la intensificación de usos del suelo que se han producido en el periodo entre 1990 y 2006. Destacan dos procesos que se han dado de forma paralela: por un lado la artificialización (zonas naranja y roja) y por otra el abandono (zona azul). La artificialización, se ha concentrado en los entornos de Madrid, Sevilla y Barcelona, así como en el arco mediterráneo. Mientras que el abandono rural, suele estar ligada a zonas de cultivos agrícolas, que se ha producido en áreas dispersas, con concentraciones importantes en Extremadura, Valencia, Barcelona y Huesca.

En términos de la cantidad de superficie que se ha sufrido alguna transformación ya sea en términos de intensificación o abandono es muy similar, tal y como se puede observar (Tabla 25.17), reforzando la idea que estos procesos se desarrollan de forma paralela y en órdenes de magnitud similares.

Tabla 25.17. Superficie que ha cambiado la intensidad de usos del suelo entre 1990 y 2006.

Cambio intensidad usos del suelo	ha	%
Intensificación	6.900.138	14%
Sin cambio	35.260.288	73%
Abandono	6.197.624	13%

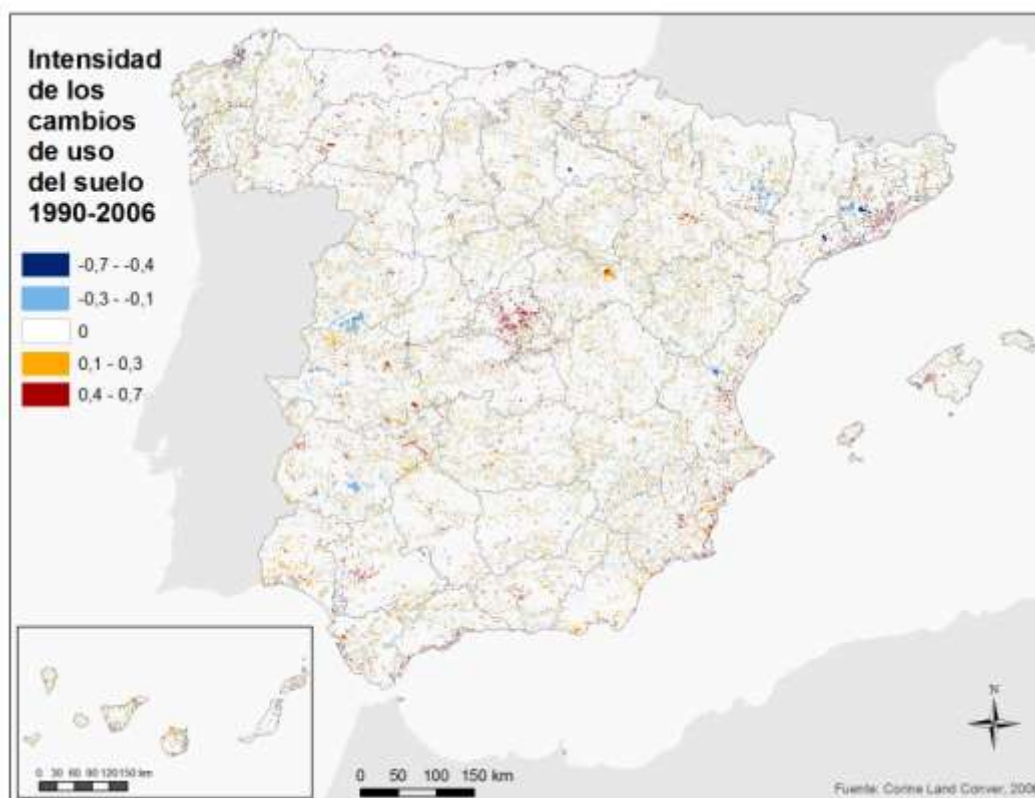


Figura 25.30. Mapa en el que se refleja los procesos de artificialización y abandono que se han producido en España debido al cambio en la intensidad de los usos del suelo entre los años 1990 y 2006.

Posteriormente se ha calculado el porcentaje de cada provincia que se ha intensificado o abandonado y se ha representado en mapas (Figuras 25.31 y 25.32).

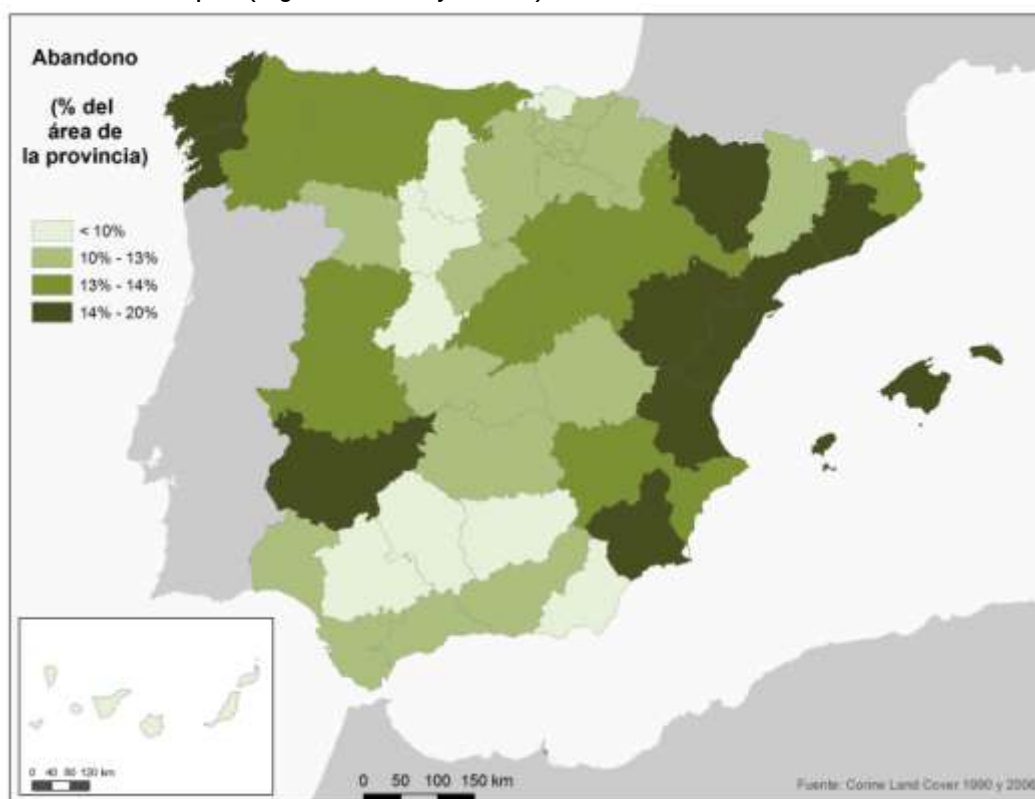


Figura 25.31. Porcentaje de la superficie de cada provincia que ha disminuido su grado de intensificación de uso del suelo, que se ha interpretado como un abandono de los usos del suelo.

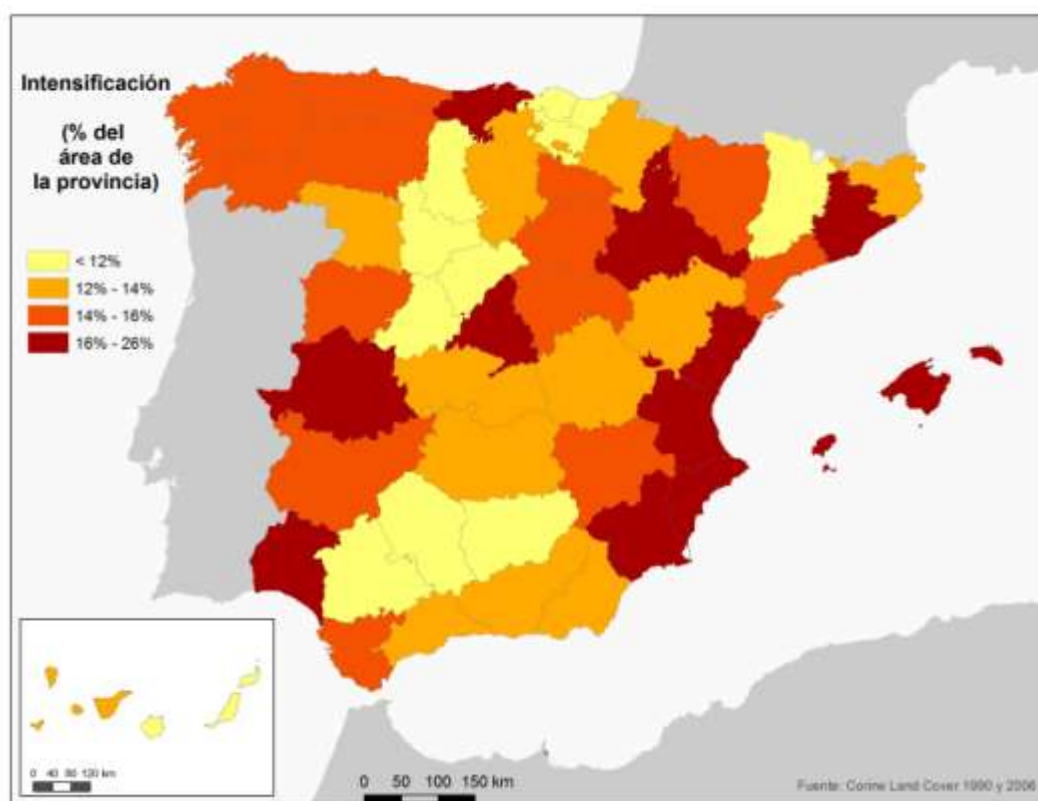


Figura 25.32. Porcentaje de la superficie de cada provincia que ha aumentado su grado de intensificación de uso del suelo.

Se puede apreciar que hay provincias en las que ha coincidido un mayor porcentaje de área tanto intensificada como abandonada (Figura 25.33). Esto viene a apoyar las conclusiones de la primera fase del EME, en las que se apreciaba una intensificación de ciertos usos del suelo, como la urbanización y la intensificación agraria, a la vez que se produce un abandono de ciertos usos agrícolas, especialmente cultivos herbáceos de secano. Además estos resultados parecen indicar que ambos fenómenos se producen dentro de la misma provincia, lo que podría indicar que ambos fenómenos tienden a ocurrir siempre de forma simultánea.

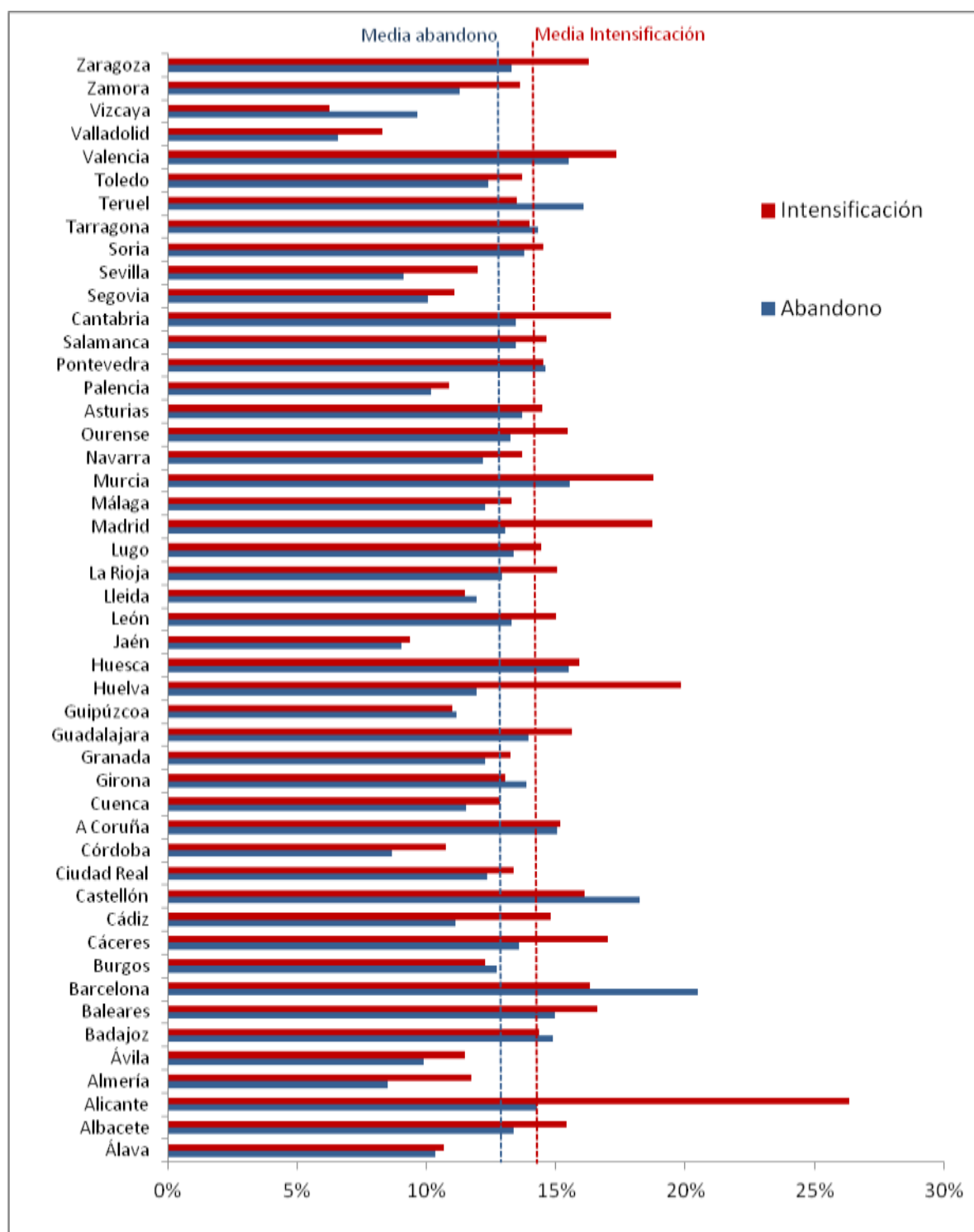


Figura 25.33. Porcentaje del área de cada provincia que se ha visto sujeta a cambios en la intensidad de los usos del suelo, hacia un abandono de la intensidad de uso o hacia una intensificación.

3.12. Impulsores indirectos: Variables socioeconómicas

Con objeto de representar espacialmente las principales conclusiones de los impulsores indirectos evaluados en la primera fase de EME, en la que tanto los aspectos demográficos como económicos fueron identificados como los principales impulsores de cambio que han transformado los ecosistemas de España, se han buscado nuevos indicadores cuantitativos y con información espacial (Producto Interior Bruto y Cambio poblacional) que puedan estos efectos a escala nacional.

En términos demográficos, destaca claramente como en el arco mediterráneo, en Madrid y en el País Vasco ha aumentado la población, mientras que en provincias interiores ha se ha producido un vaciado importante (Figura 25.34).

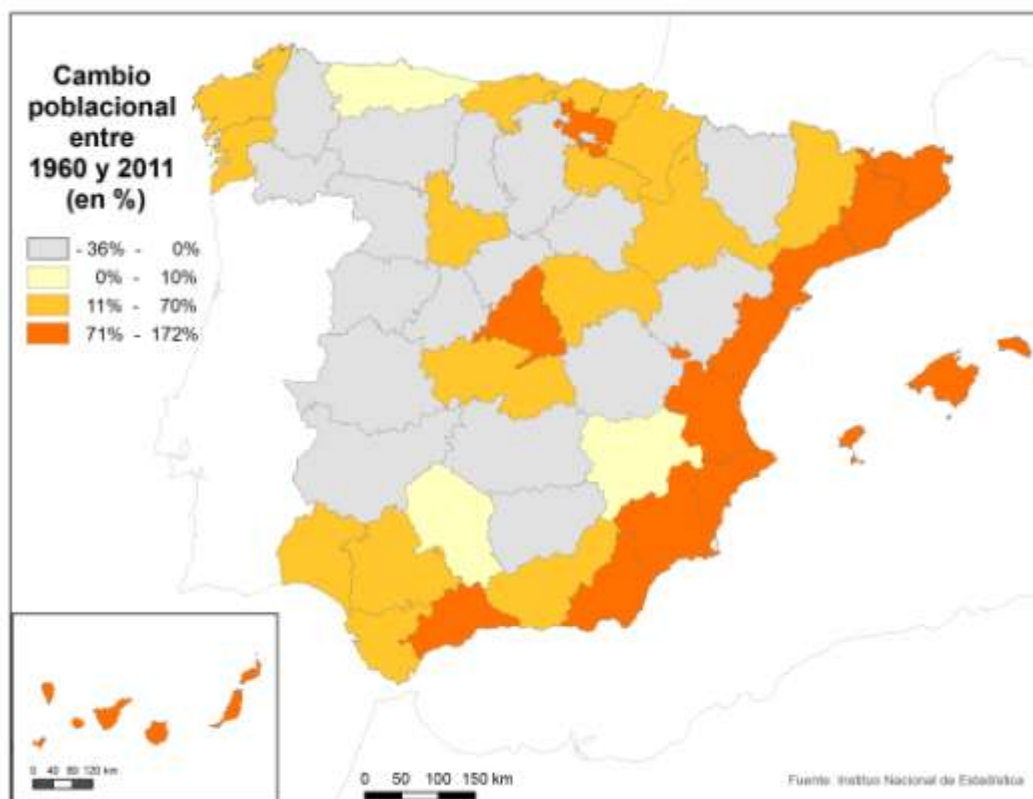


Figura 25.34. Cambio en la población entre los años 1960 y 2011 en la que se observa el proceso de litoralización de incremento de la población y vaciado de las provincias del interior sin influencia de Madrid.

En cuando a los cambios económicos, se ha representado el Producto Interior Bruto (PIB) provincial entre 1995 y 2008, se observa una tendencia similar a los cabios demográficos, según la cual ha aumentado en el litoral mediterráneo y en algunas provincias interiores como Madrid y el País Vasco, mientras que las provincias que han perdido población también son las que menos aumento del PIB se ha producido (Figura 25.35).

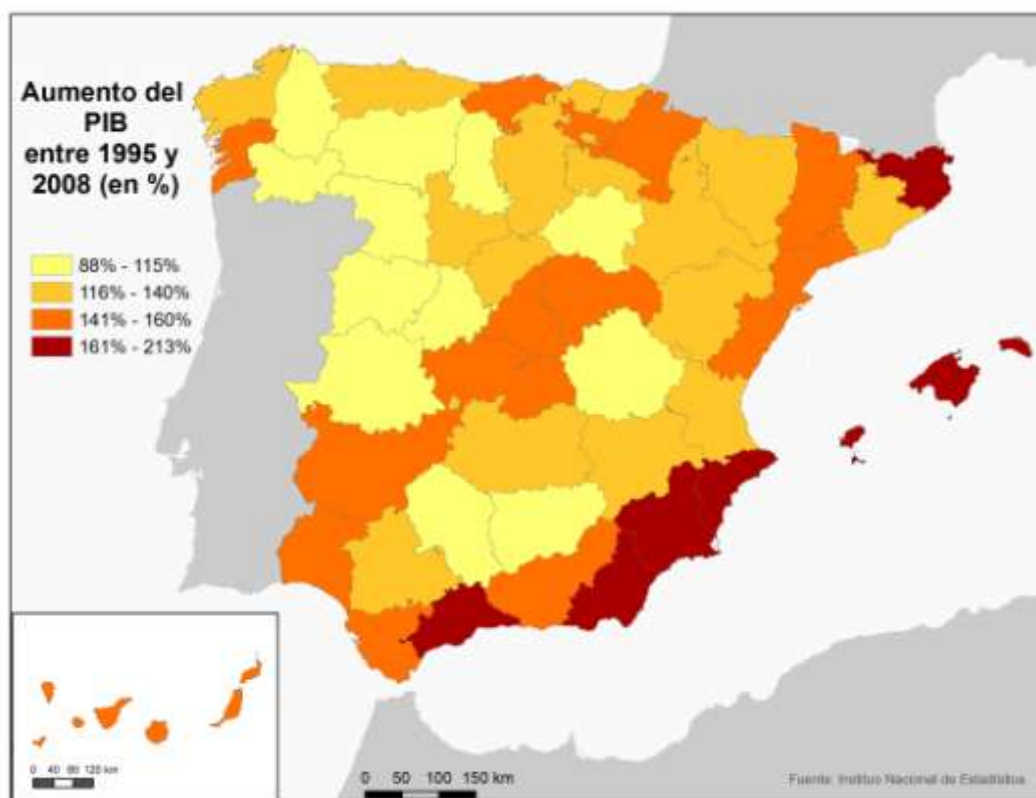


Figura 25.35. Variación del producto interior bruto de cada provincia entre los años 1995 y 2008 (porcentaje de aumento o descenso del valor del PIB con respecto a los valores de 1995).

3.13. Mapas de servicios de los ecosistemas

Igual que en apartado anterior, los servicios de los ecosistemas han sido representados en este informe de dos formas diferentes: 1) a partir de los resultados de la primera fase de EME en la que los mapas representan la tendencia de los servicios de los ecosistemas en España; 2) Utilizando los resultados de los modelos cuantitativos obtenidos a partir de los datos del JRC (Maes *et al.*, 2011) para toda Europa, representando los resultados para España, a nivel de provincia.

3.14. Servicios de los ecosistemas según la evaluación cualitativa de EME

• Servicios de abastecimiento

De forma general se puede observar que los servicios de abastecimiento, tienen una tendencia diferente entre los que tienen un carácter tecnificado, de los que se mantienen con procesos de producción tradicional. El servicio de alimento tradicional muestra una disminución en la cordillera cantábrica, en los ecosistemas litorales y áridos y en las Islas Canarias (Figura 25.36). El servicio de abastecimiento de agua también ha descendido en los ecosistemas litoral, en las Islas Canarias y en los ecosistemas acuáticos de interior (Figura 25.37).



Figura 25.36. Servicio de abastecimiento de alimento tradicional.



Figura 25.37. Servicio de abastecimiento de agua dulce.

En cambio, el servicio de abastecimiento de materias de origen biótico (madera, fibras vegetales, etc.) ha disminuido tanto en los agroecosistemas como en el ecosistema de litoral (Figura 25.38) y el de abastecimiento de materias de origen geótico (sales marinas o continentales) ha disminuido en los ecosistemas litorales, fluviales, áridos y de bosque mediterráneo continental (Figura 25.39).



Figura 25.38. Servicio de abastecimiento de materias de origen biótico.



Figura 25.39. Servicio de abastecimiento de materias de origen geótico.

El servicio de abastecimiento de energía renovable ha descendido en los agroecosistemas y ha aumentado en la franja norte de España además de en las montañas del norte y en el ecosistema macaronésico (Figura 25.40).



Figura 25.40. Servicio de abastecimiento de energía renovable.

El servicio de acervo genético es uno de los que muestra una tendencia más negativa a nivel general en toda la península, aumentando únicamente en la montaña alpina y mostrando un descenso en la mayoría del territorio (Figura 25.41).

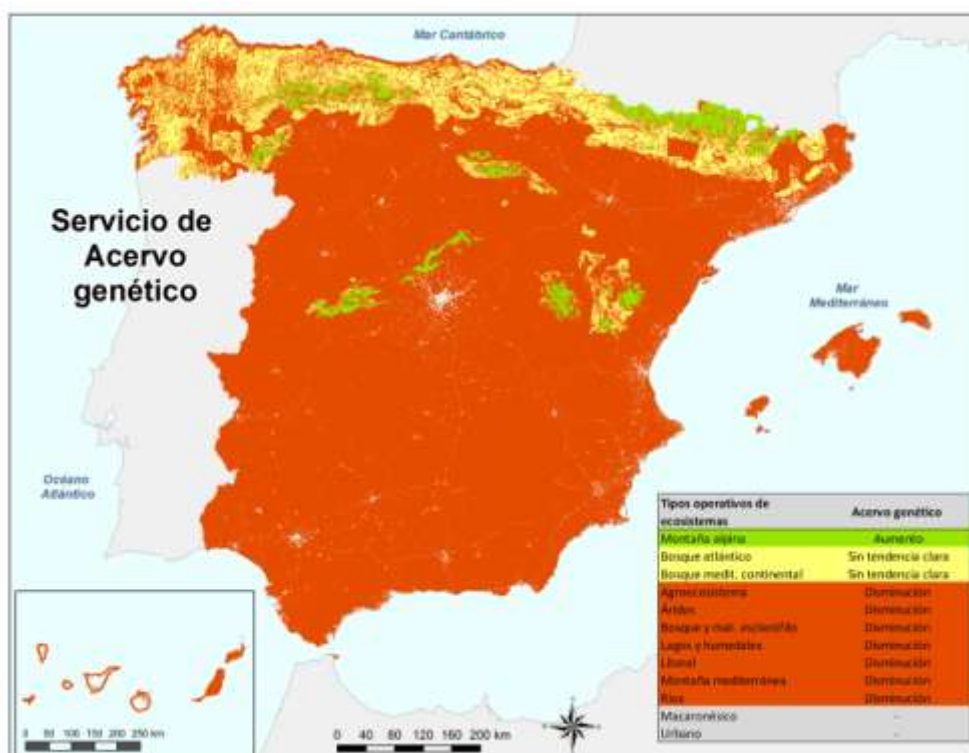


Figura 25.41. Servicio de acervo genético.

El servicio de abastecimiento de Medicinas naturales, sólo fue evaluado positivamente en el ecosistema de Bosque mediterráneo esclerófilo, mientras que en el resto de los ecosistemas o no fue evaluado por falta de información, o fue evaluado negativamente (Figura 25.42).



Figura 25.42. Servicio de abastecimiento de medicinas naturales.

• Servicios de regulación

De forma general, los servicios de regulación asociados a los ecosistemas de Bosques son los únicos que han sido capaces de mantener un flujo sin grandes alteraciones negativas. Los servicios de regulación climática y de calidad del aire muestran un comportamiento diferente. Mientras que la regulación climática empeora en los agroecosistemas y en la montaña mediterránea, el servicio de calidad del aire ha empeorado en los ecosistemas urbanos y de montaña alpina (Figura 25.43 y 25.44). El bosque esclerófilo mejora en ambos servicios, probablemente porque el abandono agrícola y del entorno rural está haciendo que las masas de dichos bosques aumenten su biomasa.

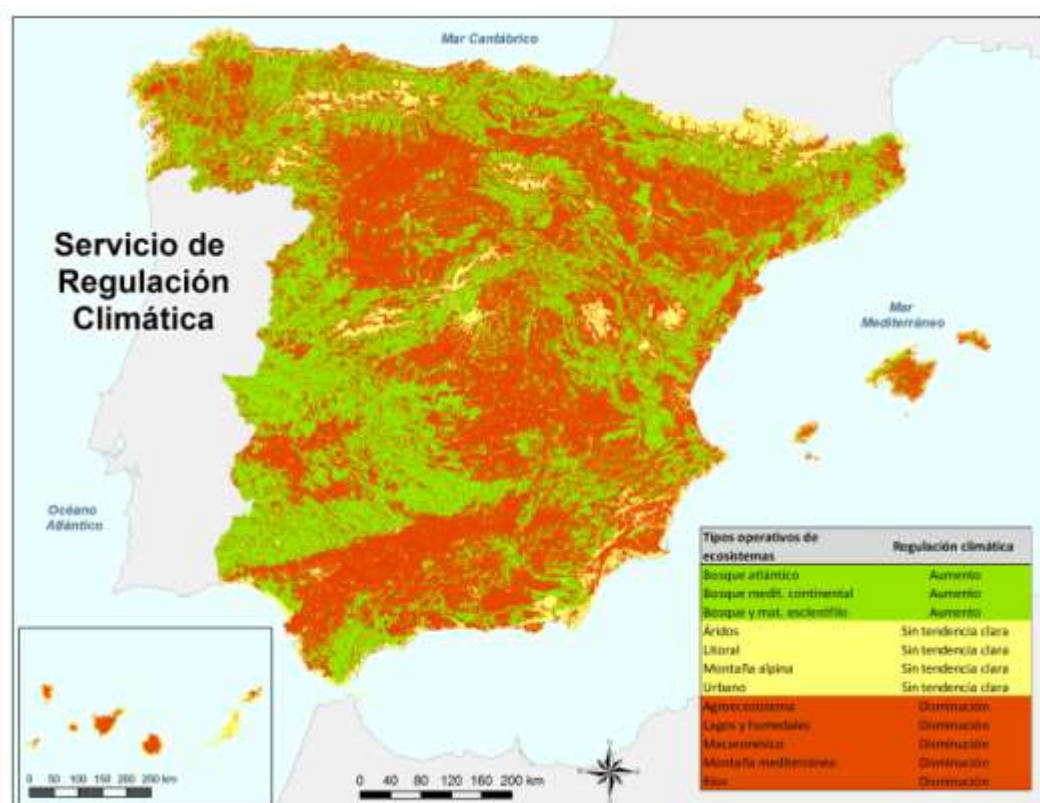


Figura 25.43. Servicio de regulación climática.



Figura 25.44. Servicio de calidad del aire.

El servicio de regulación hídrica ha empeorado en el bosque mediterráneo esclerófilo, en las montañas, en los ríos y en los ecosistemas urbanos, mientras que ha mejorado en los agroecosistemas (Figura 25.45).



Figura 25.45. Servicio de regulación hídrica.

El servicio de fertilidad del suelo ha empeorado en prácticamente toda la Península Ibérica y en las islas, al contrario que la regulación de las perturbaciones naturales, que se ha mantenido sin una tendencia clara en la mayoría de la Península (Figuras 25.46 y 25.47). Hay que tener en cuenta que uno de los ecosistemas más vulnerables ante las perturbaciones, el ecosistema litoral y los ríos, en los que sí ha empeorado su tendencia de regulación de las perturbaciones.

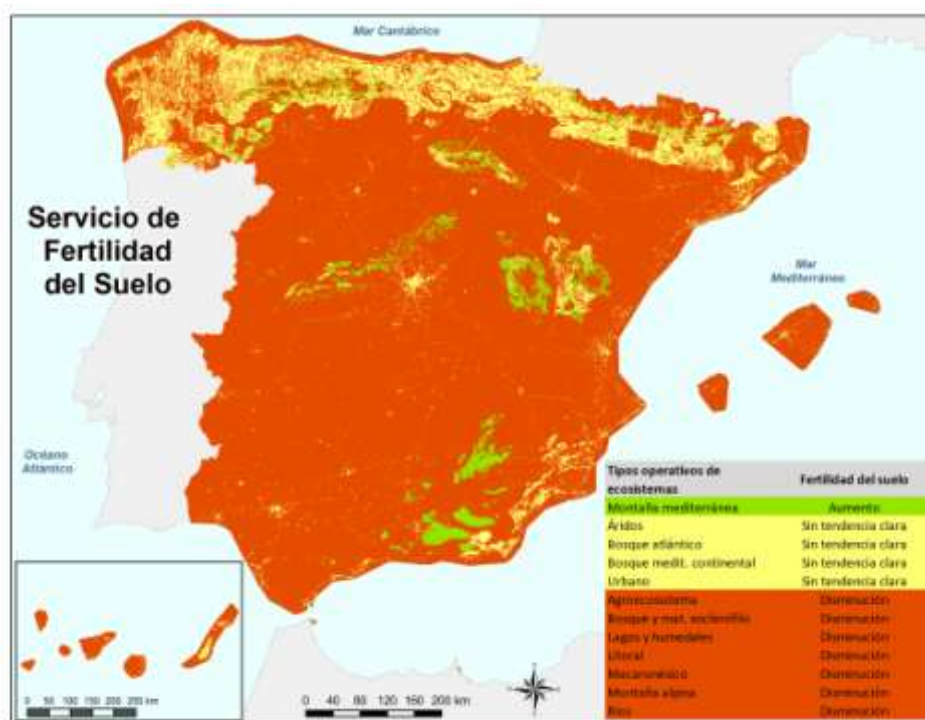


Figura 25.46. Servicio de fertilidad del suelo.



Figura 25.47. Servicio de regulación de perturbaciones naturales.

El servicio de control biológico ha mejorado en los agroecosistemas y ha disminuido en todos los demás, excepto en los bosques y el ecosistema urbano (Figura 25.48).

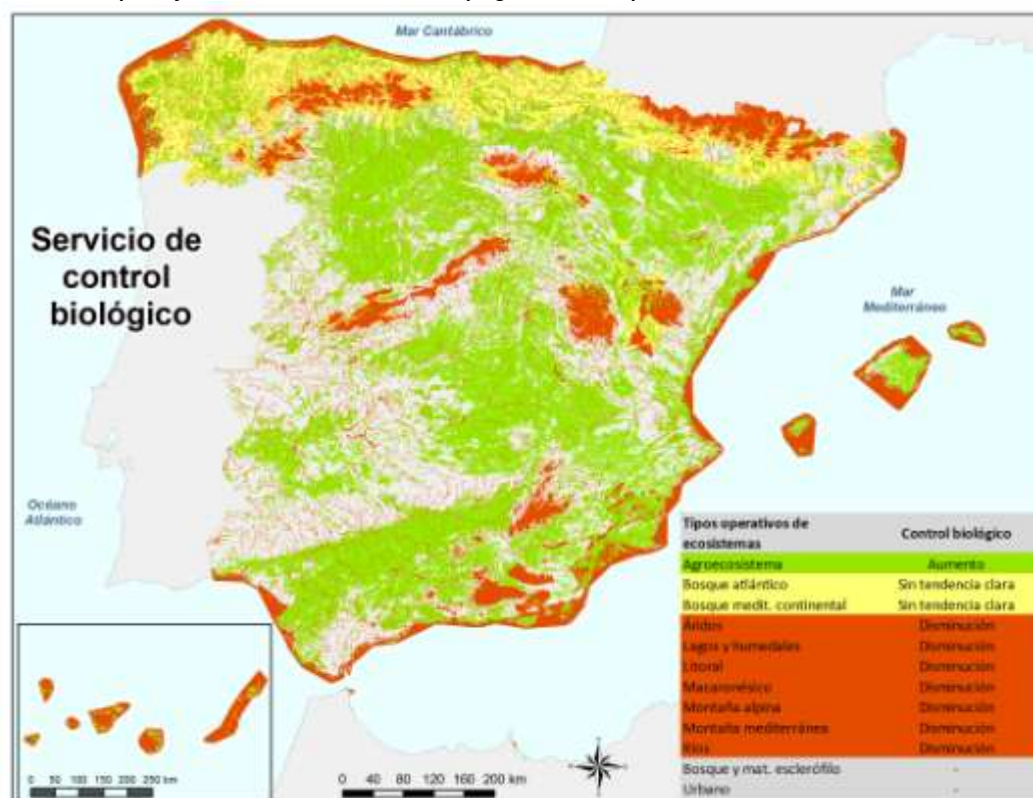


Figura 25.48. Servicio de control biológico.

- Servicios culturales

Los Servicios culturales, en general, han tenido una tendencia más positiva que los de abastecimiento y regulación, sobre todo aquellos que son disfrutados por la población rural. En concreto, el servicio de conocimiento científico no ha empeorado en ningún ecosistema y las actividades recreativas sólo han disminuido en el ecosistema urbano (Figuras 25.49 y 25.50).



Figura 25.49. Servicio cultural de conocimiento científico.



Figura 25.50. Servicio cultural de actividades recreativas.

El servicio de disfrute estético ha empeorado en los ecosistemas urbano, litoral, macaronésico y bosque continental, hecho relacionado con las nuevas construcciones artificiales y el abandono rural (Figura 25.51); mientras que el disfrute espiritual y religioso sólo ha empeorado en los ecosistemas macaronésicos (Figura 25.52).



Figura 25.51. Servicio cultural de disfrute estético.



Figura 25.52. Servicio de disfrute espiritual y religioso.

Los servicios de conocimiento ecológico tradicional e identidad cultural si han tenido una mayor tendencia negativa, siguiendo una tendencia positiva sólo en los ecosistemas urbanos y la identidad cultural en los ecosistemas de montaña, macaronésico y áridos (Figuras 25.53 y 25.54).



Figura 25.53. Servicio cultural de conocimiento ecológico tradicional



Figura 25.54. Servicio de identidad cultural.

El servicio de educación ambiental no se ha visto negativamente afectado en ningún ecosistema, y si lo ha hecho positivamente en ecosistemas ligados a los bosques, montañas, ríos y humedales (Figura 25.55).



Figura 25.55. Servicio de educación ambiental.

3.15. Servicios de los ecosistemas con datos cuantitativos

Debido al carácter cualitativo de la evaluación de expertos realizada en la fase anterior, se ha considerado de interés complementario en este informe muestran con los resultados obtenidos para toda Europa a partir de los trabajos del JRC (Maes *et al.*, 2011), haciendo un “zoom” en sus resultados para España, a escala de provincia. En dicho estudio se diferencia entre la capacidad que los ecosistemas tienen de proveer un determinado servicio (“stock”) y el flujo anual real o uso anual que se obtiene de ese servicio. Por ejemplo, la capacidad del servicio de abastecimiento de madera, sería el total de la masa forestal de un país, mientras que el flujo o uso anual sería la cantidad de madera que se corta cada año.

De esta forma, y siguiendo con el ejemplo, el servicio de producción de madera ha sido cuantificado de dos formas. Por una parte se ha medido la reserva o cantidad de madera que hay en los bosques, destacando el País Vasco y Navarra, como las que tienen mayor reserva, seguida de las provincias del norte peninsular excepto Huesca (Figura 25.56). Sólo Salamanca destaca como la provincia con mayores reservas entre las del resto de España. En cuanto a la producción anual de madera hay un gradiente de mayor producción a menor desde el noroeste hacia el sureste (Figura 25.57).

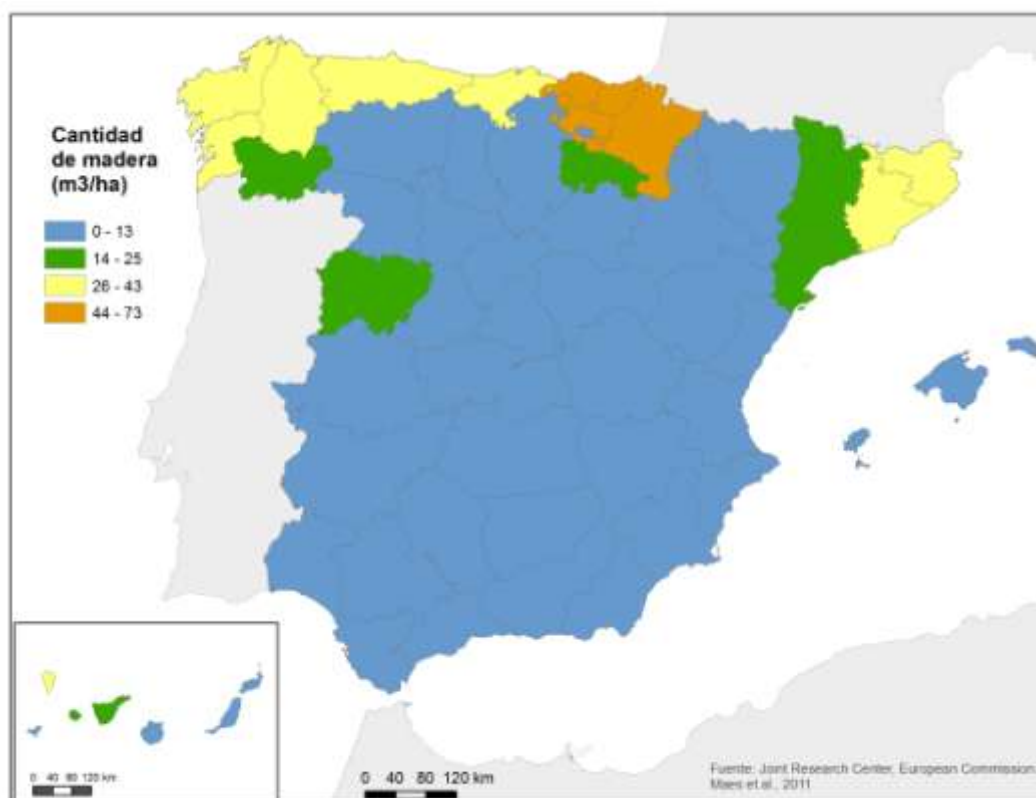


Figura 25.56. Cantidad de madera almacenada “stock” en España (m³/ha)

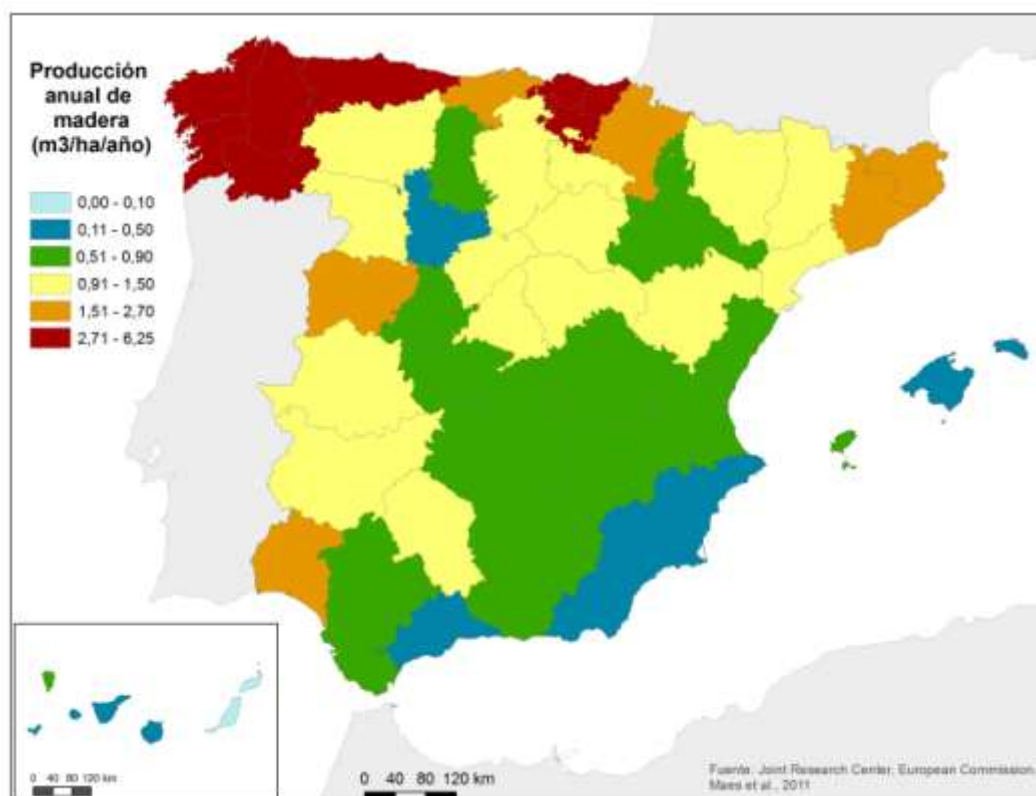


Figura 25.57. Producción anual de madera a nivel de provincia en España (m³/ha/año).

Para estimar los servicios de abastecimiento provenientes de los agroecosistemas (Figura 25.58), tales como granos de cereal, hortalizas, frutas o algodón, se ha cuantificado la superficie de cultivo que hay en cada provincia a partir del Corine Land Cover 2000. Es mayor en provincias del centro peninsular especialmente en las dos Castillas, Andalucía y Aragón.

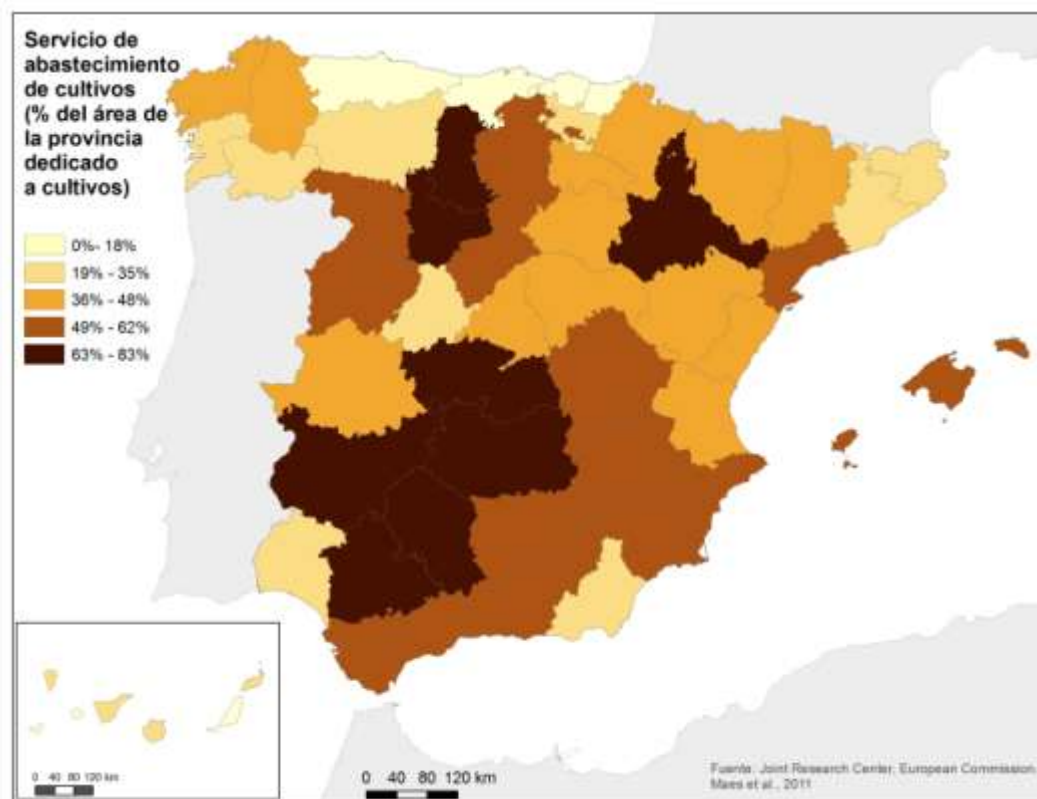


Figura 25.58. Servicio de abastecimiento de cultivos, a partir de la proporción del área que ocupan los cultivos en cada provincia.

El servicio de abastecimiento de productos ganaderos se ha cuantificado a partir de la densidad de cabezas de ganado (bovino, ovino y caprino) que hay en cada provincia. Las provincias de la franja norte de España son las que claramente aportan mayores valores de este servicio (Figura 25.59).

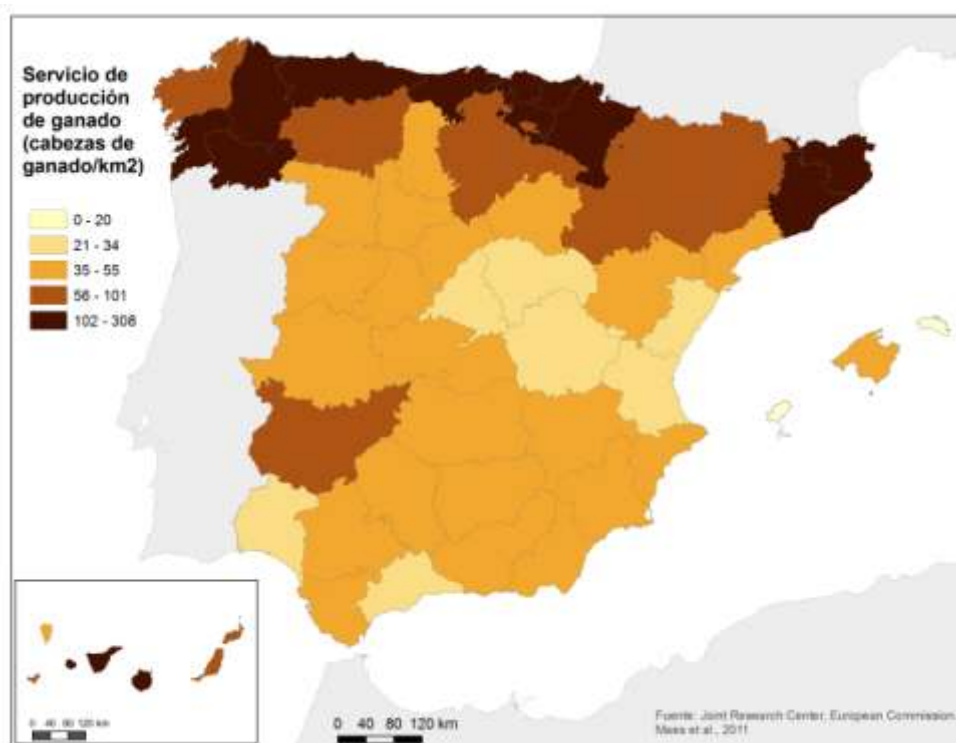


Figura 25.59. Servicio de abastecimiento de ganado (cabezas de ganado/km²).

El servicio de abastecimiento de agua se ha cuantificado a partir del flujo de agua anual de las aguas superficiales, es decir, el flujo de agua que llevan los ríos (Figura 25.60). De esta forma, también destacan las provincias del norte peninsular, que reciben una mayor precipitación anual. Además destacan provincias centrales de las principales cuencas hidrográficas, como por ejemplo las del río Ebro y a las partes medias o bajas de los ríos Tago, Guadiana y Guadalquivir. También queda claro que gran parte del litoral mediterráneo es que menor flujo de agua aporta y sin embargo donde mayores concentraciones de población están albergando.

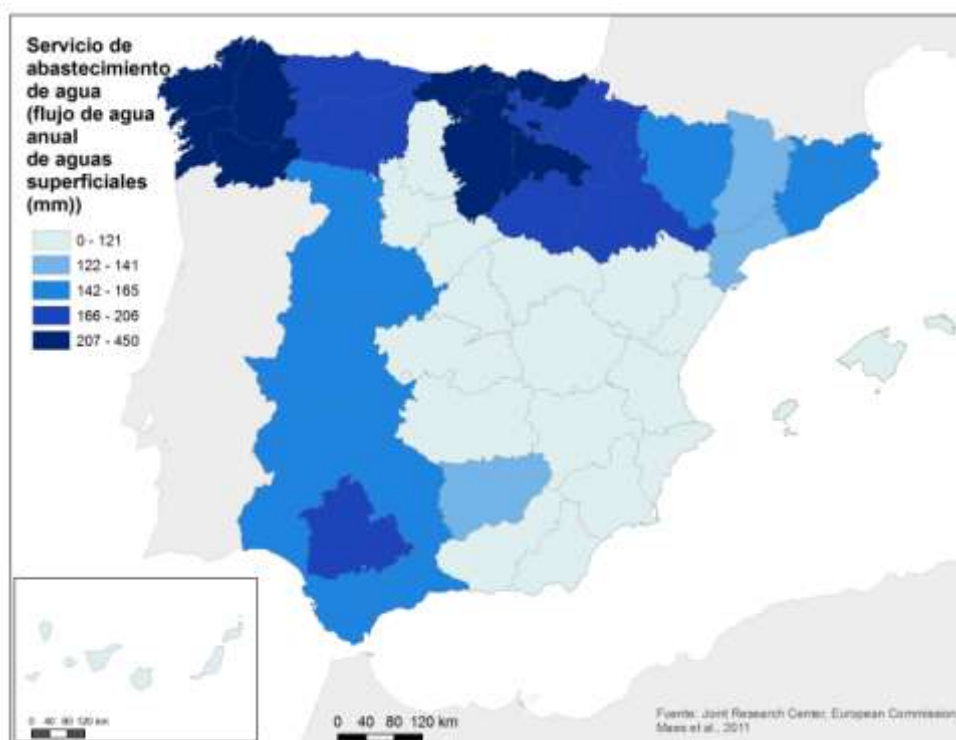


Figura 25.60. Servicio de abastecimiento de agua (mm).

El servicio de regulación hídrica, que es el que se refiere a la influencia de los ecosistemas en el ritmo y la magnitud del flujo del agua y de la recarga de acuíferos está muy relacionado con el servicio de abastecimiento de agua (Figura 25.61). Para simplificar la cuantificación, el servicio de abastecimiento de agua se ha asociado al flujo del agua superficial, y el servicio de regulación se ha asociado a los ecosistemas terrestres que capturan o almacenan agua en su suelo o subsuelo. La capacidad de los ecosistemas para regular el régimen hídrico se cuantificó a partir de la capacidad de los ecosistemas terrestres de almacenar agua, y para ello se utilizó como indicador la infiltración agregada anual del suelo, a partir del modelo MAPPE. La distribución espacial de este servicio está dominada por los valores altos de las provincias del norte, y por los valores más bajos en el centro-sur peninsular y en el arco mediterráneo.

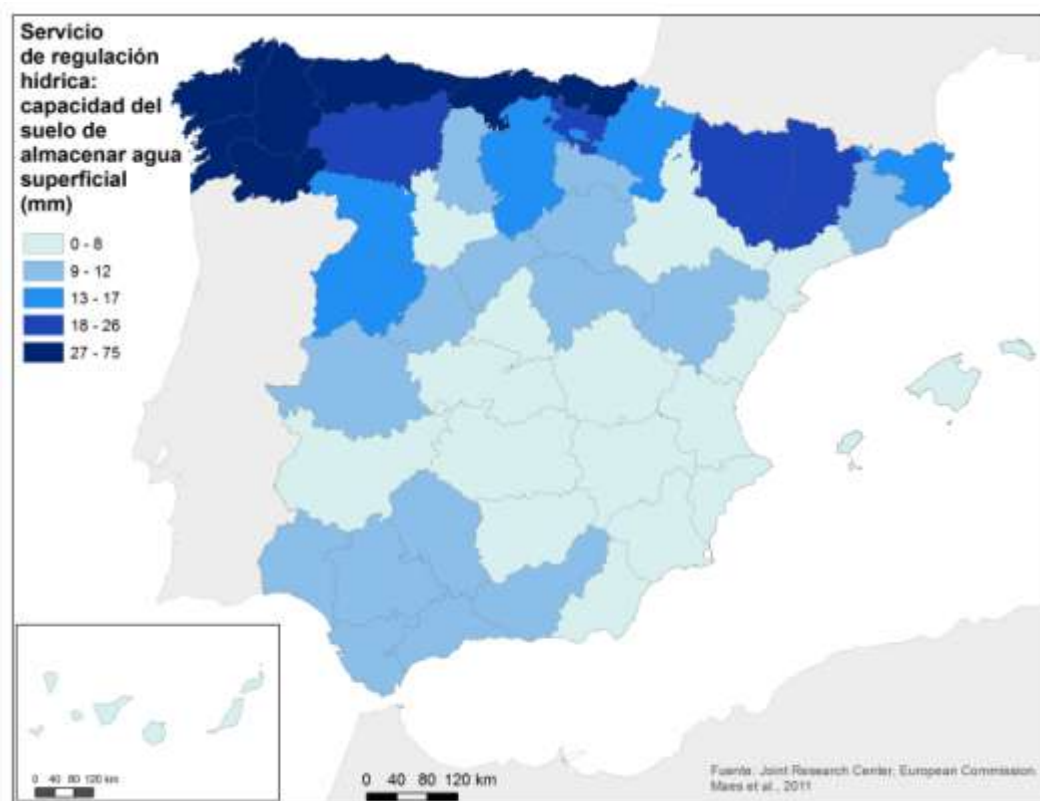


Figura 25.61. Servicio de regulación hídrica: capacidad del suelo para almacenar agua superficial (mm).

El flujo anual del servicio de regulación hídrica se estimó a partir del flujo sub-superficial de agua (Figura 25.62). Tiene una distribución similar al mapa anterior.

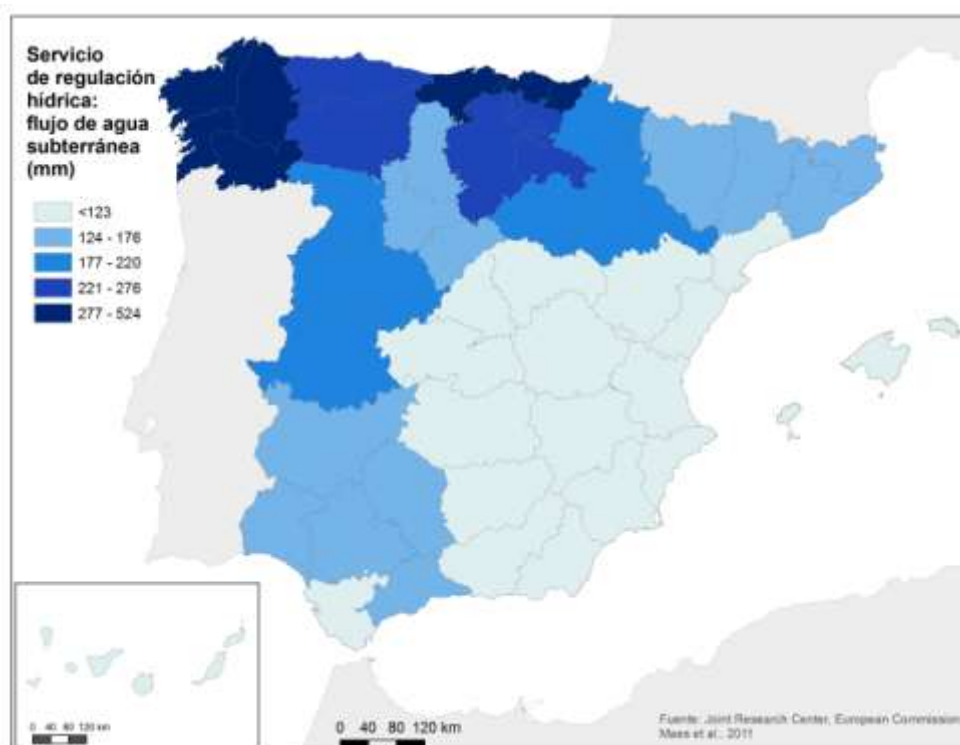


Figura 25.62. Servicio de regulación hídrica: flujo de agua sub-superficial (mm).

Los ecosistemas depuran el agua que a través de la infiltración y de la descomposición de los contaminantes según atraviesan los sedimentos, suelos y subsuelos. Se ha calculado la capacidad de depuración del agua a partir del papel que realizan los ríos y arroyos y sus respectivas cuencas de drenaje en la eliminación del nitrógeno. Los datos cuantitativos se obtuvieron a través de un modelo, con datos climáticos y de las condiciones de contaminación por nitratos. Representa el porcentaje de nitrógeno que entra en los ríos que es depurado. Manifiesta un patrón general, por el cual el servicio es mayor en la parte noreste de la Península va descendiendo hacia el oeste (Figura 25.63).

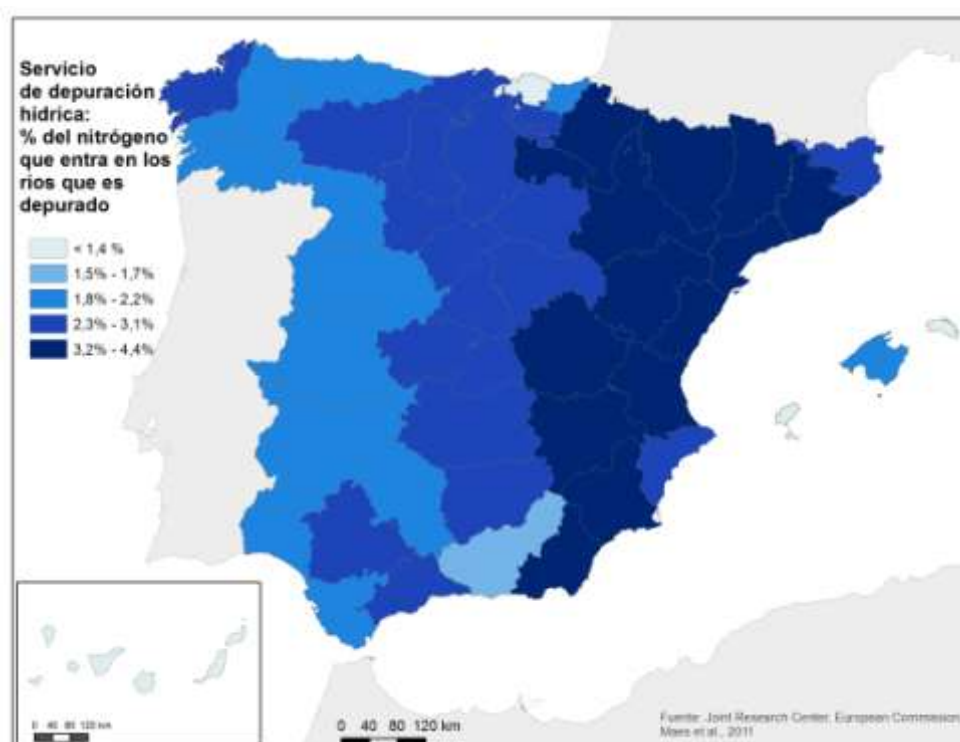


Figura 25.63. Servicio de depuración hídrica: % del nitrógeno que entre en los ríos que es depurado.

El flujo anual del servicio de depuración del agua se ha calculado a partir de la cantidad de nitrógeno depurado en los ríos anualmente, por cada kilómetro de río. Tiene una distribución irregular, siendo mayor en las provincias que tienen los ríos de mayor caudal: Ebro, Duero, Tago y Guadalquivir (Figura 25.64).

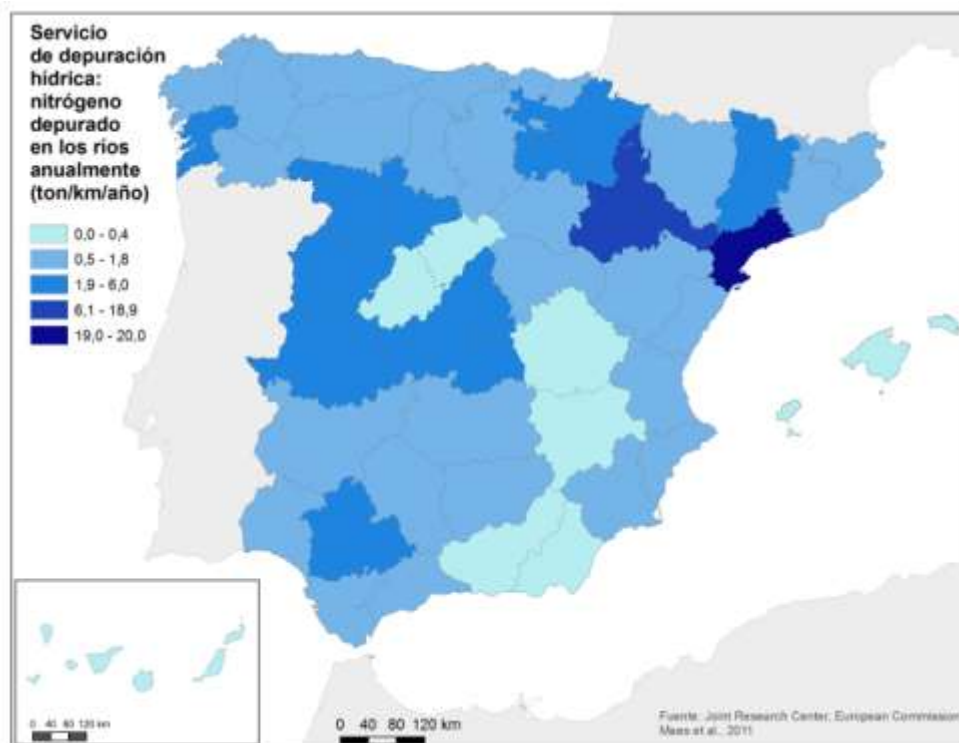


Figura 25.64. Servicio de depuración hídrica: nitrógeno depurado en los ríos anualmente.

El servicio de regulación del clima se ha estimado a partir de las medidas de almacenamiento de carbono aéreo y subterráneo. Como se puede observar es mayor en las provincias del norte peninsular con mayor superficie forestal (Figura 25.65).

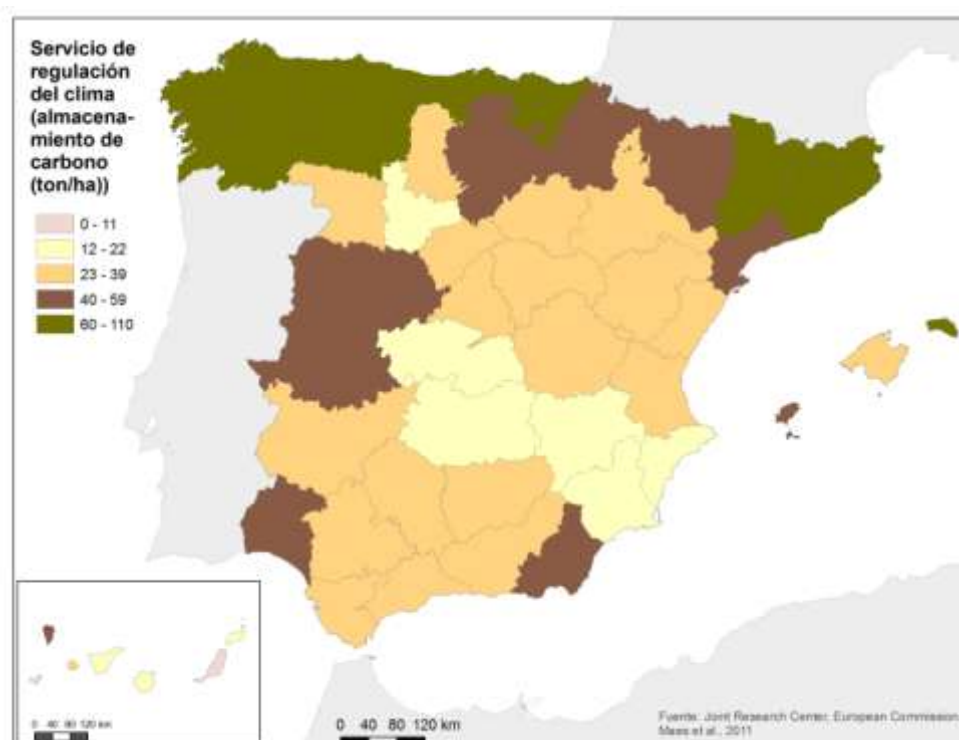


Figura 25.65. Servicio de regulación del clima (almacenamiento de carbono).

El flujo anual del mismo servicio se ha calculado a partir de la productividad acumulada neta anual de los ecosistemas (Figura 25.66). Las provincias del centro de la Península toman valores menores y las del exterior toman valores más altos.

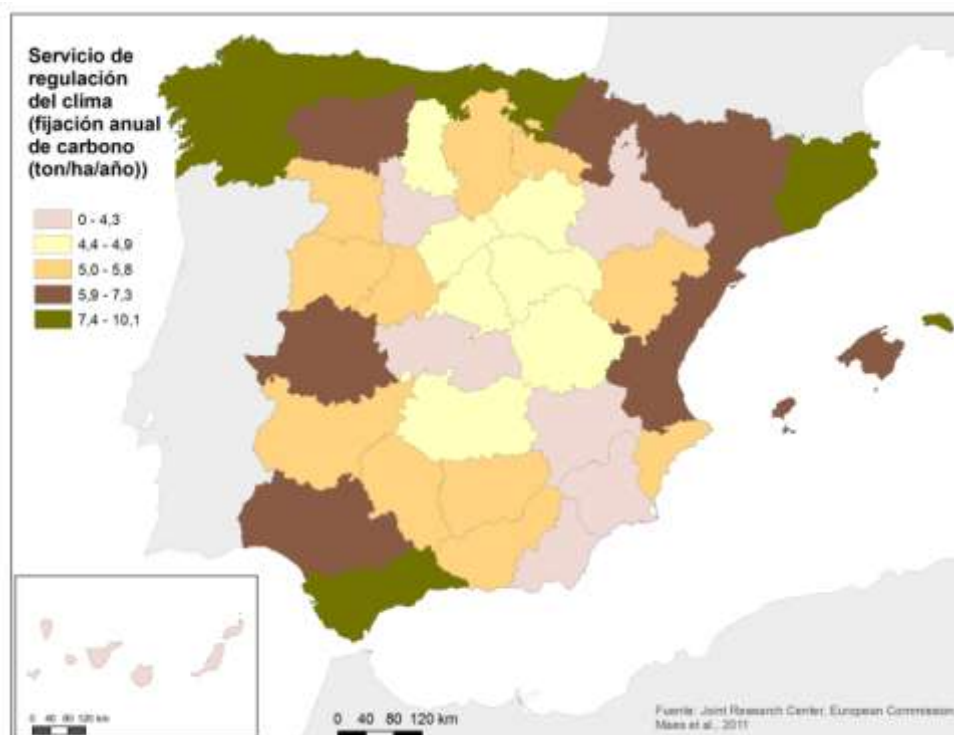


Figura 25.66. Servicio de regulación del clima: productividad acumulada neta anual de los ecosistemas.

El servicio de regulación frente a perturbaciones se ha estimado como la capacidad que tienen los ecosistemas costeros de disminuir las consecuencias negativas que las tormentas tienen en la costa (Figura 25.67). Se ha calculado a partir del área que ocupan ecosistemas costeros naturales, como las dunas o humedales costeros, en relación con la superficie del resto de la provincia. Se ha hecho a partir de los datos del Corine Land Cover 2000.

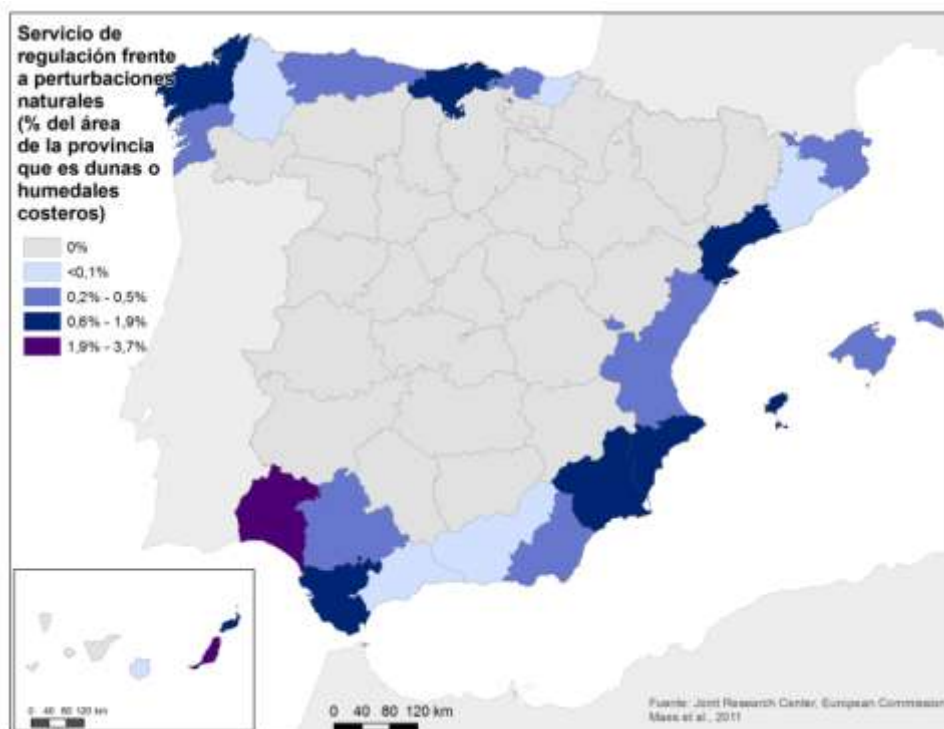


Figura 25.67. Servicio de regulación frente a perturbaciones para disminuir las consecuencias negativas que las tormentas tienen en la costa.

El servicio de control de la erosión se ha cuantificado a través de un indicador que relaciona las áreas con vegetación natural (obtenidas del CLC 2000) y las áreas con riesgo de erosión alto: superficie de vegetación natural / superficie con riesgo de erosión. Queda claro que la mayoría de las provincias de la Península tienen un alto riesgo de erosión (Figura 25.68).

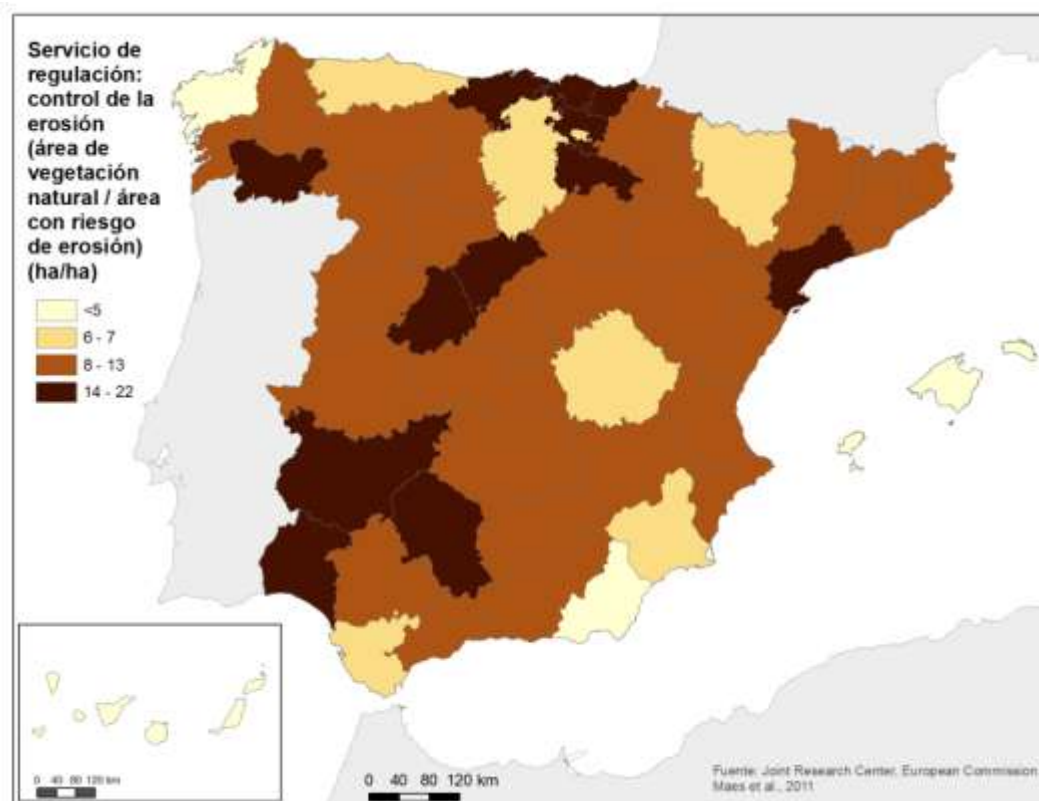


Figura 25.68. Servicio de regulación de control de la erosión, utilizando como indicador los resultados de un modelo que relaciona las áreas con vegetación natural y las zonas con alto riesgo de erosión.

Para calcular el servicio regulación de la calidad del aire se ha cuantificado la captura y eliminación de la contaminación del aire que realizan las áreas naturales que están a menos de 3 kilómetros de áreas artificiales (según los mapas del CLC 2000). Para conocer la capacidad de regular la calidad del aire se ha utilizado un modelo que calcula la velocidad de deposición de los contaminantes. Es mayor en la franja norte de la Península Ibérica (Figura 25.69).

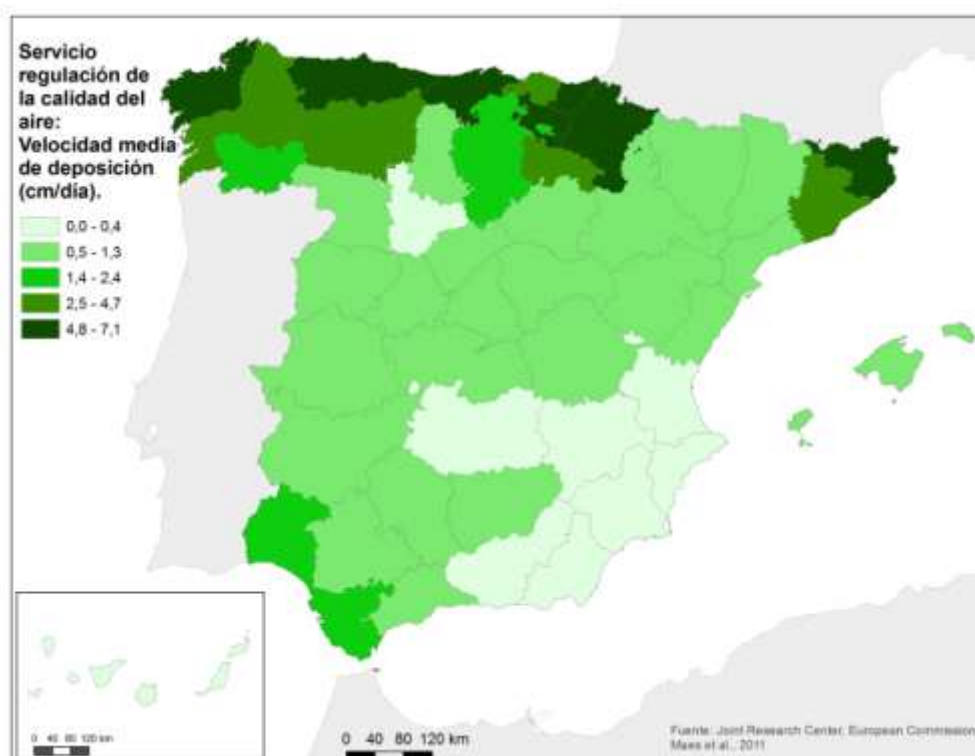


Figura 25.69. Servicio regulación de la calidad del aire: Velocidad media de deposición (cm/día).

Para obtener el flujo anual del servicio, además de la velocidad de deposición de los contaminantes se ha tenido en cuenta la concentración anual de contaminantes, y a partir de ambos datos se ha calculado la velocidad de deposición seca de dichos contaminantes. En el mapa de la Figura 25.70 se ha representado la depuración del NO_x de áreas urbanas que realiza la vegetación (kg/ha). Al igual que en el caso de la capacidad de depuración, la franja norte de España concentra mayores valores.

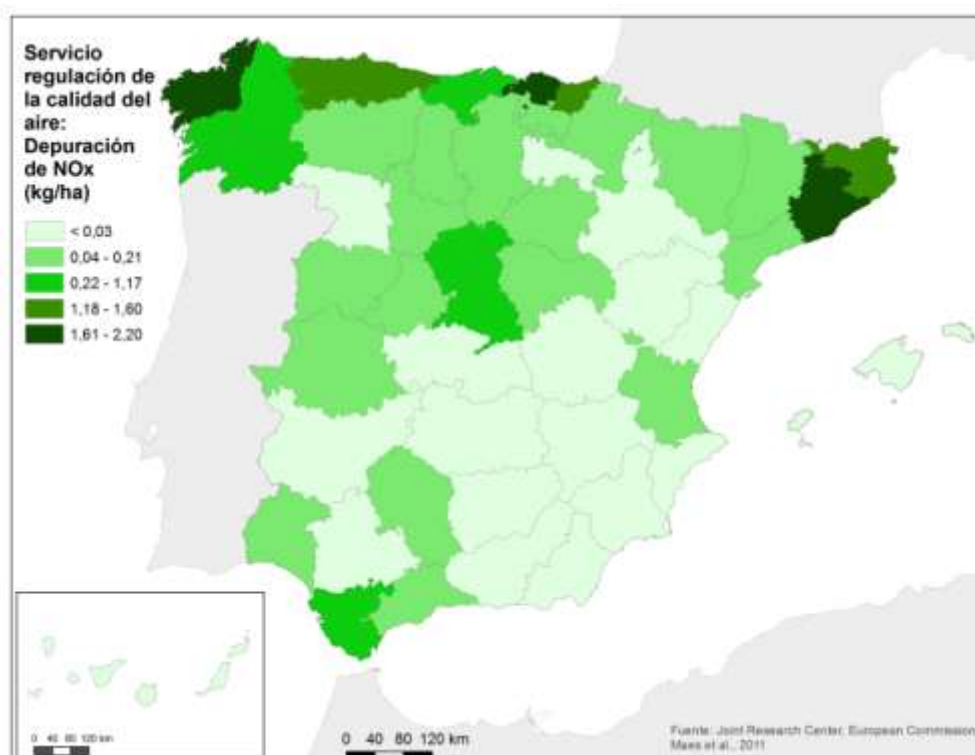


Figura 25.70. Servicio de regulación de la calidad del aire: depuración de NO_x (kg/ha).

El servicio de regulación de polinización de cultivos es mayor en las regiones en las que la agricultura es más productiva y en las que además hay vegetación natural cerca, como por ejemplo en el arco mediterráneo (producción hortícola y frutícola), Huelva (fresas) y La Rioja (vino) (Figura 25.71).

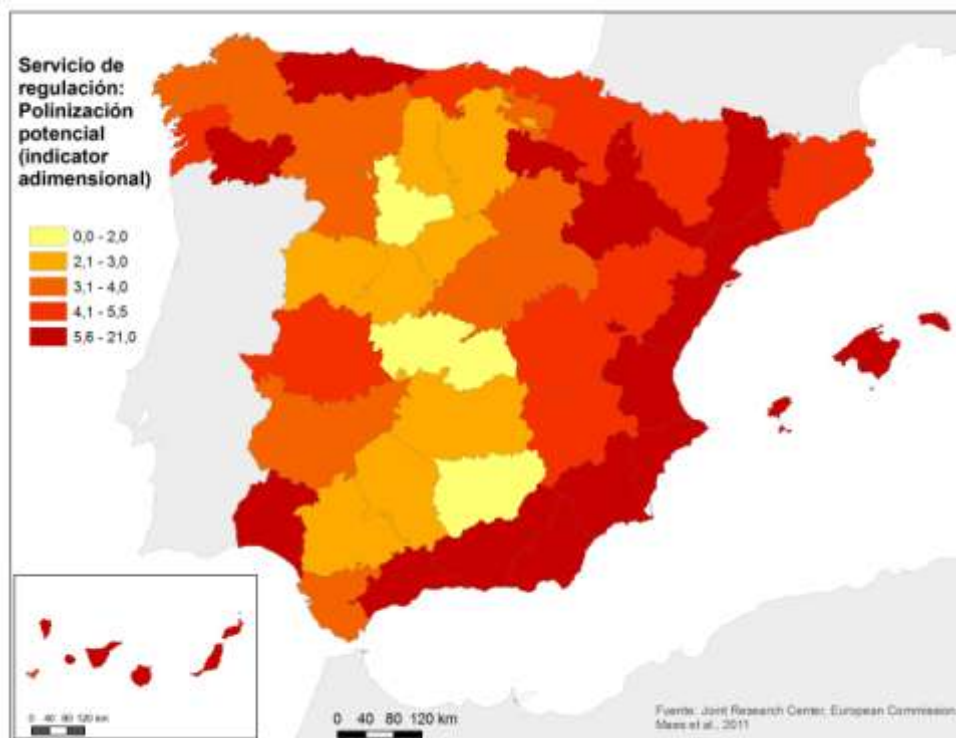


Figura 25.71. Servicio de polinización. Se ha calculado mediante un modelo que tiene en cuenta las áreas de vegetación natural y su cercanía a cultivos agrícolas.

El servicio de control de la calidad del suelo se ha obtenido a partir del porcentaje de carbono que hay en el suelo, que resulta ser mayor en el norte de la Península Ibérica (Figura 25.72).

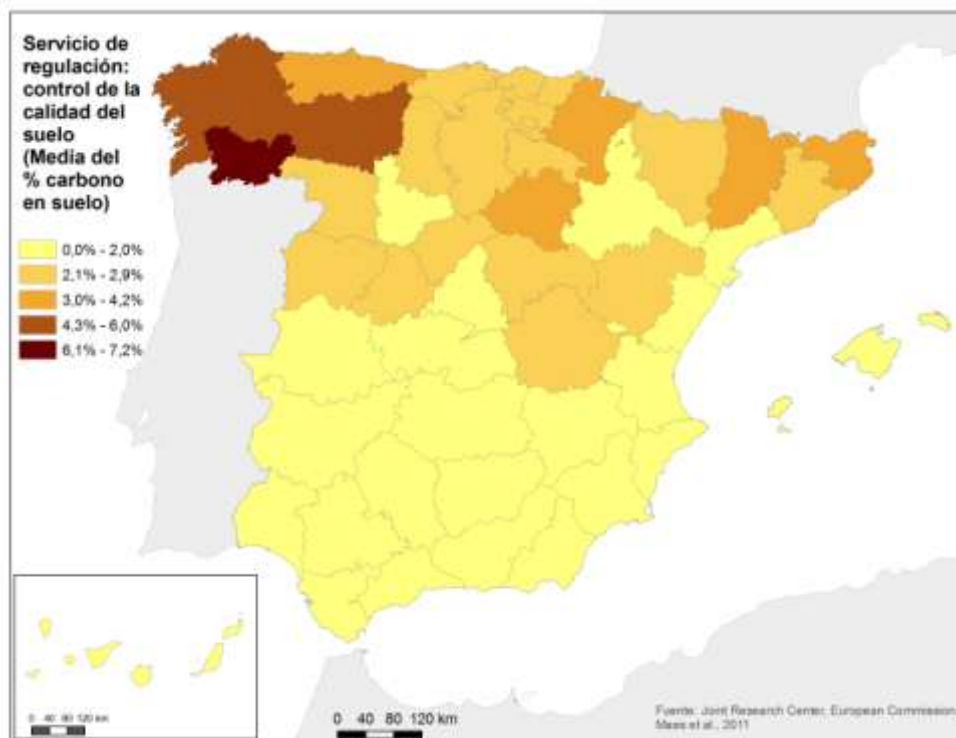


Figura 25.72. Servicio de regulación de control de la calidad del suelo. Se ha utilizado como indicador la media del porcentaje de carbono en los suelos de cada provincia.

El servicio cultural recreativo o disfrute estético de naturaleza, se ha calculado por una parte con la capacidad de un ecosistema de proveer este servicio, en función de sus características internas (belleza, rareza, cultura asociada, posibilidad de realizar actividades al aire libre, etc.), y por otra está el uso que se haga de esa capacidad, que se puede conocer a través de indicadores como el número de visitantes o el valor que reciba en cuestionarios realizados a visitantes sobre este servicio. El modelo utilizado ha cuantificado la capacidad del servicio recreativo en función de un indicador de la naturalidad de cada ecosistema, estimado por la presencia de espacios protegidos y en función de las áreas costeras (a las que se considera con mayor potencial recreativo). Para aproximar el uso real que se haga de dicha capacidad se han incorporado datos sobre la distancia a centros urbanos, ya que cuánto más cerca esté un área con alto potencial recreativo de un área urbana, más uso recibirá. En España, las provincias montañosas, con alta proporción de áreas protegidas y con grandes núcleos de población cercanos son las que han obtenido mayores valores. Las provincias con poca densidad de población el centro peninsular, con pocas montañas y con espacios protegidos son las que han recibido valores menores (Figura 25.73). Conviene destacar que este servicio no recoge el servicio cultural de turismo de sol y playa, característico de la costa mediterránea española, sino más bien el servicio recreativo que proporcionan las áreas naturales, ligadas a usos del suelo no agrícolas, a montañas y a espacios naturales protegidos.

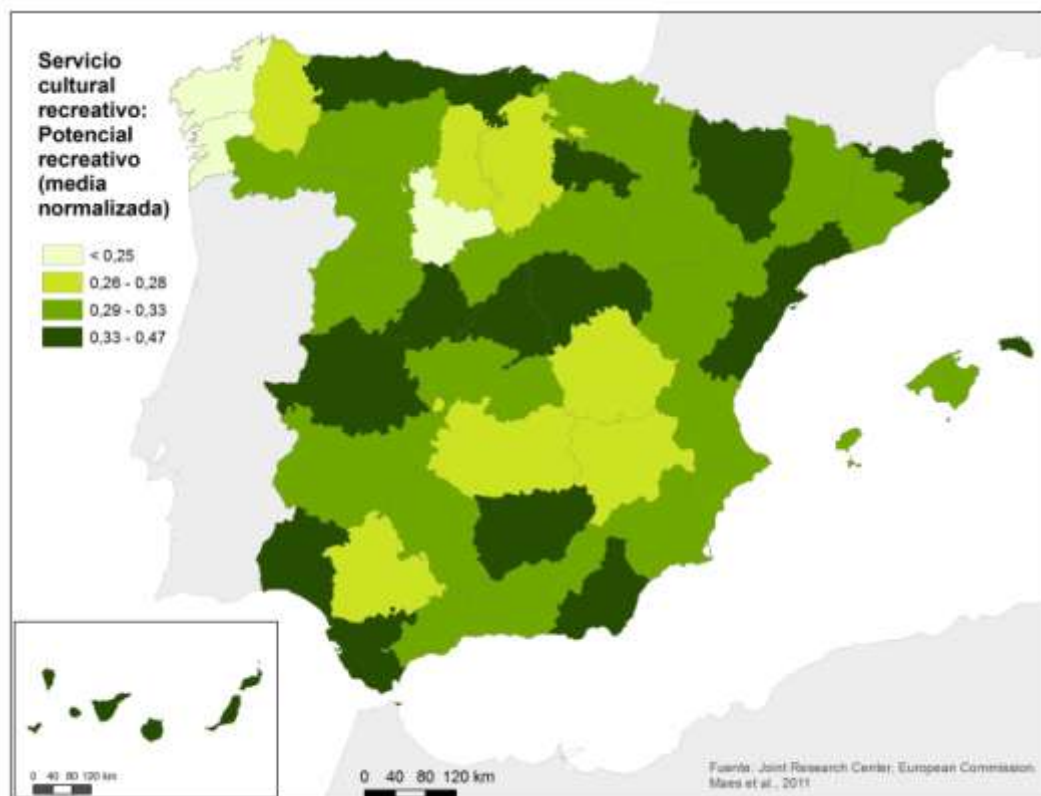


Figura 25.73. Servicio cultural recreativo. Se ha calculado con un modelo que tiene en cuenta datos del área de vegetación natural, espacios naturales protegidos, la posibilidad de bañarse y la cercanía a áreas urbanas.

Finalmente se puede concluir que la franja norte de la Península Ibérica es la que reúne mayores valores de los servicios de los ecosistemas evaluados. En concreto, concentra los valores más altos de los siguientes servicios de los ecosistemas: abastecimiento de madera, producción de ganado, abastecimiento de agua, regulación hídrica, regulación del clima, calidad del aire y control de la calidad del suelo. El arco mediterráneo destaca por el servicio de polinización y el centro peninsular tiene altos valores en el servicio de abastecimiento de productos agrarios (cultivos). Estas primeras conclusiones generales se analizan con mayor detalle y se respaldan en parte en los apartados que siguen a continuación.

3.16. Análisis de integración

Para identificar otras relaciones espaciales entre la información expuesta en los apartados anteriores se ha realizado un análisis estadístico en el que se han introducido los datos de 15 variables con expresión territorial a nivel de provincia (Anexo1). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el objetivo de revelar la estructura de correlación que está presente en el conjunto de los datos. El análisis proyecta los datos espaciales para cada variable en un plano de dos dimensiones, de tal forma que las dos componentes principales capturan una gran parte de la varianza que está presente en los datos (Fig. 25.74).

El resultado final permite visualizar las sinergias (servicios con una correlación positiva) y las compensaciones (los servicios con una correlación negativa), así como de las provincias donde estos intercambios y las sinergias se realizan. Para mejorar la interpretación, las provincias quedaron fuera de la gráfica y se presentan en otra figura aparte (Figura 25.75). Además, se representaron los mapas en la que se asocian los resultados de la asociación de variables y las provincias relativa a los dos ejes del análisis (Figura 25.76).

Previamente al análisis de componentes principales, se realizó un análisis de correlación entre las variables (Nivel de significación $\leq 5\%$). Los resultados (Tabla 25.18) mostraron una correlación positiva entre los servicios de abastecimiento de ganadería, madera y agua, los servicios de regulación y la riqueza de especies por una parte, y una correlación negativa entre dichas variables con respecto al servicio de abastecimiento agrícola. Dichos servicios de regulación son la regulación hidrológica, la regulación del clima, la purificación del aire, el control de la erosión y la fertilidad. El servicio de recreación (turismo de naturaleza) está negativamente relacionado con el servicio de abastecimiento agrícola y positivamente con el porcentaje de área protegida.

Respecto a la biodiversidad, se observa que un número medio de especies amenazadas elevado en cada provincia está relacionado positivamente con valores altos de los servicios de abastecimiento de agua y de regulación hídrica y de la erosión, y también de forma positiva con la riqueza media de vertebrados. La relación con la riqueza de especies ya se comentó en el apartado 3.2 Biodiversidad. La relación positiva entre biodiversidad y los servicios de regulación hídrica, control de la erosión y abastecimiento del agua puede deberse a la coincidencia de una alta biodiversidad en provincias del norte de España, del ámbito atlántico, que tienen una alta proporción de superficie de bosques, lo que evitaría la erosión, y un alto aporte de agua por la lluvia, lo que explicaría la correspondencia con los servicios ligados al agua. Por el contrario, está relacionada negativamente con las provincias que tienen mayores valores de abandono e intensificación de los usos del suelo. Este resultado es muy significativo, y de él se derivan diferentes hipótesis. Por una parte, podría esperarse que en las zonas que han sufrido más cambios de usos del suelo, exista un mayor número de especies amenazadas, que estén amenazadas precisamente por dichos cambios de usos del suelo. Sin embargo, podría ser que aquellas áreas en las que han cambiado más los usos del suelo durante los últimos años, presenten menor biodiversidad porque las especies han huido de dichos territorios, y por lo tanto, no hay ni riqueza ni quedan especies amenazadas (ya se habrían extinguido de dichas zonas). Por último, también puede coincidir que las zonas más alteradas sean las que reúnen menor biodiversidad, tanto amenazada como no amenazada. Esta falta de coincidencia podría ser porque las zonas con más riqueza de especies no sean propicias a su cambio de uso del suelo o porque las zonas que han sufrido los cambios ya tenían poca biodiversidad. En el primer caso, las zonas de montaña con fuertes pendientes no son las más propicias ni para intensificar su uso (principalmente construcciones urbanas e intensificación de cultivos), ni para su abandono, ya que nunca habrían sido intensamente utilizadas, por ejemplo para cultivos. En el segundo caso, en el que los cambios anteriores ya hubiesen alterado su biodiversidad, se puede explicar con el ejemplo de un terreno ocupado por tierras agrícolas, el cual dejó de tener altas tasas de biodiversidad al transformarse a cultivos, y por tanto su cambio tanto a abandono como a intensificación no ha coincidido espacialmente con áreas con altas tasas de biodiversidad.

La proporción de cada provincia que tiene alguna figura de protección está negativamente relacionada con el área agrícola de cada provincia. Además está positivamente relacionada con los servicios de

regulación del clima y de purificación del aire, además del servicio de recreación ya comentado anteriormente.

La proporción de cada provincia que ha sufrido cambios en sus usos del suelo hacia una intensificación está muy positivamente relacionada con las provincias que también tienen altos valores de abandono de sus usos del suelo. Y como se ha explicado previamente, el abandono de los usos del suelo está relacionado negativamente con el número de especies amenazadas.

Tabla 25.18. Matriz de correlación (Spearman) entre los servicios de los ecosistemas, los datos de biodiversidad, áreas protegidas y porcentaje del territorio transformado.

Variables	Servicios de los ecosistemas										Biodiversidad		Área protegida	Cambios usos del suelo	
	Madera	Agríc.	Ganadería	Agua disponible	Reg. Hidrol. (subt)	Clima reg.	Purificación aire	Control erosión	Fertilidad	Recreación	Spec. Amenazadas	Riqueza	% Area Protected	% Abandono	% Intensificación
Madera	1														
Agrícola	-0,671	1													
Ganadería	0,661	0,446	1												
Agua disponible	0,661	0,402	0,729	1											
Reg. Hidrol. (subt)	0,737	0,413	0,786	0,915	1										
Clima reg.	0,684	0,638	0,486	0,637	0,517	1									
Purificación aire	0,740	0,693	0,521	0,609	0,664	0,745	1								
Control erosión	0,388	0,147	0,229	0,322	0,390	0,156	0,253	1							
Fertilidad	0,647	0,539	0,557	0,488	0,602	0,396	0,537	-0,050	1						
Recreación Spec. Amenazadas	0,003	0,442	0,173	-0,175	-0,253	0,127	0,069	0,048	-0,092	1					
Riqueza	0,170	0,136	0,060	0,336	0,365	0,033	0,091	0,465	-0,085	-0,033	1				
% Área Protegida	0,399	0,322	0,271	0,328	0,436	0,203	0,379	0,408	0,371	0,109	0,506	1			
% Abandono	0,164	0,413	0,077	0,090	0,012	0,421	0,289	-0,133	0,074	0,549	-0,096	0,236	1		
% Intensificación	0,118	0,192	0,043	-0,087	-0,136	0,119	0,102	-0,262	0,215	0,086	-0,308	-0,165	-0,188	1	
% Intensificación	0,003	0,184	0,110	-0,121	-0,170	-0,007	0,047	-0,200	0,009	0,269	-0,215	-0,223	-0,133	0,750	1

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

Los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP) muestra tres factores explicativos (con valor propio mayor de 1, que explican un 81% de la variabilidad de los datos en su conjunto (F1:55,59%, F2: 14,86% y F3: 10,72%) (Tabla 19).

En un extremo del primer factor se encuentran los servicios de abastecimiento de ganadería, madera y agua, los servicios de regulación (excepto el control de la erosión) y el porcentaje de cada provincia representado por bosques atlánticos y litoral, y en el otro extremo se encuentran el servicio de abastecimiento de agricultura y el porcentaje de cada provincia que es agroecosistema o bosque esclerófilo. El segundo factor está formado por las variables que tienen valores altos en el servicio de recreación (turismo de naturaleza) y en el porcentaje de área protegida. Y el último factor, con una carga factorial menor, está formado por el servicio de regulación de la erosión, especies amenazadas y riqueza de vertebrados frente al porcentaje de área que cambia de uso del suelo (tanto abandono como intensificación).

Tabla 25.19. Cargas factoriales derivadas del ACP relacionando todas las variables analizadas.

Variables	Carga factorial		
	F1	F2	F3
Madera	0,951	-0,036	0,104
Agric	-0,740	-0,551	0,215
Ganaderia	0,781	0,114	0,156
Agua disponible	0,886	-0,212	0,145
Reg. Hidrol. (subt)	0,917	-0,239	0,131
Clima reg.	0,789	0,216	-0,259
Purificacion aire	0,799	-0,029	-0,296
Control erosion	0,382	0,351	0,815
Fertilidad	0,645	-0,207	-0,333
Recreación	-0,220	0,923	-0,153
%Mountains	-0,146	0,296	-0,279
%Abandono	0,064	0,089	-0,446
%Intensification	-0,206	0,152	-0,276
Spec. Amenazadas	0,043	0,057	0,471
Riqueza	0,301	0,238	0,329
%AreaProtected	0,136	0,547	-0,367
%Agroecosisems	-0,654	-0,537	0,206
%Arids	-0,220	0,080	-0,201
%AtlanticForests	0,918	-0,018	0,010
%Med.Continental.Forests	0,126	0,024	-0,141
%Med.SclerophyllForests	-0,572	0,325	0,064
%Wetlands	-0,252	0,220	0,179
%Littoral	0,574	-0,136	-0,320
%Pob_Incremento 1960_2011	0,010	0,290	-0,008
% PIB_INC95_08	-0,111	0,294	-0,042

Los valores en **negrita** corresponden para cada variable al factor para lo cual el coseno cuadrado es el mayor.

Adicionalmente se ha realizado una rotación de Varimax con dos ejes, en los que la carga factorial divide a las variables en cuatro grupos según las relaciones entre sí dentro de cada uno de los dos ejes y según sean positivas o negativas (Tabla 25.20).

Tabla 25.20. Carga factorial tras rotación Varimax.

Variables	Carga factorial	
	D1	D2
Madera	0,903	0,300
Agric	-0,500	-0,776
Ganaderia	0,691	0,381
Agua disponible	0,904	0,112
Reg. Hidrol. (subt)	0,943	0,098
Clima reg.	0,662	0,479
Purificacion aire	0,759	0,253
Control erosion	0,234	0,463
Fertilidad	0,677	0,032
Recreación	-0,530	0,787
%Mountains	-0,241	0,226
%Abandono	0,029	0,106
%Intensification	-0,246	0,070
Spec. Amenazadas	0,021	0,069
Riqueza	0,198	0,328
%AreaProtected	-0,065	0,559
%Agroecosisems	-0,425	-0,732
%Arids	-0,234	-0,002
%AtlanticForests	0,866	0,305
%Med.Continental.Forests	0,110	0,067
%Med.SclerophyllForests	-0,649	0,104
%Wetlands	-0,313	0,118
%Littoral	0,585	0,074
%POB_INCREMENTO 1960_2011	-0,093	0,275
% PIB_INC95_08	-0,207	0,237

A partir del Análisis de Componentes Principales (ACP) y de la rotación de Varimax se han representado los dos primeros ejes para todos los servicios y las variables suplementarias, así como de las provincias (Figuras 25.74, 25.75 y 25.76). De esta forma las variables y las provincias quedan representadas en cuatro cuadrantes, según dos ejes. Las variables que tienen más importancia para definir los ejes son, en el eje X la dominancia de bosque atlántico frente al bosque esclerófilo, y en el eje Y la importancia territorial de los agrosistemas. El primer eje explica el trade-off que existe en la zona atlántica, que está relacionada positivamente con los servicios de regulación y de abastecimiento de ganadería y madera, con la zona mediterránea, que está más relacionada con la producción de cultivos agrícolas. El segundo eje explica el trade-off existente entre servicio recreativo (valores positivos) y servicio de alimento procedente de la agricultura (valores negativos), estando el primero relacionado con valores altos de crecimiento de población y de PIB, mientras que el segundo con % de provincia destinado a los agroecosistemas.

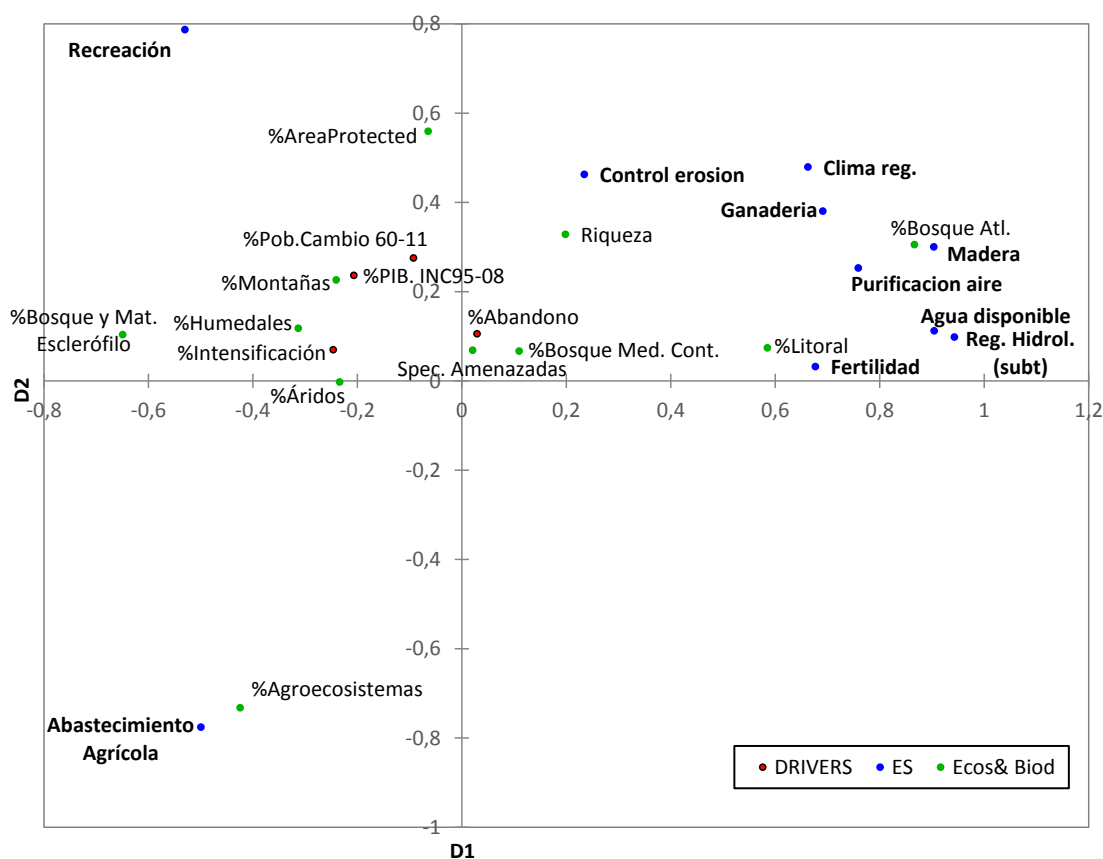


Figura 25.74. Representación de la dispersión de las variables del Análisis de Componentes Principales (ACP)

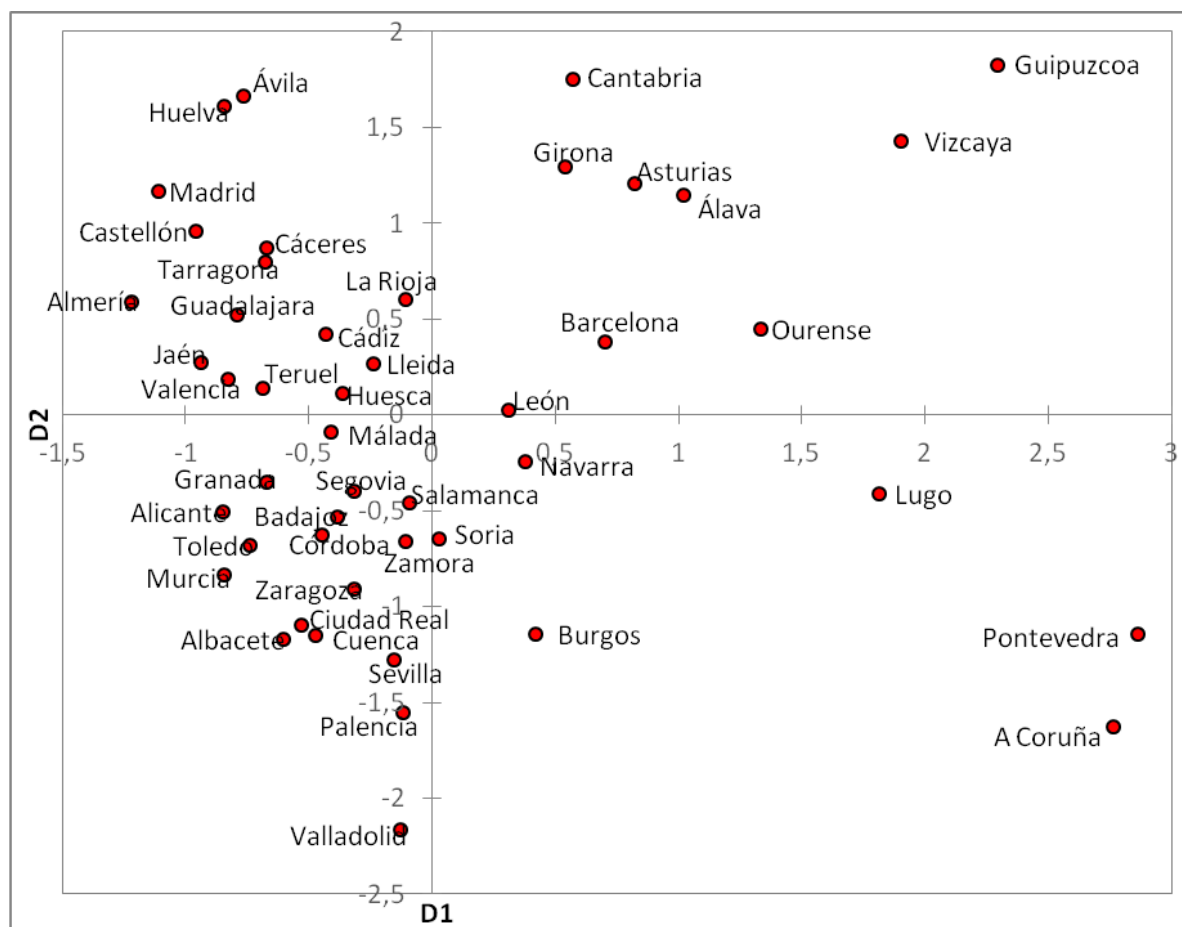


Figura 25.75. Representación de la dispersión de las provincias del Análisis de Componentes Principales (ACP)

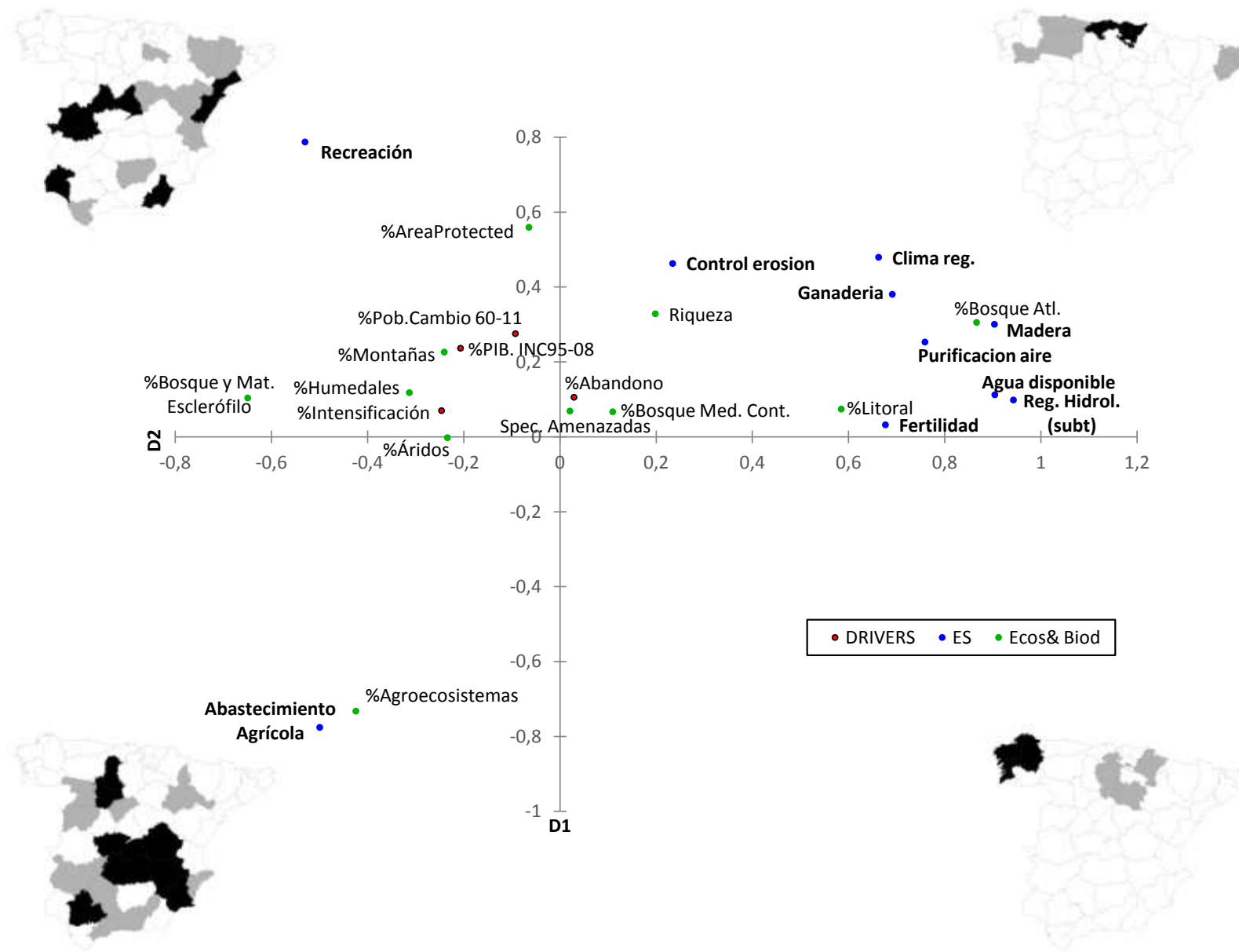


Figura 25.76. Figura *biplot* del Análisis de Componentes Principales (ACP) tras la rotación de Varimax.

En el primer cuadrante (*atlántico regulador*) (empezando por el de la derecha arriba y siguiendo según las agujas del reloj) aparecen todos los servicios de regulación y los servicios de abastecimiento de madera, ganadería y agua junto a los ecosistemas de Bosque Atlántico. En dicho cuadrante se encuentran provincias de la cornisa cantábrica: Guipúzcoa, Vizcaya y Álava, Cantabria y Asturias, y Girona y Barcelona además de Orense. El bosque atlántico se asocia con un valor alto en servicios de regulación relacionados tanto con el aire como con el agua y el suelo, debido a la importancia de sus bosques. Por la misma razón aparece el servicio de abastecimiento de madera. Por último, en la cornisa cantábrica hay una gran concentración de explotaciones ganaderas asociadas a sus productivos pastos. Este cuadrante está dominado por el bosque atlántico y por los altos valores de los servicios de regulación que proporciona.

El segundo cuadrante (*atlántico agrícola*) está determinado por la presencia de 3 provincias gallegas: Pontevedra, Lugo y La Coruña que de alguna manera tienen un comportamiento particular en el contexto de la península ya que por un lado tienen valores altos de servicios de regulación asociados a los bosques atlánticos y por otro lado también tiene grandes superficies dedicadas a la producción agrícola. Dichas provincias gozan de altos valores en los servicios de regulación relacionados con el agua, pero su población apenas ha aumentado y no tienen un alto porcentaje de su territorio bajo figuras de protección ambiental ni altos valores de los servicios de recreación asociados.

El tercer cuadrante (*mediterráneo agrícola*) está caracterizado por un gran porcentaje de su territorio dedicado a cultivos, y consecuentemente con territorios con alto valor en su servicio de abastecimiento agrícola y bajos valores de los servicios de regulación. También es importante que en este cuadrante sea mayor la proporción de bosque mediterráneo esclerófilo que la de bosque atlántico, en contraposición a los dos cuadrantes anteriores. Además no han aumentado su población y tienen pocos espacios naturales protegidos. En este cuadrante se sitúan provincias del centro peninsular como Albacete, Ciudad Real, Zaragoza, Murcia, Toledo, Córdoba, Badajoz y Alicante.

El cuarto cuadrante (*mediterráneo recreativo*) está caracterizado por un alto valor en su servicio de recreación, lo que coincide con un alto porcentaje de espacios naturales protegidos, un alto porcentaje de áreas de montaña y una ausencia de bosque atlántico, y por un aumento de su población y de su Producto Interior Bruto. También es el cuadrante en el que es mayor la intensificación del suelo. Este cuadrante se identifica con provincias en las que ha aumentado su población y su riqueza, que pueden denominarse dinámicas porque los cambios en sus usos del suelo han sido intensos, pero que han mantenido un porcentaje de su territorio con áreas protegidas, especialmente el montañoso. En este cuadrante se sitúan provincias como Ávila y Huelva (con gran parte de su territorio bajo figuras de protección ambiental), Madrid, Castellón, Almería, Cáceres y Tarragona, en las que ha habido un alto grado de cambios de uso del suelo y un aumento de su población.

Algunas consideraciones sobre los resultados de este análisis

Es destacable la relación negativa entre las provincias con mayor proporción de suelo dedicado a cultivos y las provincias con aumento de su población y del producto interior bruto. Esto refuerza las conclusiones de la primera fase de EME (EME, 2011) en las que se detectó un importante abandono rural. Los bajos precios de los productos agrarios, debido a factores complejos a nivel no sólo español si no mundial, son una de las razones por las que las actividades agrarias cada vez son capaces de ocupar a menos personas. Frente a esta situación, existe un amplio abanico de opciones de gestión para reforzar o amortiguar los efectos de los precios en la población rural.

Las variables espaciales de los servicios de los ecosistemas que se presentan en este informe forman parte de un estudio realizado a escala Europea (Maes *et al.*, 2011) en la que los resultados aquí alcanzados son complementarios y coherentes con los alcanzados para el conjunto de Europa. En particular, la posición aislada de la capacidad de producción de cultivos en Europa es evidente, lo que demuestra una correlación negativa con los servicios de regulación de los ecosistemas, en particular, la regulación hídrica, el control de la erosión y la regulación de la calidad del suelo.

También cabe destacar que al igual que ha salido en el contexto de España, en Europa, los servicios que son en su mayoría proporcionados por los ecosistemas forestales están positivamente correlacionados entre sí. Los más notables son la capacidad de producción de madera, el almacenamiento de carbono, la recreación y la regulación de la calidad del aire. En menor medida, también el control de la erosión se correlaciona positivamente con los servicios prestados por los bosques. A nivel europeo también se detectó que las regiones agrícolas (frente a las boscosas y a las regiones de pastos) tienen menores valores de los servicios de regulación, especialmente en los relacionados con la regulación del régimen hídrico.

La influencia del turismo de sol y playa y la urbanización del territorio asociada no queda reflejada en el servicio de recreación recreativo. Además en los datos sobre la intensificación del territorio tiene mucha influencia la intensificación agrícola, que ha ocupado mayor territorio que la urbanización del suelo, y que se ha dado tanto en provincias litorales como interiores.

Ante el hecho de que los bosques húmedos estén más relacionados con servicios de regulación que los bosques mediterráneos esclerófilos surge la necesidad de realizar estudios más detallados que los existentes hasta ahora. No hay que olvidar que el estudio sobre servicios de los ecosistemas utilizado aquí (Maes *et al.*, 2011) se ha desarrollado en el centro de Europa, donde hay una predominancia total de los bosques húmedos. Es posible que al adaptar los estudios sobre servicios de los ecosistemas a las condiciones mediterráneas, se obtengan resultados diferentes. Por ejemplo, un bosque húmedo puede proteger contra la erosión de una ladera montañosa frente a las lluvias y tormentas habituales en el área de clima atlántico. Mientras, un bosque mediterráneo puede tener una importancia aún mayor al proteger al suelo más superficial típico del mediterráneo, frente a las torrenciales tormentas veraniegas o frente a los fuertes vientos. Esta diferencia podría incluso ser mayor al considerarse las alternativas al bosque, que en el área atlántica podría ser una densa pradera, y en el mediterráneo podría ser un espartal, que confiere menor protección relativa.

Por último, la proporción de territorio de ecosistema litoral es importante tanto en las provincias del arco mediterráneo como en las provincias de la cornisa cantábrica, y éstas provincias se encuentran muy relacionadas entre sí por la importancia del bosque atlántico. La gran concentración y correspondencia entre el bosque atlántico y los servicios de regulación hacen que la existencia de litoral no tenga tanta importancia en estos resultados. Además hay que tener en cuenta que la proporción entre longitud de costa y superficie de la provincia es mayor en las provincias de la cornisa cantábrica que en las provincias del arco mediterráneo, que en general son de mayor superficie, lo que refuerza dicha correlación. Los resultados encontrados revelan que las mayores tasas de abandono e intensificación de los usos del suelo se están produciendo al mismo tiempo en las mismas provincias, pero no siempre coinciden con las que tienen mayor aumento de la población y del producto interior bruto.

4. Referencias bibliográficas

- Aavik, T. and Liira, J. (2009) Agrotolerant and high nature-value species – plant biodiversity indicator groups in agroecosystems. *Ecological Indicators* 9, 892-901.
- Alkemade, R., van Oorschot, M., Miles, L., Nellemann, C., Bakkenes, M., and ten Brink, B. (2009). GLO BIO3: A Framework to Investigate Options for Reducing Global Terrestrial Biodiversity Loss (Global Biodiversity Outlook 3). *Ecosystems*, 12 (3): 374-390. DOI: 10.1007/s10021-009-9229-5
- Bañares, Á., G. Blanca, J. Güemes, J.C. Moreno & S. Ortiz, eds. 2010. Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España. Adenda 2010. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino)-Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas. Madrid, 170 pp.
- Braat, L.C.; Brink, P. ten; Klok, T.C. (2008). The cost of policy inaction : the case of not meeting the 2010 biodiversity target (COPI). External research report. Publisher Alterra. Wageningen.
- Corine Land Cover 2006. European Environment Agency (EEA). (2010). Corine Land Cover 2006. European Environment Agency. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EUROPARC-España. (2010). Anuario EUROPARC-España del estado de los espacios naturales protegidos 2009. Editado por Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales (FUNGObE). Madrid. 104 pag.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España (EME) (2011). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- García-Llorente, M., Martín-López, B., González, J.A., Alcorlo, P., Montes, C. 2008. Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: implications for management. *Biological Conservation* 141: 2969-2983.
- Instituto Nacional de Estadística. <http://www.ine.es/>
- Lista Roja de flora vascular española, 2010. Actualización con los datos de la Adenda 2010 al Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada. Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid, 43 pp.
- Maes, J., Paracchini, M. L., Zulian G. (2011). A European assessment of the provision of ecosystem services. Towards an atlas of ecosystem services. European Commission. Joint Research Center (JRC). Institute for Environment and Sustainability. JRC Scientific and Technical Report. EUR 24750 EN-2011. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Martín-López, B., González, J.A., Montes, C. 2011. The pitfall-trap of species conservation priority setting. *Biodiversity and Conservation* 20: 663-682.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) (2007). Inventario Nacional de Biodiversidad 2007. http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/inventario-nacional-de-biodiversidad/inb_bbdd.aspx
- Schneiders, A., Van Daele, T., Van Landuyt, W., Van Reeth, W. (2012). Biodiversity and ecosystem services: Complementary approaches for ecosystem management? *Ecological Indicators*, 21: 123–133. doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.021
- SOER, 2010. The European environment – state and outlook 2010. Agencia Europea de Medio Ambiente.

- Verdú, J. R. y Galante, E., eds. 2009. Atlas de los Invertebrados Amenazados de España (Especies En Peligro Crítico y En Peligro). Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 340 pp.
- Verdú, J. R., Numa, C. y Galante, E. (Eds) 2011. Atlas y Libro Rojo de los Invertebrados amenazados de España (Especies Vulnerables). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, Madrid, 1.318 pp.

5. Anexo 1. Serie de datos empleados en el análisis multivariante.

PROVINCIA	% INC. POB 1960-2011	% INC. PIB 1995-2008	P. Madera	P. Agric	P. Ganadería	Abastec. agua	Reg. Hidrol. (subt)
ÁLAVA	1,30	1,58	4,94	34,16	307,14	195,14	251,66
ALBACETE	0,08	1,30	0,58	61,22	37,38	99,49	57,56
ALICANTE	1,72	1,73	0,24	53,97	35,08	101,39	45,23
ALMERÍA	0,95	2,13	0,34	32,02	41,81	108,86	63,65
ÁVILA	-0,28	1,13	0,88	33,88	49,03	164,33	176,40
BADAJOS	-0,17	1,58	1,04	67,15	66,12	155,66	151,11
BARCELONA	0,92	1,37	2,19	31,25	106,65	157,50	164,07
BURGOS	-0,01	1,20	1,05	54,27	100,24	218,65	262,51
CÁCERES	-0,24	1,04	1,25	42,79	53,98	161,95	178,38
CÁDIZ	0,52	1,49	0,74	48,39	39,49	164,33	117,96
CASTELLÓN	0,78	1,47	0,75	37,58	24,26	115,73	52,81
CIUDAD REAL	-0,09	1,15	0,68	63,15	40,29	116,81	92,91
CÓRDOBA	0,01	1,07	1,24	72,58	37,70	151,34	136,10
A CORUÑA	0,16	1,25	5,18	38,57	80,20	349,63	459,61
CUENCA	-0,31	1,13	0,90	55,31	29,90	104,34	61,14
GIRONA	1,15	1,61	2,60	28,39	142,57	153,89	162,47
GRANADA	0,20	1,44	0,55	53,33	40,67	117,90	84,59
GUADALAJARA	0,40	1,47	1,15	42,04	32,11	107,37	88,03
GUIPÚZCOA	0,48	1,38	6,25	0,04	216,82	410,36	482,27
HUELVA	0,31	1,47	1,70	32,04	28,09	152,48	139,90
HUESCA	-0,02	1,23	1,14	41,04	74,78	155,01	136,73
JAÉN	-0,09	0,98	0,88	56,97	35,62	122,55	97,36
LEÓN	-0,15	1,08	1,42	34,56	82,25	169,69	235,11
LLEIDA	0,33	1,47	1,45	41,50	62,21	125,01	133,31
LA RIOJA	0,41	1,35	1,34	41,90	63,15	211,04	243,43
LUGO	-0,27	0,97	3,74	42,93	233,58	232,67	323,49
MADRID	1,49	1,58	1,16	37,81	30,50	112,17	96,71
MÁLAGA	1,10	1,83	0,49	52,59	26,38	165,10	132,31
MURCIA	0,84	1,74	0,46	57,53	44,88	104,73	60,03
NAVARRA	0,60	1,43	2,06	42,96	126,19	191,66	214,24
OURENSE	-0,26	0,94	2,76	29,10	141,68	254,05	345,02
ASTURIAS	0,09	1,19	3,18	9,73	161,79	181,65	269,52
PALENCIA	-0,26	1,05	0,73	68,80	37,29	117,64	160,59
PONTEVEDRA	0,42	1,44	4,92	33,24	108,81	450,66	523,79
SALAMANCA	-0,13	1,03	1,51	53,46	45,57	158,13	180,74
CANTABRIA	0,37	1,49	2,00	9,62	245,53	206,26	279,99
SEGOVIA	-0,16	1,22	0,94	49,49	41,84	109,04	140,41
SEVILLA	0,56	1,37	0,63	73,95	40,90	169,22	139,33
SORIA	-0,35	0,88	1,07	46,00	38,22	178,16	187,47
TARRAGONA	1,24	1,49	1,09	52,78	42,67	127,98	114,87
TERUEL	-0,33	1,20	1,05	40,41	35,04	111,31	75,16
TOLEDO	0,36	1,54	0,71	70,67	42,31	116,48	94,58
VALENCIA	0,80	1,39	0,59	45,60	30,95	109,25	60,44
VALLADOLID	0,47	1,20	0,46	82,63	39,83	118,11	168,37
VIZCAYA	0,53	1,39	5,41	0,26	142,56	337,66	396,34
ZAMORA	-0,36	1,09	0,94	58,30	50,99	159,77	215,66
ZARAGOZA	0,48	1,37	0,57	62,46	73,09	181,60	176,31

PROVINCIA	Reg.Dep. agua	Reg. Clima	Reg. Depur. aire	Control erosion	Fertilidad	Recreación	Biod. Spec. Amenazadas	Biod. Riqueza
ÁLAVA	4,05	7,43	0,10	20,20	2,74	0,30	17,15	171,72
ALBACETE	0,37	4,15	0,00	8,69	1,53	0,27	10,68	93,41
ALICANTE	1,10	4,93	0,02	8,38	1,16	0,30	9,55	83,32
ALMERÍA	0,33	4,11	0,01	4,36	1,37	0,36	9,67	76,72
ÁVILA	0,35	5,61	0,21	17,68	2,35	0,38	15,30	128,93
BADAJOS	1,59	5,23	0,02	13,67	0,97	0,30	16,06	96,58
BARCELONA	1,68	8,71	2,18	7,98	2,53	0,30	11,63	129,37
BURGOS	1,10	5,45	0,08	6,45	2,81	0,28	15,22	148,53
CÁCERES	2,55	5,84	0,08	11,10	1,55	0,36	16,47	112,82
CÁDIZ	0,79	9,08	0,45	6,01	1,31	0,34	14,07	94,84
CASTELLÓN	0,52	7,37	0,02	8,73	2,00	0,36	12,39	117,29
CIUDAD REAL	0,52	4,63	0,00	9,08	1,07	0,28	15,29	105,20
CÓRDOBA	1,36	5,51	0,05	13,26	0,96	0,30	13,59	92,58
A CORUÑA	0,91	8,52	2,07	4,63	4,89	0,23	12,83	93,65
CUENCA	0,31	4,50	0,00	6,72	2,22	0,27	10,31	92,07
GIRONA	1,05	10,11	1,61	9,93	3,13	0,33	13,07	133,24
GRANADA	0,39	5,45	0,01	7,47	1,97	0,31	12,86	104,61
GUADALAJARA	0,48	4,88	0,11	11,69	2,72	0,34	11,39	105,24
GUIPÚZCOA	0,50	9,06	1,51	21,13	2,51	0,31	12,66	136,80
HUELVA	1,24	6,96	0,11	14,03	1,02	0,37	15,90	113,76
HUESCA	1,31	5,89	0,05	6,07	2,78	0,33	11,15	105,76
JAÉN	0,58	5,53	0,01	8,83	1,44	0,35	14,63	110,54
LEÓN	0,79	6,43	0,17	7,26	5,45	0,32	12,93	116,56
LLEIDA	3,38	7,15	0,06	9,04	3,57	0,32	11,11	118,56
LA RIOJA	4,19	5,64	0,03	17,25	2,59	0,33	16,49	148,55
LUGO	1,50	8,33	0,99	10,22	5,50	0,27	12,44	96,02
MADRID	5,12	4,61	0,25	11,39	1,67	0,38	15,98	135,19
MÁLAGA	0,80	8,04	0,11	9,05	1,19	0,31	14,54	110,09
MURCIA	0,67	3,80	0,02	5,16	1,16	0,30	9,20	82,54
NAVARRA	4,09	6,42	0,11	9,61	3,01	0,29	15,57	147,71
OURENSE	1,55	7,92	0,41	14,23	7,14	0,31	12,54	99,61
ASTURIAS	0,92	8,43	1,28	6,13	3,92	0,34	12,52	106,75
PALENCIA	1,09	4,87	0,04	8,61	2,69	0,26	14,74	129,42
PONTEVEDRA	2,95	8,52	1,09	12,14	4,85	0,23	13,67	98,92
SALAMANCA	1,81	5,78	0,06	12,68	2,15	0,29	16,59	124,03
CANTABRIA	1,13	8,12	0,55	14,70	2,60	0,33	13,08	116,94
SEGOVIA	0,35	4,76	0,29	14,64	2,15	0,28	15,17	132,06
SEVILLA	2,73	6,42	0,02	11,54	0,91	0,26	14,57	96,03
SORIA	0,49	4,79	0,20	11,01	3,13	0,29	14,58	134,30
TARRAGONA	19,12	7,20	0,14	16,47	1,52	0,34	12,15	110,74
TERUEL	0,56	5,07	0,02	8,62	2,82	0,33	11,63	110,32
TOLEDO	5,39	4,14	0,01	12,83	1,05	0,30	13,74	99,06
VALENCIA	1,44	6,45	0,05	8,40	1,50	0,32	11,92	101,83
VALLADOLID	3,98	4,16	0,04	9,96	1,49	0,24	13,56	117,59
VIZCAYA	0,87	8,75	2,09	17,01	2,25	0,30	11,43	125,34
ZAMORA	5,06	5,21	0,03	9,76	2,97	0,31	14,30	116,35
ZARAGOZA	6,55	3,76	0,01	9,66	1,50	0,30	12,04	106,14

PROVINCIA	%Esp. Proteg.	%Agroecosist.	%Áridos	%Bosq. Atlántico	%Bosq. Med.Cont.	%Bosq. Med. Esclerófilo	%Humedales	
ÁLAVA	0,10	0,38	0,00	0,38	0,19	0,04	0,00	
ALBACETE	0,02	0,61	0,00	0,00	0,00	0,34	0,01	
ALICANTE	0,09	0,58	0,02	0,00	0,00	0,31	0,00	
ALMERÍA	0,17	0,30	0,17	0,00	0,00	0,34	0,01	
ÁVILA	0,15	0,29	0,00	0,00	0,03	0,40	0,00	
BADAJOS	0,01	0,40	0,00	0,00	0,00	0,54	0,06	
BARCELONA	0,18	0,25	0,00	0,12	0,04	0,48	0,00	
BURGOS	0,14	0,56	0,00	0,07	0,15	0,19	0,00	
CÁCERES	0,04	0,14	0,00	0,00	0,01	0,77	0,07	
CÁDIZ	0,30	0,46	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	
CASTELLÓN	0,08	0,31	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	
CIUDAD REAL	0,02	0,53	0,00	0,00	0,00	0,46	0,01	
CÓRDOBA	0,10	0,51	0,00	0,00	0,00	0,45	0,03	
A CORUÑA	0,02	0,28	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	
CUENCA	0,05	0,56	0,00	0,00	0,01	0,34	0,00	
GIRONA	0,31	0,27	0,00	0,24	0,00	0,32	0,01	
GRANADA	0,22	0,55	0,00	0,00	0,00	0,23	0,04	
GUADALAJARA	0,10	0,40	0,00	0,00	0,01	0,44	0,01	
GUIPÚZCOA	0,22	0,14	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	
HUELVA	0,30	0,17	0,00	0,00	0,00	0,73	0,05	
HUESCA	0,21	0,42	0,00	0,01	0,28	0,11	0,00	
JAÉN	0,23	0,55	0,00	0,00	0,00	0,34	0,03	
LEÓN	0,17	0,35	0,00	0,01	0,23	0,17	0,00	
LLEIDA	0,18	0,41	0,00	0,01	0,28	0,04	0,01	
LA RIOJA	0,04	0,44	0,00	0,00	0,03	0,38	0,00	
LUGO	0,00	0,40	0,00	0,49	0,01	0,06	0,00	
MADRID	0,13	0,36	0,00	0,00	0,00	0,45	0,02	
MÁLAGA	0,12	0,53	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	
MURCIA	0,07	0,61	0,11	0,00	0,00	0,23	0,00	
NAVARRA	0,08	0,48	0,00	0,34	0,07	0,09	0,01	
OURENSE	0,11	0,21	0,00	0,27	0,21	0,24	0,01	
ASTURIAS	0,32	0,18	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	
PALENCIA	0,10	0,73	0,00	0,00	0,09	0,11	0,00	
PONTEVEDRA	0,01	0,25	0,00	0,62	0,00	0,00	0,00	
SALAMANCA	0,14	0,32	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	
CANTABRIA	0,11	0,25	0,00	0,53	0,08	0,03	0,00	
SEGOVIA	0,02	0,53	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	
SEVILLA	0,15	0,66	0,00	0,00	0,00	0,29	0,03	
SORIA	0,07	0,45	0,00	0,00	0,05	0,42	0,00	
TARRAGONA	0,19	0,54	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	
TERUEL	0,11	0,36	0,00	0,00	0,14	0,25	0,00	
TOLEDO	0,00	0,65	0,00	0,00	0,00	0,34	0,01	
VALENCIA	0,09	0,45	0,00	0,00	0,01	0,50	0,01	
VALLADOLID	0,01	0,87	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	
VIZCAYA	0,17	0,16	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00	
ZAMORA	0,15	0,54	0,00	0,00	0,03	0,38	0,00	
ZARAGOZA	0,07	0,64	0,00	0,00	0,06	0,29	0,00	
PROVINCIA	%Litoral	%Montaña	%Montaña	%Urbana	%Aband.	%Intensif.	%Bosq.	% Montañas

		Alpina	Medit.	nos	dono	cación	ues	
ÁLAVA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,11	0,61	0,00
ALBACETE	0,00	0,00	0,04	0,00	0,14	0,16	0,34	0,04
ALICANTE	0,04	0,00	0,00	0,04	0,15	0,26	0,31	0,00
ALMERÍA	0,07	0,00	0,11	0,00	0,10	0,13	0,34	0,11
ÁVILA	0,00	0,15	0,12	0,00	0,10	0,11	0,43	0,27
BADAJOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,14	0,54	0,00
BARCELONA	0,02	0,02	0,01	0,07	0,21	0,17	0,63	0,03
BURGOS	0,00	0,01	0,02	0,00	0,13	0,13	0,40	0,03
CÁCERES	0,00	0,01	0,00	0,00	0,14	0,17	0,77	0,01
CÁDIZ	0,08	0,00	0,00	0,01	0,12	0,15	0,44	0,00
CASTELLÓN	0,02	0,00	0,01	0,01	0,19	0,16	0,64	0,02
CIUDAD REAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,46	0,00
CÓRDOBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,11	0,45	0,00
A CORUÑA	0,20	0,00	0,00	0,02	0,15	0,15	0,50	0,00
CUENCA	0,00	0,02	0,07	0,00	0,12	0,13	0,34	0,10
GIRONA	0,05	0,08	0,02	0,01	0,14	0,13	0,56	0,09
GRANADA	0,00	0,00	0,18	0,00	0,13	0,14	0,23	0,18
GUADALAJ.	0,00	0,04	0,09	0,00	0,14	0,16	0,46	0,13
GUIPÚZCOA	0,05	0,00	0,00	0,02	0,12	0,11	0,78	0,00
HUELVA	0,04	0,00	0,00	0,01	0,12	0,20	0,73	0,00
HUESCA	0,00	0,15	0,02	0,00	0,15	0,16	0,40	0,17
JAÉN	0,00	0,00	0,08	0,00	0,10	0,10	0,34	0,08
LEÓN	0,00	0,13	0,10	0,00	0,13	0,15	0,42	0,22
LLEIDA	0,00	0,22	0,03	0,00	0,12	0,12	0,33	0,25
LA RIOJA	0,00	0,07	0,07	0,00	0,13	0,15	0,41	0,14
LUGO	0,03	0,00	0,00	0,00	0,14	0,15	0,56	0,01
MADRID	0,00	0,05	0,03	0,09	0,14	0,19	0,45	0,08
MÁLAGA	0,04	0,00	0,01	0,02	0,13	0,14	0,39	0,01
MURCIA	0,02	0,00	0,02	0,01	0,17	0,19	0,23	0,02
NAVARRA	0,00	0,01	0,00	0,00	0,13	0,14	0,50	0,01
OURENSE	0,00	0,02	0,04	0,00	0,14	0,16	0,73	0,06
ASTURIAS	0,04	0,06	0,02	0,01	0,14	0,15	0,69	0,08
PALENCIA	0,00	0,04	0,03	0,00	0,10	0,11	0,20	0,07
PONTEVEDR.	0,10	0,00	0,00	0,02	0,15	0,15	0,62	0,00
SALAMANCA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,15	0,67	0,01
CANTABRIA	0,05	0,05	0,01	0,01	0,13	0,17	0,63	0,06
SEGOVIA	0,00	0,05	0,04	0,00	0,11	0,11	0,38	0,09
SEVILLA	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,12	0,29	0,00
SORIA	0,00	0,03	0,05	0,00	0,14	0,15	0,47	0,08
TARRAGONA	0,03	0,00	0,00	0,02	0,15	0,14	0,41	0,00
TERUEL	0,00	0,10	0,14	0,00	0,17	0,14	0,40	0,24
TOLEDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,34	0,00
VALENCIA	0,00	0,00	0,01	0,02	0,16	0,18	0,51	0,01
VALLADOLID	0,00	0,00	0,00	0,01	0,07	0,08	0,12	0,00
VIZCAYA	0,08	0,00	0,00	0,03	0,10	0,07	0,73	0,00
ZAMORA	0,00	0,03	0,02	0,00	0,12	0,14	0,41	0,05
ZARAGOZA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,17	0,35	0,00