

Resiliencia territorial desde la perspectiva de la vulnerabilidad ecosistémica. Aplicación metodológica al planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid *

Territorial resilience from an ecosystem vulnerability perspective. Methodological application to urban planning in the Community of Madrid

RAFAEL CÓRDOBA HERNÁNDEZ

Doctor arquitecto

Profesor Asociado de Urbanismo del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Grupo de Investigación Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S) Universidad Politécnica de Madrid. Miembro de ONU-Habitat Planners for Climate Action (P4CA).

Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España

rafael.cordoba@upm.es

ORCID: [0000-0001-7878-2055](https://orcid.org/0000-0001-7878-2055)

Recibido/Received: 28-09-2021; Aceptado/Accepted: 06-02-2022

Cómo citar/How to cite: Córdoba Hernández, Rafael (2022): “Resiliencia territorial desde la perspectiva de la vulnerabilidad ecosistémica. Aplicación metodológica al planeamiento urbanístico de la Comunidad de Madrid”, *Ciudades*, 25, pp. 181-200. DOI: <https://doi.org/10.24197/ciudades.25.2022.181-200>

Este artículo está sujeto a una licencia “[Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)” (CC BY-NC 4.0) / This article is under a “[Creative Commons License: Attribution-NonCommercial 4.0. International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)” (CC BY-NC 4.0)

Resumen: Para lograr que la planificación tenga la capacidad de protección y preservación del suelo necesaria para alcanzar los objetivos perseguidos por la legislación estatal de cambio climático debe redefinirse la protección de los diferentes tipos de ecosistemas y sus aportes desde la perspectiva de la resiliencia territorial. La comparación de estas cuestiones con la clasificación efectiva del suelo municipal determinará cómo de vulnerables son estos espacios, introduciendo con ello una nueva acepción al concepto de protección del suelo bajo el concepto de “Vulnerabilidad Ecosistémica por el Planeamiento” (VEP). Esta metodología se ejemplifica cartográficamente en la Comunidad de Madrid.

Palabras clave: calidad de vida, ecosistema, planificación, protección, clasificación.

Abstract: To ensure that planning has the capacity to protect and preserve the soil necessary to achieve the objectives pursued by state climate change legislation, the protection of different types of ecosystems and their contributions must be redefined from the perspective of territorial resilience.

* Este artículo recoge resultados de la investigación de la tesis del autor *La estructura territorial resiliente: Análisis y formalización a través del Planeamiento Urbanístico* (Córdoba Hernández, 2021a) enmarcada en el doctorado de la Universidad Politécnica de Madrid en *Sostenibilidad y Regeneración Urbana*.

Comparing these issues with the effective classification of municipal land will determine how vulnerable these spaces are, thereby introducing a new meaning to the concept of soil protection under the concept of Ecosystem Vulnerability by Planning (VEP). This methodology is exemplified cartographically in the Community of Madrid.

Keywords: quality of life, ecosystem, planning, protection, classification.

1. LA RESILIENCIA TERRITORIAL: NATURALEZA Y PLANEAMIENTO

A nivel global, el ser humano está alterando la composición de las comunidades biológicas mediante múltiples actividades que modifican tanto las propiedades de los ecosistemas como los bienes-servicio que proporcionan al resto de la humanidad. Con ello se ignora el papel de la biodiversidad y los recursos naturales como elementos fundamentales para el mantenimiento del bienestar humano, y el desarrollo económico y social de una región. Esta es la razón de que algunas políticas internacionales fijen claros objetivos para su protección y preservación, como el mantenimiento y mejora de los ecosistemas y sus bienes-servicio mediante infraestructuras verdes o su restauración.

Este tipo de consideraciones debería formar parte tanto de la planificación urbanística como de las políticas territoriales, urbanas y de habitar de los próximos años, y no va a ser posible sin conocer los principales problemas a los que se enfrenta cada territorio en función de su realidad física y natural.

La manera de enfrentarse a esta problemática es conocer la capacidad de adaptación o resiliencia del sistema donde se integran. El planeamiento, a través de la ordenación territorial y municipal, puede convertirse en una herramienta indiscutible para enfrentar los problemas derivados de estos cambios. Como tal, ha de ser utilizado como argumento de protección y preservación de determinadas partes del territorio, tomando como base para ello la regulación urbanística existente a nivel nacional y autonómico, que pueda favorecer el mantenimiento y puesta en valor de la conservación de sus recursos ecosistémicos.

1.1. El papel de los ecosistemas en la mejora de la resiliencia territorial

Sin bien era un asunto que debería haber sido tratado previamente desde esta disciplina en el contexto nacional, no ha sido hasta las incorporaciones derivadas de la aprobación de la *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética* cuando en la legislación estatal de suelo se han contemplado explícitamente estas cuestiones. Concretamente ocurre al hacer referencia a una serie de situaciones que, en consideración del principio de prevención de riesgos naturales y accidentes graves en la ordenación de los usos del suelo, deberán incluirse en la planificación. Se trata de peligros derivados del cambio climático, tales como los “asociados a la pérdida de ecosistemas y biodiversidad y, en particular, de deterioro o pérdida de bienes, funciones y

servicios ecosistémicos esenciales” (disposición final cuarta de la citada *Ley 7/2021, de 20 de mayo*). Así, desde este momento deberían quedar reflejados en el régimen autonómico de protección del suelo y, por tanto, considerados a la hora de identificar los suelos de carácter natural que deban ser excluidos del proceso urbanizador.

Con ello, esta investigación tiene como hipótesis que el planeamiento tiene la capacidad de protección y preservación del suelo para disminuir el riesgo generado por los impulsores directos del cambio, así como para valorar adecuadamente los bienes-servicio facilitados por los ecosistemas para mejorar la resiliencia del territorio frente a la crisis ambiental actual.

Como tal, la resiliencia es un concepto que está presente en todos los debates actuales sobre el cambio medioambiental. Sin embargo, no existe una definición acordada internacionalmente y por ello, algunos autores la identifican como uno de esos “conceptos paraguas” que formalizan un constructo amplio utilizado para abarcar y explicar una diversidad de fenómenos que sirve para apurar o constreñir ciertas ideas y explicaciones que de otra forma necesitarían una amplia literatura (González García, 2020; Hillmann & Guenther, 2021).

En esta investigación se toma como punto de partida la definición aportada por Méndez (2012) que, en la misma línea que otros autores (Brown et al., 2012; Hamilton, 2009; Pickett et al., 2004), asume las contradicciones y complejidad del hecho urbano y territorial. Este entiende la “resiliencia territorial” como la capacidad de adaptación positiva que muestran algunas ciudades o regiones para enfrentar situaciones de crisis derivadas de acontecimientos o procesos externos, que se han visto reforzados por ciertas debilidades endógenas que las hicieron especialmente vulnerables, para resurgir fortalecidas tras un proceso de transformación interna.

El papel de los ecosistemas y su capacidad de aportación de bienes servicio se tornará esencial para esa regeneración. Los “ecosistemas” pueden definirse como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio abiótico que interactúa como una unidad funcional (Tillier & Lecointre, 2011). Estos abarcan diferentes funciones, como el crecimiento de las plantas o el abastecimiento de agua que son contribuciones directas o indirectas al bienestar y la salud de las personas.

En este campo, se denomina “capacidad de provisión de servicios” a la cabida efectiva de un ecosistema para suministrarlos en relación a su capacidad potencial (Hassan, 2005). Esta depende de la condición física, química y biológica del ecosistema en un espacio temporal concreto, así como de otras cuestiones de mayor extensión temporal como su estado en la naturaleza o las presiones antropogénicas a las que se encuentre expuesto.

La adaptación y las transformaciones a los escenarios de futuro derivados de estas presiones implican respuestas que producen cambios bruscos, inesperados y difíciles de prever al no presentar una simple relación

proporcional entre causa y efecto. Por ello, enfrentar el origen de los riesgos es crucial para aplicar estrategias de planificación. Estos peligros resultan de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro a un hecho concreto.

Con esta finalidad, tal y como señalan diversos estudios, el mapeado de estas cuestiones resulta muy útil a la hora de reflexionar sobre planificación y ordenación territorial (Burkhard & Maes, 2017; Verhagen et al., 2015). De ahí la importancia que se le da a la cartografía, tanto de los ecosistemas como de la propia planificación en este estudio.

1.2. Metodología de análisis ecosistémicos para determinar vulnerabilidades

La consideración del planeamiento como una herramienta complementaria que pueda tener en cuenta tanto las diferentes presiones sobre los ecosistemas como los aportes de estos es una cuestión que no ha sido considerada hasta el momento por la metodología de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA) respecto a su temática global de facilitar herramientas que puedan ayudar a tomar decisiones políticas de preservación y protección del medio ambiente. A fin de llevar a cabo el estudio que aquí se expone e integrar el citado factor en la “evaluación ambiental estratégica” del planeamiento, es necesario trabajar a una escala donde este se rija por las mismas reglas y cuya información sea accesible. Si bien esto a nivel europeo o nacional es francamente complejo, las posibilidades abiertas por las diferentes consideraciones y tratamientos que dan las distintas legislaciones autonómicas de suelo en nuestro país pueden considerarse un buen punto de arranque para ser trabajada la cuestión a esa escala.

La puesta en marcha metodológica tanto a nivel autonómico como regional sobre el que se quiera implementar esta evaluación exige una serie de condicionantes previos para poder obtener unas adecuadas recomendaciones de protección (Figura 1). Estos aspectos son:

- Homologación de la información de partida con la adecuación de escala necesaria. Para ello se utiliza la información disponible del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y del servidor de Infraestructuras de Datos Espaciales de Madrid (IDEE-Madrid).
- Identificación de los principales impulsores directos del cambio sobre los ecosistemas en el ámbito de estudio. Reconocidos los principales ecosistemas según el proyecto “Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services” (MAES) (Maes et al., 2014) se identifica el grado de afectación sobre ellos derivados de la transformación del hábitat, el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos, la introducción de especies invasoras y la contaminación y enriquecimiento de nutrientes (Millennium Ecosystem Assessment, 2003).

- Identificación, valoración y relevancia de los servicios de los ecosistemas. Atendiendo a la clasificación general de los aportes ecosistémicos empleada por la *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) se caracterizan los principales ecosistemas identificados según la agrupación de MAES. Se identifican un total de 5 aportes ecosistémicos de abastecimiento, 13 de regulación y 7 culturales. Estos se valoran tanto de forma independiente como teniendo en cuenta las interacciones entre cada uno de los aportes.
- Introducción del factor planificador en la evaluación ecosistémica. Tras las elaboraciones anteriores se estaría en disposición de comparar estas cuestiones con la planificación existente e identificar aquellos suelos previstos para el crecimiento con altos aportes ecosistémicos o altos problemas derivados de la pérdida de sus ecosistemas. En función de estas consideraciones, se diferencian aquellas asociadas a la pérdida de ecosistemas y biodiversidad, atendiendo a los impulsores directos del cambio vinculados al deterioro o pérdida de bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales. Para esta comparación será necesaria la superposición y/o cruce de los anteriores estudios con el planeamiento.

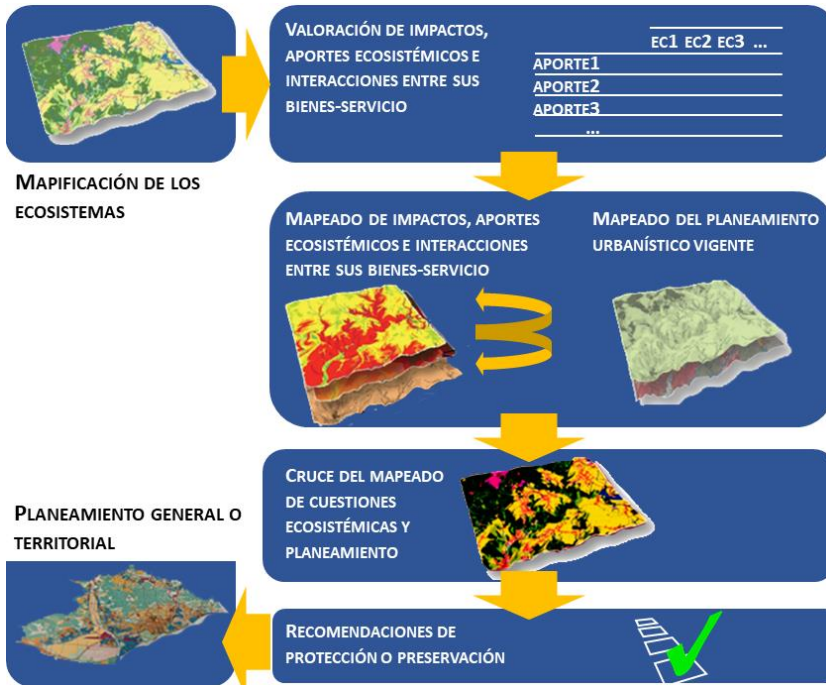


Figura 1: Representación de las distintas fases de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

2. VULNERABILIDAD ECOSISTÉMICA. UN NUEVO CONCEPTO POR INTEGRAR EN EL PLANEAMIENTO

Para identificar los suelos con valores ecosistémicos que no están protegidos por el planeamiento municipal se analizan de forma independiente las aportaciones ecosistémicas, los principales riesgos en el contexto actual y el planeamiento urbanístico que debería buscar ponerlos en valor. Para ejemplificar la comparación de estos aspectos con el planeamiento concreto de una comunidad autónoma se ha escogido Madrid. Este espacio urbanísticamente se define por la inexistencia de un planeamiento territorial integral, la inadaptabilidad del planeamiento municipal a la legislación vigente y una legislación sectorial ambiental que podría ser utilizada para lograr una mayor sostenibilidad territorial (Figura 2).

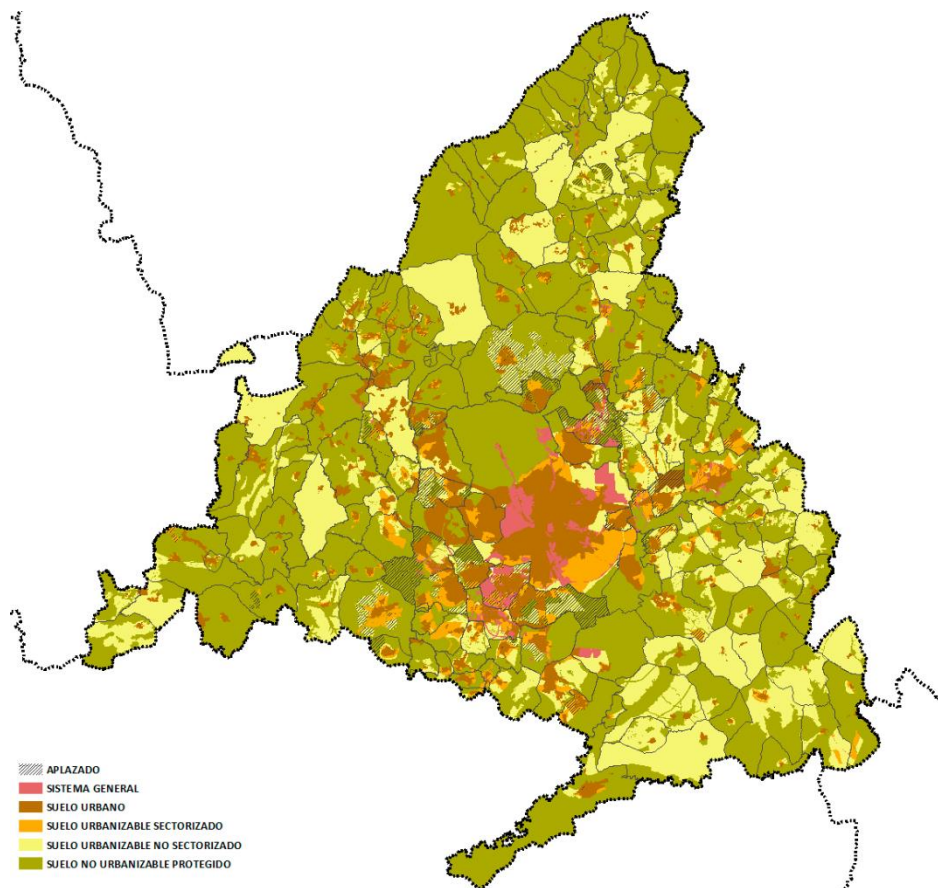


Figura 2: Planeamiento vigente en la Comunidad de Madrid (España). Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Urbanismo de la Consejería de Medio Ambiente, Administración Local y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid.

Por su parte, para la identificación de sus ecosistemas se toma la agrupación de coberturas del *CORINE Land Cover* atendiendo a las categorías analizadas y estudiadas por el proyecto MAES (Figura 3). De este modo, tanto las valoraciones de riesgos de pérdida de los ecosistemas como la de sus aportes de bienes-servicio podrán ser asignadas a cada uno de los polígonos que conforman cada ecosistema.

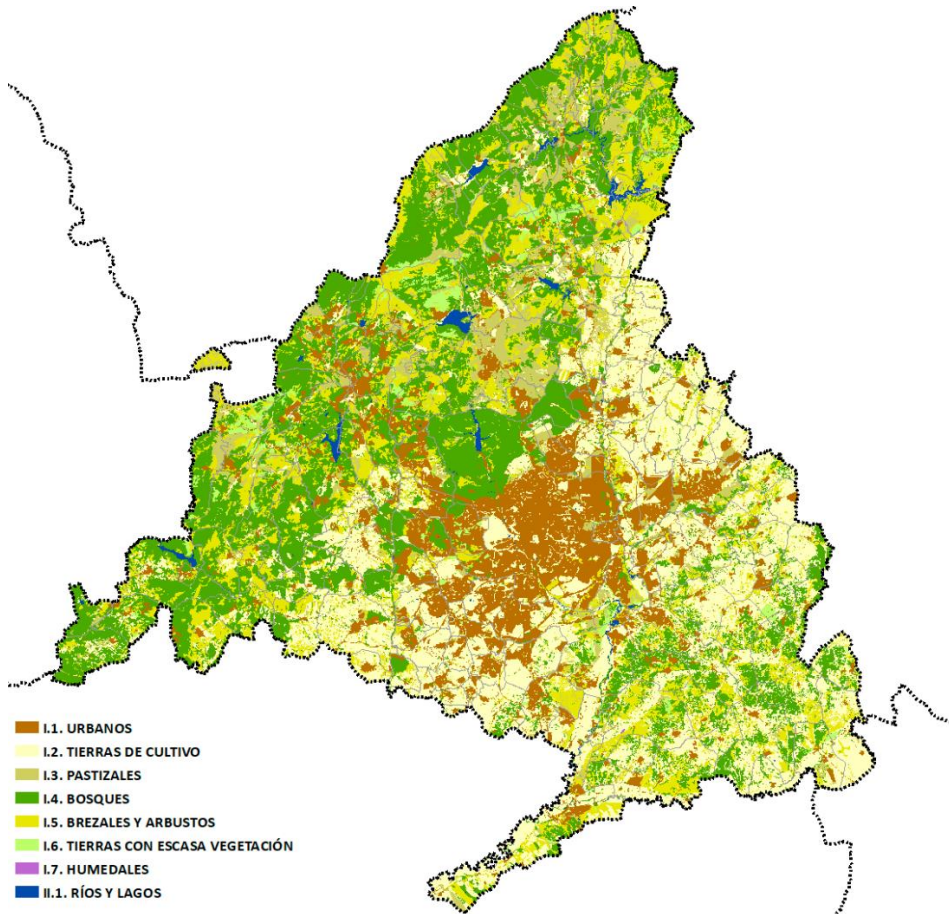


Figura 3: Principales ecosistemas de la Comunidad de Madrid. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de los proyectos *CORINE Land Cover* y MAES.

Es ahora cuando, considerando la vulnerabilidad como la propensión o predisposición a ser afectado negativamente por una serie de cambios, se pueden identificar estos dos aspectos de incidencia directa sobre los ecosistemas y la planificación que quedarían recogidas en un concepto más amplio: “Vulnerabilidad Ecosistémica por Planeamiento” (VEP).

Este concepto hace referencia a las dos cuestiones comentadas previamente e incorporadas por la legislación de suelo estatal. Por un lado, a situaciones adversas asociadas a la pérdida de ecosistemas y biodiversidad atendiendo a los impulsores directos del cambio. Este tipo de vulnerabilidad, que reduce notablemente la resiliencia del territorio, es la “vulnerabilidad ecosistémica asociada a riesgos por pérdida de ecosistemas” y se produce por el cambio o sustitución de un ecosistema por otro, siempre y cuando la capacidad resiliente futura sea inferior a la inicial.

Por otro lado, se pueden identificar también aquellos suelos que debido a esos cambios pierden la capacidad de aportar bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales. Esta es la identificada como “vulnerabilidad Ecosistémica asociados a la pérdida de recursos ecosistémicos”. Esta merma de servicios puede tener, en función de su grado, importantes efectos perjudiciales sobre la capacidad de recuperación de un territorio ante una crisis ambiental.

2.1. Vulnerabilidad ecosistémica asociada a riesgos por pérdida de ecosistemas

Los peligros naturales pueden afectar y transformar a los ecosistemas y, a su vez, perturbar sus servicios (Büttner et al., 2017). La intensidad y extensión espacial de estos impactos depende tanto de la violencia como de la frecuencia de los eventos y del estado de los ecosistemas afectados (Pickett & White, 1986). Así, las perturbaciones menores se incorporan en los ecosistemas a través de las interacciones entre riesgos naturales y características del ecosistema, manteniendo prácticamente intacta la biodiversidad y el funcionamiento característicos de esos ecosistemas y sus servicios. Sin embargo, cuando estas perturbaciones son de mayor consideración, como puede ser el caso del cambio climático, un ecosistema puede llegar a ver mermada su capacidad de recuperación o perderse y, en su lugar, desarrollarse otro ecosistema. También afecta la fragmentación a esta vulnerabilidad pues una alteración pequeña puede tener el mismo o incluso mayor impacto en ecosistemas fragmentados que una alteración mayor en ecosistemas bien conectados (Urban et al., 1987).

Los impulsores del cambio crean presiones ambientales que tienen la capacidad de cambiar la condición de los hábitats, la salud y composición de las especies de los ecosistemas, disminuyendo su resiliencia y afectando su capacidad para suministrar servicios (European Environment Agency, 2016).

La información sobre estas presiones puede utilizarse como aproximación para valorar la condición de los ecosistemas. Así, la “Evaluación de Ecosistemas del Milenio” (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) identificó las presiones más importantes, y estas se han combinado en cinco grupos: la transformación del hábitat, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos, la introducción de especies invasoras y la contaminación y enriquecimiento de nutrientes.

Aislar sus efectos no es sencillo pero a través de los Sistemas de Información Geográfica y la clasificación de hábitats propuesta por el *European Nature Information System* (Moss, 2008) trasladarlo al ámbito nacional queda simplificado notablemente (Córdoba Hernández, 2021b). A partir de estos resultados, es posible identificar los espacios que sufrirán mayores presiones en el futuro tal y como se muestra en la Figura 4 en el caso de la Comunidad de Madrid.

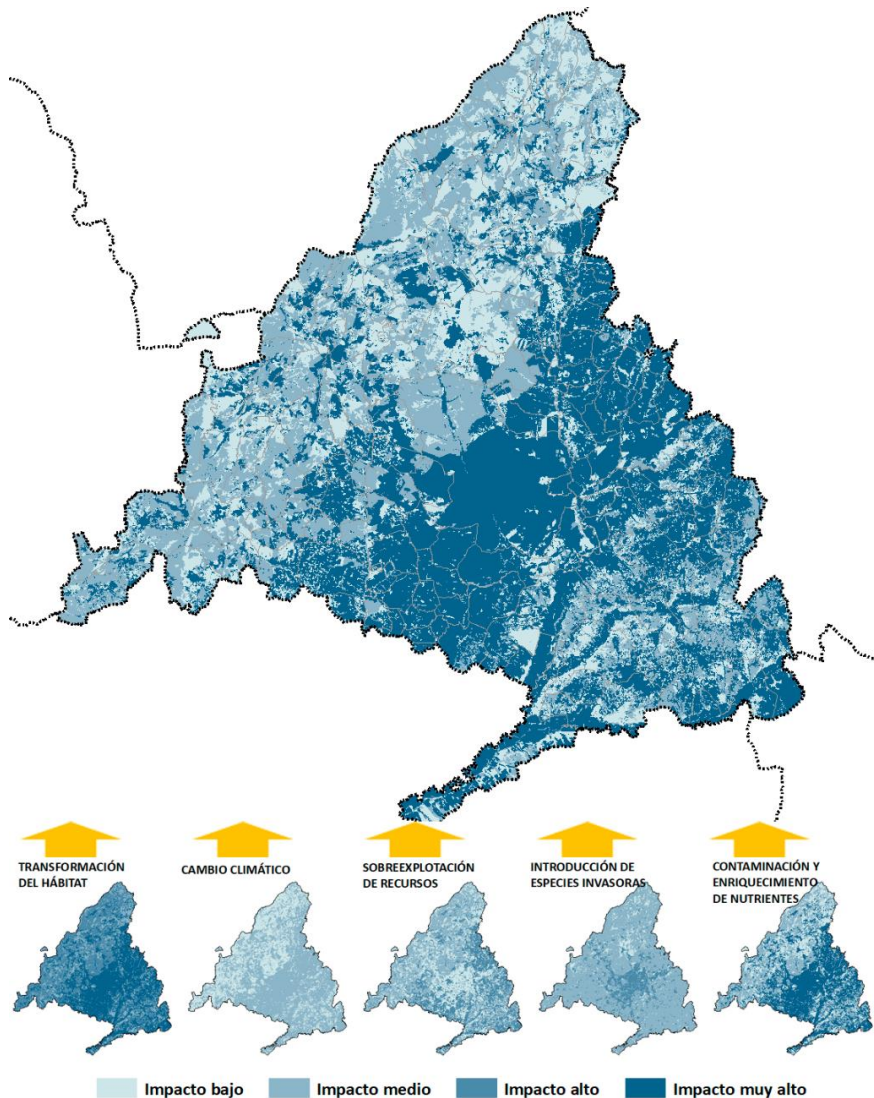


Figura 4: Evaluación de los principales impulsores del cambio sobre los ecosistemas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE14.

El territorio más afectado por estos impulsores del cambio son los ecosistemas urbanos, los cultivos, los humedales y los ríos según el proyecto europeo, por lo que la alteración de otros ecosistemas a favor de la antropización que produce la urbanización juega en contra de la resiliencia territorial.

Para identificar los efectos sobre un caso concreto se deben considerar los efectos de cada acción sobre los diferentes ecosistemas que integran ese espacio, de tal modo que puedan ser observadas de forma aislada, en caso de que el planificador quiera analizar únicamente los efectos de la transformación del hábitat, o de manera conjunta, analizando los efectos sinérgicos de las cinco acciones de forma simultánea.

Llevado el caso a una realidad, se muestra como prácticamente la mitad de la superficie de la Comunidad de Madrid tiene en la actualidad riesgos muy altos a causa de los impactos acumulativos. De este modo, el crecimiento previsto alrededor de la capital, además de sellar los suelos a su paso, condicionaría el futuro también de otros espacios. Un aspecto que se debe considerar puesto que las mayores superficies destinadas a la urbanización se concentran tanto en la propia capital como en su corona metropolitana.

2.2. Vulnerabilidad ecosistémica asociada a la pérdida de recursos ecosistémicos

La *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) considera que los servicios ecosistémicos surgen de organismos vivos (biota) o de la interacción de procesos bióticos y abióticos. La clasificación identifica tres familias de servicios: los de abastecimiento, regulación y culturales, sumando los servicios de apoyo identificados en la *Evaluación de Ecosistemas del Milenio* como parte de los procesos y funciones de los ecosistemas que caracterizan a los propios ecosistemas.

Los valores de estos servicios se obtienen utilizando una variedad de técnicas de valoración económica. Estas técnicas no ponen precio a la naturaleza, sino que se limitan a proporcionar una estimación de valor económico de un número limitado de servicios a la vez. Pese a sus limitaciones en ciertos contextos, realizar una valoración económica puede ayudar a poner la preservación de la naturaleza en igualdad de condiciones con un desarrollo urbanístico, ayudando así a los responsables de la toma de decisiones a comprender más claramente las compensaciones de cada uno de ellos. La realización de esta valoración no está exenta de controversia pues plantea una serie de importantes consideraciones éticas y culturales (Brand, 2009; Saner & Bordt, 2016).

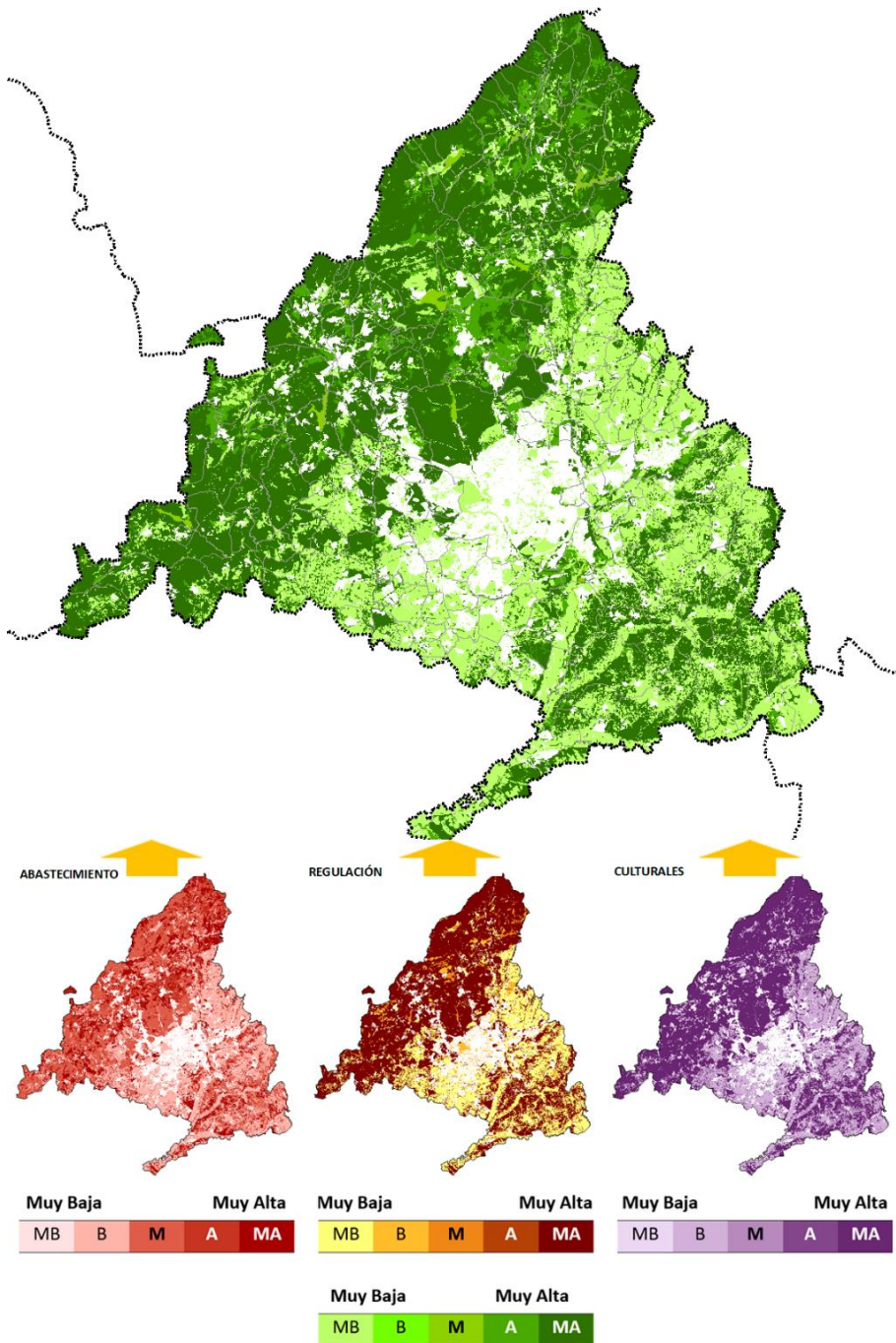


Figura 5: Valoración biofísica de los distintos aportes de cada familia de aportes ecosistémicos.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE14.

Para contar con un acercamiento territorial a la problemática de la medición de los flujos de servicios proporcionados por los ecosistemas y su cálculo del estado desde el punto de vista de su capacidad para prestar servicios se creó el *SEEA Ecosystem Accounting*. Este adopta un enfoque espacial de la contabilidad, ya que los beneficios que una sociedad recibe de los ecosistemas dependen de la relación entre esos activos y dónde se localicen los beneficiarios (United Nations, 2017).

En este caso, la territorialización de estos aspectos no pasa únicamente por la identificación de los ecosistemas, sino que además se debe identificar y valorar las aportaciones e interacciones entre estos (Bagstad et al., 2013; Ruhl et al., 2008). Estos rangos valorativos se pueden establecer atendiendo a diferentes estudios (Córdoba Hernández & Martí Guitera, 2021; Henderson, 2015; Hernández Aja et al., 2021; Jacobs et al., 2015).

El resultado de ello es una nueva cartografía donde se pueden detectar los ecosistemas más sensibles por el deterioro de sus bienes-servicio en cada una de las tres familias de aportes (Figura 5 inferior). Sin embargo, solo desde la consideración de estos servicios como algo enlazado e interconectado se puede abordar adecuadamente la protección desde la planificación. Por ello se debe ir más allá de esa visión sesgada y lograr una territorialización de aportes conjunta (Figura 5 superior).

Son los espacios de ambas sierras y al área de tensión oeste las que tienen unas mayores contribuciones de bienes-servicio en la Comunidad. Estas vienen lastradas por las altas valoraciones de sus ecosistemas, principalmente boscosos y arbustivos, que tienen importantes aportes tanto de regulación como culturales y, en el caso de los segundos, también de abastecimiento. A la contra se localizan aquellas zonas donde predominan los ecosistemas urbanos, cuyos únicos aportes considerados son los producidos por las zonas de espacios libres.

3. PROTECCIÓN ECOSISTÉMICA COMO ARGUMENTO DE RECLASIFICACIÓN

Entendiendo la resiliencia territorial como la capacidad de adaptación de diferentes regiones para enfrentar situaciones de crisis derivadas de acontecimientos externos, la protección de los aportes ecosistémicos o la reducción del riesgo por la preservación de determinados ecosistemas que trabajan mejor ante los denominados impulsores directos del cambio se hace necesaria para mantenerla o ampliarla.

Para ello es fundamental la correcta identificación de los suelos más vulnerables a estas cuestiones para poder protegerlos y preservarlos adecuadamente. Estos son los suelos urbanizables que la clasificación efectiva del suelo actual no está protegiendo pese a tener estos valores. La identificación de estos se hace por dos vías. Por un lado, la identificación de los suelos urbanizables efectivos con los que cuenta ese espacio y, por otro, la comprobación de la existencia de los valores señalados para preservarlos. Para

lograr este objetivo se toman como premisas el “principio de no regresión ambiental” sobre los suelos ya protegidos y la protección efectiva por legislación de suelo autonómica.

El “principio de no regresión ambiental” persigue garantizar que no se adopten decisiones de política legislativa, reglamentaria o administrativa que pueda disminuir el nivel de protección del medio ambiente alcanzado hasta el momento (Doreste Hernández, 2019; López Ramón, 2011). Por tanto, se consideraría que los suelos protegidos en la actualidad permanecerían también protegidos en una revisión del planeamiento.

Por otro lado, la protección efectiva por legislación de suelo autonómica hace referencia a otros considerandos de protección que pueden existir en el territorio, y que el planeamiento en cuestión no está teniendo en cuenta al no considerar la legislación de suelo vigente en el momento de redacción del documento o no tener aprobado en ese momento el planeamiento territorial/legislación sectorial que lo protegería en la actualidad, por ejemplo.

En el caso español, la planificación se caracteriza por tres niveles de formulación en líneas generales en todas las comunidades autónomas en lo que al suelo protegido se refiere y sería a través del él la manera de proteger estos espacios.

En un primer estadio se encuentra el planeamiento territorial, donde diferentes figuras limitan los usos que en ellas puedan darse como los planes de ordenación territorial y sus planes subregionales de algunas Comunidades Autónomas. Estos documentos responden a las competencias derivadas en materia de ordenación territorial que traspasó el Estado en 1978, y que, algunas Comunidades se han encargado de legislar y desarrollar a modo de propia normativa. El 64,70% de las Comunidades cuenta con este tipo de figuras a nivel regional (11 de las 17), destacando desde el punto de vista natural la planificación territorial por parte de los gobiernos autónomos insulares que, por la enorme presión turística que sufren, han centrado parte de sus esfuerzos en la conservación del paisaje, la protección del suelo rústico y la búsqueda de una oferta turística de calidad (Santiago Ramos et al., 2005).

En un segundo estadio se encontrarían aquellos suelos condicionados por la legislación sectorial como cauces de los ríos y zonas de flujo preferente, montes protegidos de utilidad pública, humedales Ramsar, vías pecuarias o la delimitación de otras protecciones ambientales como los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) o las Zonas Especiales de Conservación (ZEC).

Y, por último, se encontraría la escala de planeamiento municipal, donde los diferentes ayuntamientos han apostado por un modelo concreto de desarrollo y protección del suelo que debe estar acorde con la legislación de suelo imperante.

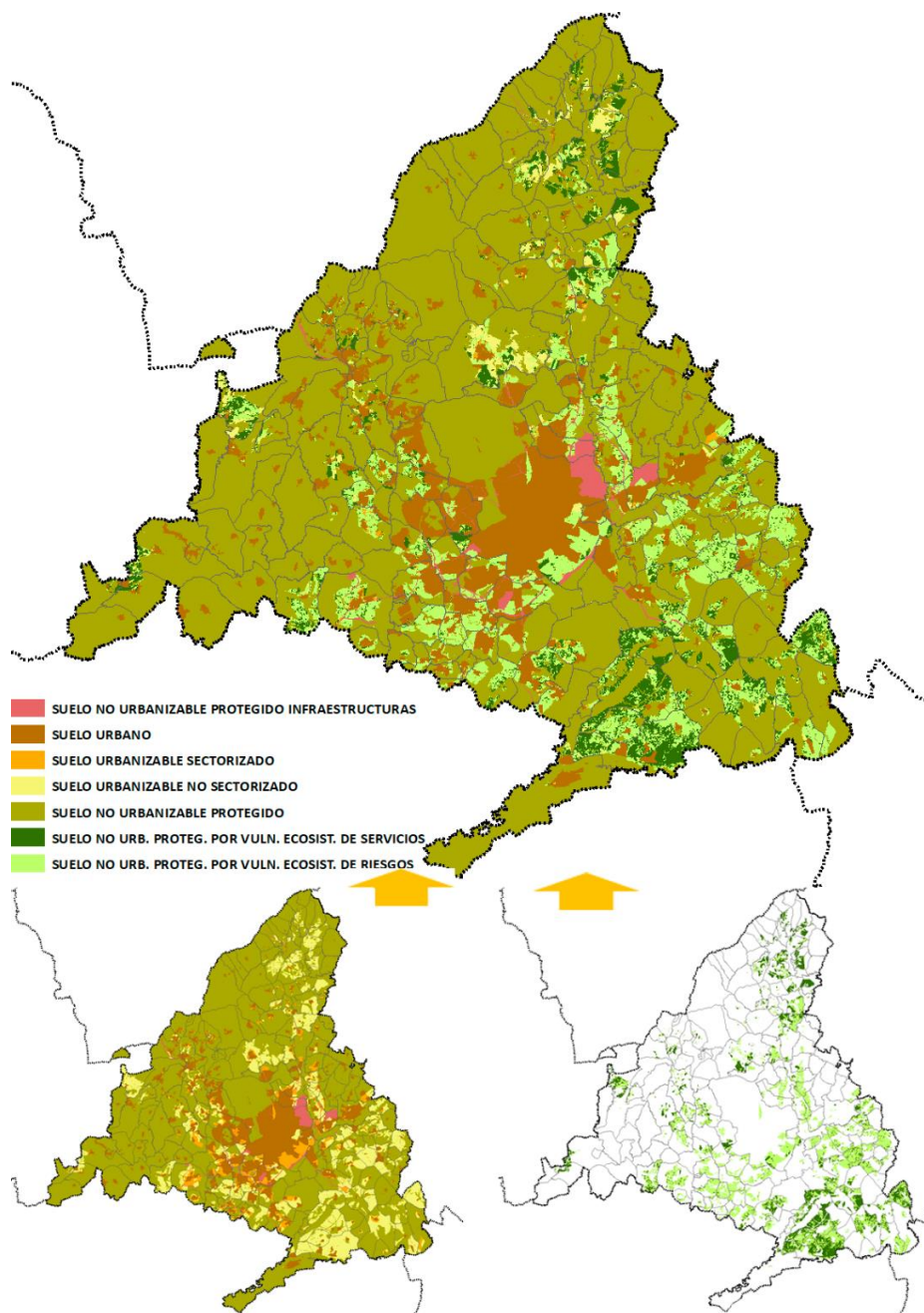


Figura 6. Formalización de la clasificación resiliente del suelo (superior) a través del planeamiento efectivo (inferior izquierda) y suelos especialmente vulnerables (inferior derecha). Fuente: Elaboración propia a partir de datos del SIOSE14, información del IDEM y Subdirección General de Planificación Regional.

En el caso madrileño, como se puede apreciar en la Figura 6 (inferior izquierda), existe una clara concentración de estos suelos en la Meseta; situación lógica dado que es también la zona que más suelo urbanizable tiene. Sin embargo, también cuenta con la mayor proporción de suelos a reclasificar y esto se debe a la poca garantía que tendría la clasificación efectiva actual en preservar tanto los ecosistemas que más aportes tienen como aquellos que resistirían mejor las embestidas de los impulsores directos del cambio. En situación diametralmente opuesta se encontraría la corona metropolitana norte. Esta zona es, por un lado, la que menor superficie tiene en carga y, por otro, la que parece beneficiarse más de la protección efectiva que tiene su planeamiento en estos momentos.

La Figura 6 (inferior derecha) muestra aquellos suelos especialmente vulnerables por las cuestiones tratadas a lo largo de este texto: la “vulnerabilidad ecosistémica asociada a riesgos por pérdida de ecosistemas” y la “vulnerabilidad ecosistémica asociada a la pérdida de recursos ecosistémicos”. Los primeros, de color más claro representan aquellos ecosistemas en riesgo de pérdida a causa de los impulsores directos del cambio localizados en suelos urbanizables. Los segundos, más oscuros, serían los ecosistemas localizados en suelos urbanizables y con muy altos aportes ecosistémicos.

La protección de ambos se formalizaría en la clasificación propuesta en la Figura 6 (superior), identificando con una nueva subclase o subtipo las razones de protección de esos suelos. Esta consideración, denominada protección resiliente, implicaría un 23,9% más de protección que en la actualidad en esta Comunidad Autónoma.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	PLANEAMIENTO VIGENTE		PROTECCIÓN EFECTIVA		PROTECCIÓN RESILIENTE	
	S (HA)	%	S (HA)	%	S (HA)	%
Urbano	98.113	12,23%	98.113	12,23%	98.113	12,23%
Urbanizable	209.764	26,14%	145.828	18,17%	18.046	2,25%
<i>Sectorizado</i>	24.343	3,03%	22.307	2,78%	2.676	0,33%
<i>No sectorizado</i>	185.421	23,11%	123.521	15,39%	15.370	1,92%
No urbanizable	494.562	61,63%	558.498	69,60%	686.280	85,52%
<i>Protegido</i>	483.351	60,24%	547.287	68,20%	675.069	84,13%
<i>Infraestructuras</i>	11.211	1,40%	11.211	1,40%	11.211	1,40%
Total	802.439	100,0%	802.439	100,0%	802.439	100,0%

Tabla 1. Cuantificación de las diferentes clasificaciones de suelo realizadas a lo largo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Dentro de las obligaciones del planeamiento está tanto la identificación de riesgos —existentes y en medida de lo posible, futuros— como dar réplica a los retos que plantea la sociedad en general y, en particular, la que debería beneficiarse de esa nueva planificación. Sin embargo, no siempre se ha estado a la altura. Esto se achaca en múltiples ocasiones a la legislación de suelo o sectorial correspondiente, pero realmente el problema no es tanto de la herramienta como de la interpretación que muchas veces se hace de ella.

Hasta la aprobación de la *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética* no se hacía mención especial a la hora de establecer los criterios básicos de utilización del suelo que se debieran tener en cuenta los riesgos asociados a la pérdida de ecosistemas y biodiversidad y, en particular, de deterioro o pérdida de bienes, funciones y servicios ecosistémicos esenciales. Ser conscientes de estos riesgos y no proteger el suelo para evitarlos sería un error para nuestro futuro, ya que son elementos fundamentales para establecer una adecuada resiliencia.

La actual falta de protección de estos se entiende como una vulnerabilidad de cara futuro y por ello se busca identificarla y caracterizarla para poder solventar el problema antes de que suceda. Una vez reconocida, la falta de protección de cualquiera de las dos consideraciones anteriores debería responder con la inmediata protección del suelo y un régimen de usos compatible con esas razones de protección.

La puesta en práctica de la metodología descrita, aplicada sobre un caso concreto como es la Comunidad de Madrid, visibiliza, por un lado, la falta de protección de diferentes suelos pese a su alto valor ecosistémico; y, por otro, la necesidad de contar con una visión de carácter territorial de la que carece este espacio para favorecer esta protección.

Entre los instrumentos o planes que podrían llevar a cabo esa ordenación territorial para la consecución de este fin en esta Comunidad figura la realización de un Plan Regional de Estrategia Territorial (PRET). Esta figura, habilitada por la *Ley 9/1995, de 28 de marzo, de medidas de política territorial, suelo y urbanismo*, pero nunca redactada, dejaba a la administración regional, junto a las competencias sectoriales, la posibilidad de impulsar acciones estratégicas como la que se plantea en esta investigación. Estas acciones podrían ser vinculantes en algún aspecto para la revisión del planeamiento urbanístico municipal, tanto en el planteamiento ecosistémico —para mejorar la resiliencia territorial como punto de partida— como en la aparición de nuevas subcategorías de suelo no urbanizable protegido, tal y como se argumentaba previamente, poniendo estas en relación con la propia legislación estatal y de cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Bagstad, Kenneth J.; Johnson, Gary W.; Voigt, Brian & Villa, Ferdinando (2013), “Spatial dynamics of ecosystem service flows: A comprehensive approach to quantifying actual services”, *Ecosystem Services*, vol. 4, pp. 117-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.012>
- Brand, Fridolin (2009), “Critical natural capital revisited: Ecological resilience and sustainable development”, *Ecological Economics*, vol. 68, nº3, pp. 605-612. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.013>
- Brown, Anna; Dayal, Ashvin & Rumbaitis del Rio, Cristina (2012), “From practice to theory: Emerging lessons from Asia for building urban climate change resilience”, *Environment and Urbanization*, vol. 24, nº2, pp. 531-556. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956247812456490>
- Burkhard, Benjamin & Maes, Joachim (2017), “Mapping Ecosystem Services”, en Burkhard, Benjamin & Maes, Joachim –eds.–, *Mapping Ecosystem Services*, Pensoft Publishers. DOI: <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- Büttner, György; Kostztra, Barbara; Soukup, Tomas; Sousa, Ana & Langanke, Tobias (2017), *CLC2018 Technical Guidelines*, European Environment Agency. Disponible en: https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/clc2018technicalguidelines_final.pdf (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Córdoba Hernández, R. (2021a), *Estructura territorial resiliente: análisis y formalización a través del planeamiento urbanístico*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. DOI: <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.69364>
- Córdoba Hernández, R. (2021b), “La vulnerabilidad ecosistémica según el planeamiento en la protección del suelo de la Comunidad de Madrid”, *Urbano*, vol. 24, nº43, pp. 18-29. DOI: <https://doi.org/10.22320/07183607.2021.24.43.02>
- Córdoba Hernández, R. & Martí Guitera, L. (2021), “Conectividad entre aportes ecosistémicos y el futuro de nuestras ciudades”, en *XIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo*, Barcelona-Bogotá, junio de 2021. DOI: <https://doi.org/10.5821/siiu.10058>
- Doreste Hernández, J. (2019), “La paulatina consolidación del principio de no regresión ambiental en la jurisprudencia española”, en *VIII Congreso Nacional de Derecho Ambiental*, Sevilla, 10-11 de octubre de 2019, pp. 553-563. Disponible en: https://www.actualidadjuridicaambiental.com/wp-content/uploads/2020/06/2020_06_Suplemento-102-2-Junio.pdf (fecha de referencia: 06-02-2022).
- European Environment Agency (2016), “Mapping and assessing the condition of

- Europe's ecosystems: progress and challenges", *EEA Report*, nº3/2016. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/mapping-europes-ecosystems> (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Feria Toribio, José María; Rubio Tenor, Marta & Santiago Ramos, Jesús (2005), "Los planes de ordenación del territorio como instrumentos de cooperación", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, vol. 39, pp. 87-116. Disponible en: <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/500> (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Fernández de Manuel, Beatriz; Peña López, Lorena; Ametzaga Arregi, Ibone & Onaindia Olalde, Miren (2020), *Guía práctica para la integración de los servicios de los ecosistemas en la formulación de planes y programas territoriales y urbanísticos*, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Handle: <http://hdl.handle.net/10810/44281>
- González García, I. (2020), "Resiliencia urbana, ¿para qué o contra quién?", en Hernández Aja, Agustín; Sánchez-Toscano, Gonzalo & Sanz Fernández, Ana – eds.–, *Resiliencia funcional de las áreas urbanas. El caso del Área Urbana de Madrid*, Madrid, Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S) de la Universidad Politécnica de Madrid, pp. 31-36. Handle: <http://oa.upm.es/63377/>
- Hamilton, W. A. H. (2009), "Resilience and the city: the water sector", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Urban Design and Planning*, vol. 162, nº3, pp. 109-121. DOI: <https://doi.org/10.1680/udap.2009.162.3.109>
- Hassan, R. (2005), *Ecosystems and Human Well-being. Current State and Trends*, Millennium Ecosystem Assessment. Disponible en: http://www.millenniumassessment.org/en/products_global_condition.aspx (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Henderson, Jordan (2015), "Avian Urban Ecology: Behavioural and Physiological Adaptations", *Biodiversity*, vol. 16, nº1, pp. 51-52. DOI: <https://doi.org/10.1080/14888386.2015.1009944>
- Hillmann, Julia & Guenther, Edeltraud (2021), "Organizational Resilience: A Valuable Construct for Management Research?", *International Journal of Management Reviews*, vol. 23, nº1, pp. 7-44. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijmr.12239>
- Jacobs, Sander; Wolfstein, Kirsten; Vandenbruwaene, Wouter; Vrebos, Dirk; Beauchard, Olivier; Maris, Tom & Meire, Patrick (2015), "Detecting ecosystem service trade-offs and synergies: A practice-oriented application in four industrialized estuaries", *Ecosystem Services*, vol. 16, pp. 378-389. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.006>

- López Ramón, Fernando (2011), “El principio de no regresión en la desclasificación de los espacios naturales protegidos en el Derecho Español”, *Revista Aranzadi de Derecho Ambiental*, nº20, pp. 13-27.
- Maes, Joachim; Teller, Anne; Erhard, Markus; Murphy, Patrick; Paracchini, Maria Luisa... & Lavalle, Carlo (2014), “Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020”, European Union. DOI: <https://doi.org/10.2779/75203>
- Méndez, Ricardo (2012), “Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana”, *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales*, vol. XLIV, nº172, pp. 215-232. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76122> (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Millennium Ecosystem Assessment (2003), *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*, Washington-Covelo-Londres, Island Press. Disponible en: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Panorama general*, Washington DC, World Resource Institute.
- Moss, Dorian (2008), “EUNIS habitat classification – a guide for users. European Topic Center on Biological Diversity”. Disponible en: https://www.eea.europa.eu/ds_resolveuid/3c99c0c44d1643b78ac088a6b71ada43 (fecha de referencia: 06-02-2022).
- Pickett, S. T. A.; Cadenasso, M. L. & Grove, J. M. (2004), “Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms”, *Landscape and Urban Planning*, vol. 69, nº4, pp. 369-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035>
- Pickett, S. T. A. & White, P. S. –eds.– (1986), *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, San Diego Academic Press. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02952-3>
- Ruhl, J. B.; Kraft, Steven E. & Lant, Christopher L. (2008), *The Law and Policy of Ecosystem Services*, Washington DC, Island Press.
- Saner, Marc A. & Bordt, Michael (2016). “Building the consensus: The moral space of earth measurement”, *Ecological Economics*, vol. 130, pp. 74-81. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.06.019>
- Tillier, Simon & Lecointre, Guillaume (2011), “Biodiversity”, en Gargaud, Muriel; Amils, Ricardo; Cernicharo Quintanilla, José; Cleaves II, Henderson James;

- Irvine, William M.; Pinti, Daniele L. & Viso, Michel –eds.–, *Encyclopedia of Astrobiology*, Berlin-Heidelberg, Springer, pp. 159-165. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-11274-4_1836
- United Nations; European Commission; Food and Agricultural Organization of the United Nations; International Monetary Fund; Organization for Economic Co-operation and Development & World Bank (2017), *System of Environmental-Economic Accounting 2012*, United Nations. DOI: <https://doi.org/10.5089/9789211615630.069>
- Urban, Dean L.; O'Neill, Robert V. & Shugart, Herman H. (1987), “Landscape Ecology: A hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns”, *BioScience*, vol. 37, n°2, pp. 119-127.
- Verhagen, Willem; Verburg, Peter H.; Schulp, Nynke & Stürck, Julia (2015), “Mapping ecosystem services”, en Bouma, Jetske A. & Van Beukering, Pieter J. H. –eds.–, *Ecosystem Services: From Concept to Practice*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 65-86. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107477612.006>