
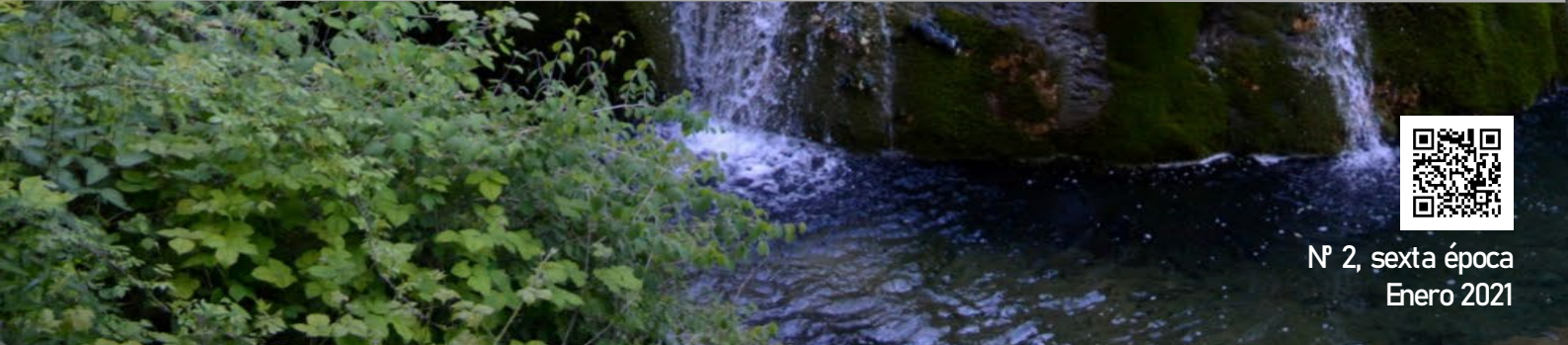


Revista de FUNDICOT Asociación Interprofesional  
de Ordenación del  
Territorio



# Cuadernos de Ordenación del Territorio

Infraestructura verde y crisis climática



Nº 2, sexta época  
Enero 2021





Asociación Interprofesional de Ordenación del Territorio

CUADERNOS DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

FUNDICOT, 2021

Universitat Politècnica de València, Escuela Técnica

Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Camino de Vera s/n, 46022,  
Valencia. Email: fundicot.secretaria@gmail.com

Depósito legal M-22.729-1981

Web: [www.fundicot.org](http://www.fundicot.org)

## Cuadernos de Ordenación del Territorio. Sexta época. Nº 2. Enero 2021

Dirección de la revista:	Enrique Antequera Terroso
Coordinación del número:	Itxaro Latasa
Diseño y maquetación:	Itxaro Latasa Zaballos y Enrique Antequera Terroso
Cubierta:	Itxaro Latasa y Manuel Borobio
Edita:	FUNDICOT
Presidente:	Joaquín Farinós Dasí
Vicepresidenta:	Itxaro Latasa Zaballos
Secretario:	Sergio Palencia Jiménez
Tesorero:	Agustín Martín Espinosa
Vocales:	Enrique Antequera Terroso; Teresa Arenillas Parra; Manuel Borobio Sanchíz; Julián Bueno Risco; Ignacio Díez Torrijos; Vicente Dómine Redondo; Pablo Fidalgo García; Purificación Gallego Martín; Eduardo García-Leonardo Tobarra; Peio Lozano Valencia; David Molina Villar; Antonio Montiel Márquez; José Luis Nicolás Rodrigo; Margarita Ortega Delgado; Esther Rando Burgos; Manuel Román Lorente; Antonio Serrano Rodríguez.
Consejo Socios de Honor	Laureano Lázaro Araujo Margarita Ortega Delgado M <sup>a</sup> del Carmen Ruiz Jaramillo Luciano Sánchez Pérez-Moneo Antonio Serrano Rodríguez Pablo Fidalgo García Juan Zumárraga Zunzunegui
Redacción y Administración	ETS de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos Universitat Politècnica de València Camino de Vera s/n 46071 Valencia <a href="http://www.fundicot.org">http://www.fundicot.org</a> ISSN 0212-0798 Cuadernos de Ordenación del Territorio se publica en soporte PDF, accesible desde nuestra página web.



Paisaje mitológico, en el País Vasco. Paraje de Bolunzulo (Vizcaya), cerca del bosque de Oma. La naturaleza se reconstruye sobre un antiguo molino del siglo XVI.

"Lamiak bizi diren lekua / El lugar donde viven las lamias" flickr photo by Txanoduna <https://flickr.com/photos/txanoduna/172067154> shared under a Creative Commons (BY-NC-ND) license



## Cuadernos de Ordenación del Territorio. Sexta época. N° 2. Enero 2021

☐	Editorial.....	I
	Enrique Antequera	
☐	La infraestructura verde: una herramienta, una estrategia y un largo camino a recorrer.....	3
	Itxaro Latasa	
☐	Infraestructura verde y medio rural.....	17
	Juan Ors	
☐	La infraestructura verde (urbana) como estrategia frente al cambio climático	31
	Pedro Calaza	
☐	Reducción del riesgo natural y del cambio climático mediante ordenación del territorio. El papel de la infraestructura verde.....	61
	Jorge Olcina y Berezi Elorrieta	
☐	The future of green infrastructure in the UE: opportunities and guidelines	79
	Ivana KaturiĆ	
☐	La Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas.....	97
	María Pita Fernández	
☐	Las infraestructuras verdes metropolitanas: claves, retos y perspectivas de un instrumento estratégico para la sostenibilidad urbana.....	109
	Santiago Ramos y Jose María Fera	
☐	Mediterranean green belt: de la visión a la realidad.....	127
	Fernando Prieto, Carlos Alfonso, Raúl Estévez Estévez y Santiago González Alonso	
☐	Revegetación urbana como soluciones de mitigación y adaptación al cambio climático.....	145
	Jon Laurenz, Daniel Roehr y Jone Belausteguigoitia	
☐	Gestión de la infraestructura verde territorial: Hacia una metodología de estudio a partir de los datos territoriales.....	159
	Anxo Méndez Villar, Francisco Castillo Rodriguez y Manuel Borobio Sanchiz	
☐	Normas de publicación de la revista	



Hamburgo, capital verde europea en 2011, se está convirtiendo en la primera ciudad verde de Europa.

La vista aérea muestra la zona de Mundsburg, al este del lago Außenalster, uno de los dos lagos artificiales que se forman a partir del río Alster.

"Rundflug Hamburg 2017" flickr photo by Florian

[https://flickr.com/photos/florian\\_the\\_great/34101131703](https://flickr.com/photos/florian_the_great/34101131703) shared under a



## EDITORIAL

El segundo número de esta sexta época de Cuadernos de Ordenación del Territorio (COT) está dedicado de forma monográfica a la Infraestructura Verde y la crisis climática y, realmente su aparición no puede ser más oportuna a la vista de la situación que desde hace un año está atravesado el conjunto de la humanidad.

Como en todos los fenómenos complejos, y una pandemia como la que estamos viviendo por necesidad lo es, no es posible encontrar una causa única a la que imputar su inicio y su propagación. Muy posiblemente, y en ello está la comunidad científica, son múltiples las circunstancias que la han propiciado. Sin embargo, en esta situación de incertidumbre, y basta seguir los canales de información para constatar hasta qué punto esto es así, hay una certeza que se ha abierto camino y sobre la que ya se ha venido advirtiendo desde hace años. En 2011, la Estrategia de la Unión Europea sobre la Biodiversidad<sup>1</sup>, comenzaba con las siguientes líneas:

La biodiversidad, esa extraordinaria variedad de ecosistemas, especies y genes que nos rodea, representa nuestro seguro de vida, nos da alimento, agua potable y aire limpio, abrigo y medicamentos, mitigando los desastres naturales, las epidemias y las enfermedades, y contribuyendo a regular el clima. La biodiversidad constituye también nuestro capital natural, al prestar servicios ecosistémicos en provecho de nuestra economía. Su pérdida y deterioro ponen en peligro esos servicios: desaparecen especies y hábitats, así como la riqueza y el empleo que obtenemos de la naturaleza, y peligra nuestro bienestar. Así, la pérdida de la biodiversidad se convierte en la mayor amenaza medioambiental planetaria, junto con el cambio climático, estando ambos inextricablemente unidos.

Frente a los peligros reconocidos y ya palpables del cambio climático, los organismos e instituciones internacionales y nacionales y también los ciudadanos, no hemos sido conscientes o por lo menos, no lo suficientemente conscientes hasta ahora, de que la otra gran amenaza a la que se enfrenta la humanidad es la de la pérdida de biodiversidad que, tal como señala la estrategia, está inextricablemente unida al cambio climático.

Como se indica en las páginas siguientes, la IV es una herramienta, no la solución. La IV constituye un eslabón más de un conjunto de propuestas y medidas que, desde diferentes instituciones, luchan por la conservación y la mejora de la biodiversidad y, en última instancia, por evitar las situaciones que ya hace años se habían vaticinado acertadamente. Así, por ejemplo, la IV ya aparece en la misma Estrategia sobre la Biodiversidad formado parte del Objetivo 2 de mantenimiento y mejora de los ecosistemas. Igualmente, aunque sin citarla de manera expresa, la IV está claramente vinculada al progreso de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Concretamente del Objetivo 11 de ciudades inclusivas resilientes y sostenibles y del 15 de gestión sostenible los bosques, lucha contra la desertificación y la degradación de las tierras y contra la pérdida de biodiversidad.

Dentro de la UE, la que más ha trabajado en el desarrollo y aplicación de la IV, un hito importante fue la aprobación en 2013 por la Comisión Europea de la "Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa"<sup>2</sup>. Este documento, aunque bastante menos categórico que la Estrategia sobre la Biodiversidad, en relación a las consecuencias de su deterioro y del cambio climático, supuso una potenciación de la legislación sobre la IV y en el orden práctico, que pasase a ser un elemento normalizado de la ordenación del territorio y del urbanismo y que se integrase de manera plena tanto en los planes territoriales como urbanísticos.

<sup>1</sup> COM(2011) 244 final

<sup>2</sup> COM(2013) 249 final

La IV, como la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas reconoce, tiene un carácter multiescalar, multisectorial y multifuncional, lo que la hace especialmente útil de aplicar en diferentes políticas tanto a escala estatal como regional y local. El Informe de la Comisión "Revisión de los avances en la aplicación de la estrategia sobre la infraestructura verde de la UE"<sup>3</sup>, publicado en 2019, se centra en las principales de ellas:

- mejora de la conectividad de las zonas Natura 2000,
- conservación de los ecosistemas ricos en biodiversidad y restablecimiento de los degradados;
- medidas de retención natural del agua y la consiguiente disminución de los riesgos de inundación
- reducción de la contaminación del agua a través de procesos naturales
- ayudar a alcanzar ecosistemas marinos sanos y, consiguientemente, generar beneficios en la producción de alimentos, el turismo y el ocio, ayudando a la mitigación y adaptación al cambio climático de las zonas costeras y al control de la dinámica litoral y prevención de catástrofes.
- reducción del riesgo de catástrofes, por ejemplo, incendios, basadas en la adaptación de los ecosistemas
- desarrollo y mantenimiento de agricultura ecológica y la silvicultura.

Señalar, en cualquier caso, que patrimonializar todos los beneficios que se puedan derivar del desarrollo generalizado de la IV, pasa necesariamente por un cambio radical y urgente de los paradigmas sobre los que se sustenta el actual modelo crecimiento, cambio que afecta tanto a instituciones públicas y privadas, como a la población a la que le corresponde una responsabilidad, y no pequeña, de la tarea.

Entrando por último en este número de COT, los nueve trabajos que pueden leerse en las casi doscientas páginas que lo integran, analizan el presente y futuro de la IV y ofrecen un amplio abanico de aplicaciones de la IV, con sus luces y sombras, en las que la IV juega un papel central. Este abanico, necesariamente no completo por las limitaciones propias de la revista, entendemos que debería servir a quien la lea para conocer el estado actual de la cuestión y diferentes formas que se han arbitrado de como la IV puede ayudar a alcanzar los objetivos para los que se pensó.

Para finalizar, quisiera agradecer, en primer lugar, a la coordinadora del número Itxaro Latasa, su trabajo desinteresado y vehemente, entendido con el significado de lleno de pasión con que define la palabra la Academia de la Lengua y que ha ido mucho más allá que su función de coordinación.

Agradecer también a los dieciocho firmantes de los artículos, sus aportaciones y su colaboración para que este número haya alcanzado finalmente el nivel de interés y de calidad que tiene.

Señalar que el próximo número de la revista, ya en marcha, tratará sobre Costas y Cambio Climático y en nuestro ánimo está que sea de igual interés que este que ahora se presenta.

Reiterar, por último, que la revista está abierta a todo tipo de aportaciones tanto por parte de los socios de Fundicot, como de los que no lo son. Todas las propuestas son recibidas con el mayor interés. El correo de contacto es [fundicot.secretaria@gmail.com](mailto:fundicot.secretaria@gmail.com).

Enrique Antequera Terroso  
Director de COT

<sup>3</sup> La Estrategia Europea sobre la IV. COM(2019) 236 final





He vuelto a ver los álamos dorados,  
álamos del camino en la ribera  
del Duero, entre San Polo y San Saturio,  
tras las murallas viejas  
de Soria -barbacana  
hacia Aragón, en castellana tierra-  
Estos chopos del río, que acompañan  
con el sonido de sus hojas secas  
el son del agua, cuando el viento sopla,  
tienen en sus cortezas  
grabadas iniciales que son nombres  
de enamorados, cifras que son fechas.  
¡Álamos del amor que ayer tuvisteis  
de ruiseñores vuestras ramas llenas;  
álamos que seréis mañana lirás  
del viento perfumado en primavera;  
álamos del amor cerca del agua  
que corre y pasa y sueña,  
álamos de las márgenes del Duero,  
conmigo vais, mi corazón os lleva ¡  
**Antonio Machado. Campos de Castilla, 1912**

#### PARAJE EN LADERAS DEL "CERRO DE LOS MO- ROS, AL PIE DEL DUERO, ENTRE EL MONASTERIO DE SAN POLO Y LA ERMITA DE SAN SATURIO.

Paraje de elevado valor paisajístico y cultural, glosado por  
Antonio Machado y uno de sus itinerarios predilectos. El  
enclave se encuentra actualmente amenazado por un  
proyecto urbanístico cuya construcción podría suponer la  
destrucción del paisaje.

Foto: "Homenaje Soria (San Saturio)" flickr photo by  
Gonzopowers

<https://flickr.com/photos/gonzopowers/3002020642>  
shared under a Creative Commons (BY) license





## BOSCO VERTICALE

Un ottimo esempio di bosco verticale è quello costruito nel 2014, al centro di Milano, dall'**architetto Stefano Boeri**, il teorizzatore della **città verde**, che ha curato vari progetti di **riforestazione** e **rinaturazione** in varie parti del mondo.

Si tratta di due palazzi con **balconi verdi**, dotati di ampie vasche, che ospitano **900 alberi** di grandi dimensioni e **20.000** tra arbusti e piante floreali. La superficie verde occupata dagli alberi del bosco verticale di Milano è di 20.000 metri quadrati.

Simbolo della rinaturazione della città, il bosco verticale è un'**oasi ricca di biodiversità**, che crea intorno all'edificio un microclima favorevole contribuendo a mitigare il clima dell'area circostante, ad assorbire anidride carbonica e a depurare gli spazi urbani dagli inquinanti e dalle polveri sottili.

Secondo l'idea di Stefano Boeri, una città con diversi boschi verticali può collegarli tra loro con una **rete di corridoi verdi e ciclabili**, che unisca i parchi pubblici con i boschi verticali, a formare una "rete di corridoi ambientali". Il bosco verticale nel 2015 si è aggiudicato un premio internazionale come "**grattacielo più bello e innovativo del mondo**".

### "BOSQUE VERTICAL" EN MILÁN

Foto: "01-bosco-verticale-1" flickr photo by EliasSchewel

<https://flickr.com/photos/41639606@No6/8538981302> shared under a

Creative Commons (BY-NC-ND) license



## LA INFRAESTRUCTURA VERDE: UNA HERRAMIENTA, UNA ESTRATEGIA Y UN LARGO CAMINO A RECORRER

Itxaro Latasa<sup>1</sup>

### 1. Introducción

El monográfico que presentamos es el resultado que culmina un proceso que arrancaba con las jornadas sobre Infraestructura Verde (en adelante IV) y Crisis Climática celebradas en Valencia los días 13 y 14 de diciembre de 2019 coorganizadas por la Cátedra de Cultura Territorial Valenciana y FUNDICOT. Actuaron como ponentes figuras relevantes del panorama nacional, e incluso europeo, en el ámbito que nos ocupa.



La relevancia del tema y el interés de las aportaciones que realizaron los participantes alentó la idea sobre la oportunidad y el interés de difundir dichas aportaciones e, incluso, de ampliar el alcance. Con este objetivo, se invitó a

distintos especialistas que actualmente trabajan e investigan en temas relacionados con la IV. Se les propuso que hicieran contribuciones en torno a cuestiones relacionadas con su diseño, implementación y gestión, en relación a lo que actualmente se consideran aspectos clave del tema.

El resultado obtenido enriquece el debate, aporta experiencias nuevas y evidencia ciertos aspectos de notable interés en relación a la IV como campo de estudio y de intervención. Nos referimos, en primer lugar, a la inter- y multidisciplinariedad desde la que se aborda ya que son numerosas las disciplinas técnico-científicas que investigan u operan en torno ella. Como señalan Garmendia et al. (2016), la IV es un concepto frontera y, por lo tanto, suficientemente plástico para ser interpretado de forma diferente entre comunidades y grupos de interés; pero lo suficientemente robusto como para permitir la comunicación entre los implicados (p. 315).

En este monográfico están presentes variados perfiles profesionales que van desde representantes del entorno investigador universitario a técnicos expertos del ámbito institucional y de la empresa privada, así como cargos directivos de la administración pública. Si hablamos de perfiles formativos, veremos que participan geógrafos, ingenieros agrónomos, arquitectos, biólogos, ecólogos y especialistas en planeamiento urbano mostrando una “confluencia interdisciplinar” que podría ser convertida en políticas y prácticas (Jim (2004, 312). De hecho, la multidisciplinariedad se reconoce como una de

<sup>1</sup> Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. Vicepresidenta de FUNDICOT.

las claves para superar los obstáculos que todavía afectan al desarrollo de la IV (Lähde, 2019).

El segundo de los aspectos que querríamos destacar alude a la complejidad e indefinición conceptual que rodea o enmarca el concepto de la IV y que se hace patente a lo largo de la lectura de los distintos artículos que conforman el monográfico. La cuestión en este caso es preguntarse sobre la naturaleza concreta de esta complejidad y sobre las posibles consecuencias o repercusiones que esta puede tener en la práctica del diseño, implementación, seguimiento y gestión de la IV<sup>2</sup>. El tema está siendo tratado en la literatura científica, donde están surgiendo planteamientos, relevantes a veces y sugerentes otras, que invitan y orientan la reflexión. El tema desborda las posibilidades de esta introducción y, por ello, nos limitaremos a señalar que el concepto de IV aparece asociado a muchos otros (Servicios Ecosistémicos (ES); Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), Urban Greening, Urban Forestry, ...), siendo en ocasiones difícil precisar la relación o las diferencias entre ellos o cuándo usar uno u otro<sup>3</sup>.

## 2. Reflexiones sobre algunas cuestiones críticas en torno a la infraestructura verde

El potencial y la importancia de la IV es un tema que podemos calificar de consenso. Ya sea en el ámbito científico, técnico o político, casi nadie discute la necesidad y los beneficios que el incremento y la mejora de la IV producirá en el medio ambiente, en la sociedad y en la propia economía. Medida o evaluada en función de los

servicios ecosistémicos (SE) que proporciona, de las cantidades de CO<sub>2</sub> que se dejan de liberar a la atmósfera o de la escorrentía que evita, de la mejora de la calidad de vida en las ciudades o de los beneficios en el ámbito de la salud mental.... todo parecen ventajas reconocidas, aunque no siempre bien evaluadas (salvo cuando se realizan en términos monetarios).

Pese al consenso mencionado, y aunque se han escrito cientos de publicaciones científicas sobre el concepto de infraestructura verde (Szulczewska, Giedych, y Maksymiuk, 2017) y sobre sus beneficios, esta cuestión aún se halla lejos estar resuelta. Como señalaba Mell solo hace tres años, "Most of all we must continue to illustrate the value of GI to partners, advocates and politicians to ensure that it continues to form part of the discussion of planning delivery mechanisms" (2017, 142). Significativas al respecto son también las palabras de Ivana Katirik en este mismo monográfico: "As NBS are not yet a standard form of solution used in urban planning". El monográfico que presentamos participa de esta idea, es decir, de la necesidad de profundizar en el análisis y en la investigación del presente y futuro de la IV, de forma particular en su función frente a la crisis climática que ya estamos viviendo.

La abundancia de publicaciones sí es, en buena medida, resultado y reflejo del avance que se ha producido en el ámbito de la IV (más a nivel teórico y conceptual que a nivel práctico, de diseño e implementación). Pero, en realidad, debemos reconocer que estamos muy al inicio de un camino que pasa por revertir "the ongoing attrition of environmental quality poses

<sup>2</sup> Matthews y Byrne (2015, 157) se muestran prudentes al respecto: "Until now, definitional ambiguity has not created substantial problems, perhaps because it has allowed an inclusive dialog about the benefits of urban greening generally (Wright, 2011). But growing confusion among planners and policy makers about what constitutes green infrastructure could stymie future action on climate change adaptation, because it: (i) muddies existing programs and initiatives that pertain to green-space more broadly; (ii) feeds path dependency – because it can

simply bolster existing programs; and (iii) potentially stifles innovation".

<sup>3</sup> Para Escobedo et al. (2019) se trataría de metáforas o términos que deben ser usados en función del contexto o de la audiencia. Véase también una aproximación reveladora al tema en: Badoo, D.L., Nita, A., Iojă, C.I., Niță, M.R. (2019) Disentangling the connections: A network analysis of approaches to urban green infrastructure. *Urban Forestry and Urban Greening*, 41, 211-220.



some of the most complex and pressing challenges facing societies and policymakers across the globe” (Lennon y Scott, 2014, 563). Por eso, aunque existen motivos para ser optimistas, existen también algunas cuestiones críticas que pueden moderar nuestro entusiasmo y mantenernos alerta. Nuestro objetivo es espolpear la reflexión en torno a una estrategia (y esta sería una de las cuestiones) en la que creemos, pero cuya implementación no es tan evidente como puede parecer en algún momento.

Es cuanto menos provocadora la afirmación de Meerow (2020), quien sostiene que en ocasiones se presenta la IV como la panacea para afrontar los retos sociales y ambientales cuando la realidad sería, para esta autora, mucho más compleja e inherentemente política. No parece difícil llegar a esta conclusión cuando nos hacemos conscientes de las elevadas expectativas que se depositan en la IV, en su carácter multifuncional, en su capacidad para promover un diálogo cada vez mayor entre planificadores, desarrolladores y policy-makers, para catalizar la transformación del modo en que se organizan los sistemas de planificación territorial y urbana y de la manera en que los profesionales conciben en mundo en el que actúan (Lennon, 2015), en su valor para guiar el desarrollo urbano proporcionando un marco y oportunidades para el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza y para integrar el desarrollo urbano, la conservación de la naturaleza y la promoción de la salud pública (Tzoulas et al., 2007). Entendemos que una idea similar a la de Meerow es la que expresa Mell (2016) cuando afirma que la IV se ha posicionado como el mejor de los enfoques (el que vale para todo, el go-to approach), el referente en la planificación del paisaje contemporánea, porque aborda de forma holística y simultánea el cambio climático, el desarrollo social o la valoración económica.

Es cierto que, si nos fijamos, la mayoría de las afirmaciones en torno a las ventajas y beneficios de la IV se enuncian en términos posibilísticos y de potencial y, por ello, quizás sería

exagerado hablar de un optimismo desmesurado; y sería exagerado porque, si se cumplen las condiciones y requisitos para que la IV pueda cumplir las mejores expectativas, el potencial se hará realidad. En cualquier caso, esta línea de análisis y reflexión nos lleva a una mayor conciencia de los posibles obstáculos, carencias y, en definitiva, de cuál es la vía por la que deben avanzar la investigación y la práctica en el diseño, implementación y gestión de la IV. La primera de las posibles carencias, como señalan Lennon et al. (2015), es el limitado interés que la investigación ha prestado a los procesos de toma de decisiones o a las herramientas para mejorar la IV en el marco de la planificación espacial: “Yet when it comes to planning green infrastructure, there seems to be a gap between theory and practice” (Meerow, 2020, 3).

Por otro lado, la implementación de una IV que cumpla las expectativas que habitualmente se depositan en ella no es una cuestión puramente técnica o científica o, ni siquiera, económica o exclusivamente política. El éxito exige un complejo proceso de cambio que implica a todos los ámbitos mencionados y a toda la población. No somos originales en esto; se trata más bien de un clamor. Miremos, sin ir más lejos, los planteamientos que en este sentido se han realizado en la recientemente aprobada Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), donde se dice que dicha Estrategia está destinada no solo “a promover e implementar un cambio en el modelo de ordenación y planificación, territorial” (2020, 118). Lleva las expectativas mucho más lejos al añadir que dicho cambio se enmarca en un proceso hacia la transición ecológica del modelo de desarrollo. En un sentido similar se pronuncian Lennon et al. (2015, 855):

However, such a GI approach moves planning beyond a simple recalibration of contemporary modes of thinking and doing. Rather, it involves a ‘transformation’ in the

ways spatial planning systems are structured and how practitioners conceive the world in which they act in and upon.”

Planteamientos de este tipo nos permiten concluir que la IV es un hito, es una herramienta y también una estrategia, pero es solo una pieza de un engranaje y de un proceso mucho más complejo que afecta a la forma de habitar nuestro mundo y de relacionarnos con la naturaleza. Solo desde la perspectiva de una modificación de algunos patrones del modelo político y socioeconómico dominante se pueden entender las expectativas que se generan en torno a la IV. Que la IV se convierta en el eje transversal, “fundamento para el resto de políticas sectoriales y territoriales” (Uriarte Ricote, 2014, 2.876) exige un nivel de coordinación y cooperación poco habitual entre los ámbitos sectoriales de la administración<sup>4</sup>.

Los procesos de cambio que afectan a la relación del ser humano con su entorno son especialmente complejos. Los hábitos adquiridos durante siglos, los intereses particulares y colectivos y la dificultad inherente a las decisiones que implican conflictos entre las funciones de la IV constituyen solo algunos de los obstáculos de difícil resolución. Fernando Prieto, director del Observatorio de Sostenibilidad y autor de uno de los artículos de este monográfico, no esconde su sentimiento pesimista cuando afirma que:

Desde hace 30 años solo se ha avanzado en la concienciación, pero muy poco, o nada, en el tratamiento del problema. Y los científicos nos recuerdan que todo se determinará en los años venideros. El cambio de

rumbo no es sencillo, ya que nuestro mundo moderno ha ido muy lejos en el exceso y se antoja complicado ese cambio en tan poco tiempo como disponemos<sup>5</sup>.

En línea con la idea de la dificultad, algunos autores nos advierten, por ejemplo, de que la planificación destinada a cumplir múltiples objetivos no es un simple problema técnico ya que acarrea conflictos, inclusiones y exclusiones, tiene ganadores y perdedores y puede exacerbar injusticias ambientales y socioespaciales para ciertos grupos sociales. Por otro lado, alcanzar los objetivos de conservación de la biodiversidad frente a demandas competitivas de otros usos del suelo implica decisiones políticas duras en las que no siempre es posible alcanzar soluciones que satisfagan a todas las partes implicadas (Garmendia et al., 2016). Este tipo de contrapartidas, o de consecuencias indeseadas incluso, exige, en opinión de Meerow (2020), que se preste más atención a la política de planificación de la infraestructura verde: los procesos de toma de decisiones que determinan qué resultados de rendimiento se priorizan, dónde se ubica la infraestructura verde y quién se ve afectado como resultado.

Sirvan estas breves reflexiones, como señalábamos previamente, no para perder las ilusiones y la esperanza sobre el futuro de la IV y los beneficios que nos reportará, sino para reflexionar y hacernos conscientes de que queda un largo camino por recorrer y de que la investigación sobre ella necesita de esfuerzos coordinados y de iniciativas, análisis y propuestas como las que se recogen en el presente monográfico. En este sentido, nos resulta extremadamente

<sup>4</sup> Un estudio realizado por la empresa Ekolur (por encargo del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda), con el fin de elaborar una propuesta metodológica para la identificación y representación de la IV en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), plantea directamente este problema y nos ofrece un ejemplo concreto. “En la práctica, la falta de coordinación entre las administraciones conlleva, por ejemplo, que un espacio (o hábitat) se ordene, planifique y gestione

de manera independiente y no coordinada entre regiones o administraciones involucradas (como el estuario de Txingudi-Bidasoa, espacio Natura 2000 CAPV y en Francia)”. Ekolur, 2016, 66)

<sup>5</sup> Prieto, F. (2019). Make Spain green again. Recuperado de [https://www.infolibre.es/noticias/opinion/blogs/insostenible/2019/06/25/make\\_spain\\_green\\_again\\_96345\\_2007.html](https://www.infolibre.es/noticias/opinion/blogs/insostenible/2019/06/25/make_spain_green_again_96345_2007.html)



sugere el planteamiento que realizan Lennon y Scott (2014), quienes extienden uno de los principios claves de la IV, concretamente la conectividad espacial, al ámbito escalar y al de la cooperación.

La conectividad se convierte así en un triple principio. En primer lugar, estaría el principio más conocido, el de la conectividad espacial, que se refiere al sistema de elementos físicamente conectados a lo largo del paisaje que permiten la bioconectividad y la continuidad ambiental. En segundo lugar, Lennon y Scott (2014) hablan de la conectividad escalar, que se refiere específicamente a la integración de las iniciativas locales de planificación de la IV con las de ámbito regional, nacional y supranacional. Por último, la conectividad institucional se relaciona con la multiplicidad de relaciones y conexiones operacionales entre diferentes organizaciones administrativas, que deben superar las fronteras administrativas y que son necesarias para mejorar los beneficios y las funciones de la IV.

### 3. Aportaciones al monográfico

El potencial y la importancia de la IV en la adaptación y en la mitigación del cambio climático es un hecho ampliamente reconocido y aceptado. Todas las aportaciones al presente monográfico abordan la cuestión de una forma u otra, desde aproximaciones propias del campo disciplinar de los autores/as. Más allá de este nexo común, las aportaciones a este monográfico se enmarcan en tres ejes temáticos:

- Infraestructura verde, ordenación territorial y cambio climático
- Presente y futuro de la infraestructura verde: políticas, iniciativas y estrategias
- La práctica del diseño, implementación y la gestión de la Infraestructura Verde

#### 3.1. Infraestructura Verde, ordenación territorial y cambio climático

En este primer bloque se incluyen tres artículos que abordan la IV en el marco de una

concepción integral de la planificación territorial -sostenible- con especial atención y sensibilidad hacia las funciones de la IV en la crisis y cambio climáticos. En primer lugar, Juan Ors aporta el artículo "Infraestructura verde y medio rural"; a continuación, Pedro Calaza ha desarrollado su artículo en torno a "La IV (urbana) como estrategia frente al cambio climático". Por último, Jorge Olcina y Berezi Eloorieta firman un texto de título muy descriptivo: "Reducción del riesgo natural y del cambio climático mediante ordenación del territorio. El papel de la infraestructura verde".

Hemos seleccionado el trabajo de Juan Ors como entrada del monográfico fundamentalmente por dos razones. En primer lugar, por el carácter introductorio del texto, en el sentido de que el autor rastrea la trayectoria reciente de la IV, consagrando una buena parte del artículo a la presentación de los conceptos e instrumentos en los que se sustenta y que han contribuido a una concepción de la relación de la humanidad con los ecosistemas basada en una "gestión activa del medio con objetivos definidos y razonables" que demanda una política territorial integrada.

En segundo lugar, por la lectura crítica que hace este autor de determinados aspectos relacionados con la IV, tanto en lo que se refiere a su aproximación teórico-conceptual como a los procesos político-administrativos de su materialización práctica y porque, precisamente, a lo largo del texto, el autor nos recuerda, en repetidas ocasiones, que existen numerosas y diferentes formas de acercar/aproximarse a la IV. El "punto de vista" o enfoque utilizado en la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana le sirve como ejemplo de un buen hacer que no se convierte en "otro invento verde que debe buscar su lugar en la maraña burocrática y en las prioridades políticas".

A Juan Ors le preocupan especialmente las funciones de la IV en el medio rural, en lo que él denomina "ámbito rural olvidado", donde se espera que la IV sea algo más que vertebración

territorial, especialmente en las áreas alejadas de la dinámica socioeconómica principal. La necesaria superación de la imagen asistencial del medio rural le lleva a la reflexión directa sobre el valor de los servicios ecosistémicos y al pago sobre el valor de dichos servicios. Las conclusiones quedan claras en lo que respecta al derecho que tiene el ámbito rural de que se le satisfagan convenientemente los servicios ambientales que proporciona la IV a la población que se beneficia de ellos.

En el segundo de los trabajos, Pedro Calaza nos recuerda que estamos ante un concepto -el de IV- que, además de tener profundas raíces históricas, es un constructo intelectual -a veces interesado y en general muy mediático- que ha sido definido de más de veinte formas distintas. Para ejemplificarlo, Calaza compara las definiciones más generalizadas en los ámbitos estadounidense y europeo, no muy lejanas en el tiempo. Mientras la definición creada por Benedict y McMahon (2012) se centra en el detalle de los elementos de lo que se define como el soporte de vida natural de la nación, la definición de la UE señala en primer término, enfatizándolo, el carácter planificado y estratégico de la red. Automáticamente se hace evidente, y la definición así lo recoge, la importancia del diseño y la gestión, de modo que la IV cumplirá mejor o peor sus funciones como resultado de la calidad del diseño y de los instrumentos de implementación y gestión que se utilicen. Pero más allá de lo acertado de las definiciones, a Calaza le interesa/importaba que los objetivos verdes no se queden en carreras mediáticas y luchas entre ciudades; que el movimiento sirva realmente para cambiar la forma de planificar las ciudades, más allá de reverdecerlas.

Tras una larga reflexión sobre el concepto, Calaza centra el artículo en el análisis de las funciones que puede cumplir la IV ante el mayor (¿si no el mayor, sí quizás el más urgente?) de los retos que amenaza el planeta en estos momentos: el cambio climático, que, sin embargo, debemos entender estrechamente conectado con el resto de amenazas: "la sequía, la energía,

la salud global, la seguridad alimentaria y el empoderamiento de las mujeres... Las soluciones a un problema deben ser las soluciones a todos los problemas..."

Calaza esboza, enumera, algunas de las dramáticas consecuencias del cambio climático: "La situación es crítica y realmente percibida como una gran amenaza; se requieren acciones directas e inmediatas para hacerle frente y precisamente la IV es una buena oportunidad". Algunos de los foros internacionales sobre el tema o de las instituciones gubernamentales implicadas son, para Calaza, buena muestra de una preocupación compartida pero insuficientemente atendida. Un relato o discurso entre el pesimismo y el optimismo. El pesimismo o desaliento de comprobar los pobres resultados obtenidos pasados doce años desde que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) advirtiera sobre el escaso plazo de tiempo disponible para limitar el incremento de la temperatura media mundial por encima de 1,5 grados. El optimismo, la visión positiva, alentadora, motivadora, surge de la idea de oportunidad que nos ofrece la IV, como herramienta, como una red "estratégicamente diseñada" para mitigar los efectos del cambio climático, para adaptar las ciudades al mismo, para mejorar la calidad ambiental, la salud y el bienestar. El autor se centra en las ciudades, en lo que llamamos IVU, precisamente porque, como él mismo señala, "la batalla global por la sostenibilidad se ganará o perderá en las ciudades", que representan el 2% de la superficie terrestre, pero es donde se producen el 75% de las emisiones de carbono".

Lejos de la ingenuidad de creer en soluciones únicas, universales, garantizadas, el texto de Calaza nos alerta de la incertidumbre con respecto a los efectos precisos que determinadas actuaciones sobre la IV pueden suponer; lo hace igualmente en relación a la necesidad de estrategias globales, integradas: la IV es herramienta fundamental, pero

las políticas urbanas sobre mitigación del Cambio Climático deben centrarse de



forma expresa en las fuentes de contaminación (tráfico, industrias, sistemas de calefacción, etc.), y con más énfasis que en los denominados “sumideros” (soluciones para absorber o contrarrestar los contaminantes, pero con capacidad muy limitada).

En el tercer artículo del bloque, Jorge Olcina y Berezi Elorrieta encaran una de las cuestiones que podemos considerar críticas en relación al tema que nos ocupa: el papel de la ordenación del territorio como herramienta para planificar el diseño y la función que puede tener en cada territorio la IV de cara a la mitigación del cambio climático y a su adaptación. La mejora producida durante las últimas décadas en los métodos y procedimientos de la ordenación territorial permite en la actualidad la adopción de enfoques no estructurales, más adaptados a la dinámica socio-económica y ambiental de los territorios. Se habría dado un paso, en muchos países, de concepciones básicamente económicas de la planificación territorial a posiciones que valoran los recursos naturales y el patrimonio histórico-artístico como piezas principales de los territorios que pueden admitir nuevos usos compatibles con la protección.

De este artículo merece la pena destacar también el análisis de la relación entre la IV y el paisaje y la función de ambos como estrategias ante el cambio climático. La IV sería, junto con el paisaje, uno de esos nuevos elementos incorporados a la ordenación territorial y un instrumento básico e inicial de todo proceso de planificación. Existiría entre ambos una conexión conceptual y aplicada, en tanto que la IV se define “como una red interconectada constituida por paisajes de gran valor ambiental, cultural y visual”, que no solo integra el conjunto de paisajes, sino que diseña la conexión entre los mismos.

Ejemplifican esta conexión entre IV y paisaje a través de la Estrategia Territorial de la Comunidad de Valencia, que señala como uno de los objetivos principales de la política de paisaje la definición de la IV. Este objetivo se habría materializado, en el caso valenciano, en lo que

consideran “Un ejemplo de adaptación al cambio climático mediante la planificación territorial: el Plan de Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana”. Este instrumento, conocido habitualmente como PA-TIVEL, ejemplifica el uso de la información sobre riesgos naturales y cambio climático como base para el diseño de la IV. Se habrían delimitado así las piezas esenciales de la IV del litoral, basándose, entre otros, en las estimaciones de riesgos por deriva litoral, por efectos de temporales marítimos y en las áreas situadas por debajo de 1 m sobre el nivel del mar e identificadas en el *Informe de efectos del cambio climático en la costa española*.

Mediante este y otros ejemplos, Olcina y Elorrieta hacen hincapié en la función instrumental de la IV en todos los aspectos relacionados con la ordenación territorial y la planificación sostenibles y con la mitigación y adaptación al cambio climático.

### **3.2. Presente y futuro de la Infraestructura Verde: políticas, iniciativas y estrategias**

Una serie de tres artículos que se centran en las claves, los retos y las perspectivas de la IV. Tres textos que nos hablan del presente y del futuro de esta herramienta desde tres enfoques y escalas distintos, pero que coinciden en muchas de sus afirmaciones. Presentaremos, en primer lugar, el texto de Ivana Katuric, que hace una lectura de la situación actual y una previsión de futuro en base al análisis de las políticas e iniciativas europeas relacionadas con la IV: “The future of green infrastructure in the EU: opportunities and guidelines”. En segundo lugar, María Pita nos habla de las perspectivas españolas a través de la recién estrenada “Estrategia Nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas”. Por último, Santiago Ramos et al. abordan las claves y los retos en base al análisis del tratamiento que ha recibido la infraestructura verde en una serie de planes de escala supramunicipal: “Las infraestructuras verdes metropolitanas: claves, retos y

perspectivas de un instrumento estratégico para la sostenibilidad urbana”.

Los tres textos argumentan de distintas formas que la conectividad no entiende de barreras institucionales, de escalas o de barreras físicas; que la cooperación entre agentes, territorios y estados es imprescindible y que sin coordinación entre instancias político-administrativas las soluciones fallan.

Ivana Katuric nos presenta la IV desde un enfoque muy al uso entre algunos investigadores y, de forma particular, en los textos de la Unión Europea: un punto de vista que refleja la complejidad conceptual a la que aludíamos al inicio. Nos referimos al enfoque que considera la IV como una parte de lo que se denominan soluciones basadas en la naturaleza. Definidas como “a way to address societal challenges with solutions that are inspired and supported by nature as well as cost-effective and simultaneously providing environmental, social, and economic benefits, thereby contributing to building resilience.”

Sin dejar de reconocer la grave situación ambiental y climática en la que nos encontramos, Ivana explora el futuro de la IV en términos de oportunidades y en base al análisis de algunas de las políticas e iniciativas de la Unión Europea relacionadas con esta temática.

Oportunidad, en primer lugar, porque, como explica la autora, los beneficios de la IV se contabilizan en los tres pilares de la sostenibilidad: ambiental, social y económico. Y, en segundo lugar, porque, en lo que respecta a la Unión Europea, se han desarrollado numerosos programas y mecanismos para financiar su implementación. Y ello es así porque se reconoce como uno de los elementos claves en la mitigación del cambio climático, en la mejora de la calidad de vida y en el logro de un desarrollo sostenible. La IV es también “a key step towards achieving success of the EU Biodiversity Strategy for 2030, the main objective of which is bringing nature back into our lives”.

En clave de oportunidad, el artículo presenta una panorámica de los programas e

instrumentos europeos que proporcionan soporte al desarrollo de la IV. El Pacto Verde Europeo, por ejemplo, que incluye entre sus objetivos la integración de la biodiversidad en todos los ámbitos políticos, tiene la IV como una de las herramientas principales para conseguir dicho objetivo. La Política de Cohesión, principal política de inversión de la Unión Europea, proporciona importante soporte y oportunidades para la implementación de la IV en el ámbito europeo. En el caso de la Agenda Urbana Europea, uno de los ejes temáticos se ocupa del uso sostenible del suelo y de las soluciones basadas en la naturaleza (SUL\_NBS). La IV se convierte así en elemento y herramienta clave para construir espacios urbanos sostenibles que integren la ciudad con su entorno natural.

La revisión de la agenda urbana europea le permite a Ivana Katuric mencionar algunas de las conclusiones del eje temático (SUL\_NBS) que revelan el lado más oscuro o débil con respecto a la implementación de la IV y de las soluciones basadas en la naturaleza. El hecho es, según señala la autora, que las soluciones basadas en la naturaleza no son todavía una forma estándar de solución dentro del planeamiento urbano, circunstancia que la autora relaciona con el hecho de que el concepto no ha sido incorporado de forma integral en la actual legislación europea. La oportunidad viene ahora de mano del conocimiento y de la experiencia acumulada, volcada en los informes y evaluaciones realizados por los distintos partenariados temáticos, por la Comisión Europea y por la Red Europea de Conocimiento Urbano. En concreto, el partenariado (SUL\_NBS) ha elaborado una guía que reúne información relativa a la financiación, al marco de referencia y a ejemplos de buenas prácticas de proyectos que aplican las soluciones basadas en la naturaleza en distintas ciudades europeas. Otros instrumentos como el borrador de la nueva Carta de Leipzig o de la Agenda Territorial 2030 son igualmente prometedores en lo que se refiere al impulso que aseguran de cara al desarrollo de la IV. Pese a todo, existen debilidades y problemas que obstaculizan la mejora en su implementación.



Desde esta certeza, la autora concluye su artículo con un conjunto de directrices clave y una guía sobre los recursos financieros disponibles para la implementación de las soluciones basadas en la naturaleza, de las que la IV forma parte.

En el segundo artículo del bloque, María Pita aporta su experiencia a través de un artículo sobre la "Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas" desarrollada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (recién aprobada mientras escribimos estas líneas).

El artículo contextualiza la Estrategia Nacional en el marco de la política europea de medio ambiente, de los numerosos y diversos instrumentos que se han creado en este ámbito y, sobre todo, en el contexto de un balance que no niega los avances conseguidos, pero denuncia la persistencia de una tendencia a la degradación de los ecosistemas y los servicios que prestan, acompañada de una disminución alarmante de la biodiversidad a nivel mundial.

Frente a una realidad dura e incuestionable, la autora nos presenta la IV como un concepto y una herramienta que, si bien no son nuevos, sí presentan cierto carácter, podríamos decir, definitivo. De hecho, desde la Unión Europea, en la reciente Estrategia Europea de Biodiversidad a 2030, se

reconoce nuevamente el desarrollo de la IV como una de sus herramientas principales para mitigar el impacto de los desastres naturales, aumentar la conectividad ecológica y desarrollar métodos, criterios y estándares para describir los elementos esenciales de la biodiversidad, sus servicios, valores y usos sostenibles.

A estas funciones hay que añadirles los beneficios que se derivan en relación a la mejora de la calidad de vida, a la habitabilidad de los entornos urbanos y periurbanos o, en el ámbito económico, a las posibilidades de generación de riqueza y empleo. Se trata, por tanto, de una

herramienta que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales; tiene, igualmente, un valor educativo, en el sentido de que puede ayudar a comprender el valor de los beneficios que nos aporta la naturaleza y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos. Como señala María, este reconocimiento desplaza el discurso y el fondo desde la moral y la ética hacia el instinto de supervivencia colectivo.

Más allá de los detalles sobre los objetivos y metas de la Estrategia Nacional, este artículo nos muestra que se trata de una herramienta de ordenación territorial que busca el consenso y la coordinación entre territorios, actores y niveles de competencia, como condiciones imprescindibles para lograr los objetivos de multiescalaridad e intersectorialidad que caracterizan la IV. Teniendo en cuenta que, como señala la autora, una de las problemáticas más comúnmente identificada en el diagnóstico ha sido la falta de conocimiento en muchos aspectos relacionados con los servicios ecosistémicos, la conectividad o la restauración ecológica, la Estrategia sería la herramienta para implicar, coordinar y consensuar, objetivos, protocolos y metodologías. Una simple lectura de las 8 metas y los 4 objetivos que fija la Estrategia es suficiente para advertir la abundancia de términos y expresiones relacionadas con la armonización, el consenso, la coordinación o la coherencia. La intención decidida de la herramienta creada se reafirma mediante la elaboración de otros dos documentos que completarán el marco estratégico, contribuyendo al cumplimiento y eficacia de objetivos de la Estrategia y al trabajo coordinado de agentes y administraciones responsables. Son el "Primer Programa trienal de Trabajo de la Administración General del Estado" y la "Guía metodológica para la identificación de la Infraestructura Verde en España".

El tercer artículo de este bloque sobre las infraestructuras verdes metropolitanas, firmado por Ramos y Fera, muestra, de nuevo, la diversidad de lecturas y aproximaciones al concepto

de IV, pero también la similitud de los obstáculos y problemáticas. En esta ocasión, los autores analizan la idoneidad del ámbito metropolitano como escala intermedia -entre la regional y la local- para su diseño e implementación, algunas de las cuales surgen y “cobran sentido cuando la ciudad es entendida como un sistema extenso y complejo que supera los límites administrativos municipales”. Más que de idoneidad, el artículo nos habla de una escala que resulta clave, por su potencial, para realizar las conexiones físicas entre la escala superior e inferior y porque es la escala que se ajusta a la complejidad actual de los procesos urbanos.

Particularmente interesante resulta el enfoque en torno a los elementos y espacios que componen la IV metropolitana a partir del concepto de sistema de espacios libres, considerado por los autores como “antecedente directo de la idea de infraestructura verde”. Y destacamos su interés, entre otras razones, por el análisis comparado de una serie de instrumentos de ordenación territorial de distintos espacios metropolitanos españoles, cuyos resultados evidencian que todavía no se ha consolidado ese carácter integrador, comprensivo y sistémico al que el concepto aspira (recordemos la “queja” de Ivana Katuric respecto a la situación europea). Dichos resultados son, a su vez, la base de interesantes reflexiones y propuestas sobre el diseño y la gestión de la IV en España. En la misma línea, el tratamiento que han recibido los espacios agrarios y las áreas protegidas, la conectividad, la fragmentación ecológica o las funciones de los espacios libres en los distintos instrumentos de ordenación analizados permite a los autores realizar numerosas sugerencias e indicaciones sobre cuestiones a evitar, potenciar, revertir e, incluso, reivindicar.

Especial y acertadamente críticos se muestran los autores en relación a los obstáculos que frenan la materialización de la IV en los espacios metropolitanos españoles. La falta de concreción de las propuestas o la de previsión de mecanismos para la gestión y financiación de las actuaciones impiden “situar la infraestructura

verde en un mismo plano de prioridad que el desarrollo de infraestructuras artificiales y del espacio construido”.

### 3.3. La práctica del diseño, implementación y la gestión de la Infraestructura Verde

Un tercer bloque de artículos nos lleva a lo que etiquetamos como cuestiones prácticas relacionadas con su estudio, diseño e implementación. Hemos incluido aquí tres artículos que nos introducen en aspectos aplicados, con el interés añadido de que nos ofrecen ejemplos, pautas y directrices para una materialización óptima de la IV a diferentes escalas de intervención.

Siguiendo un orden de escala, tenemos en primer lugar un artículo de Fernando Prieto, Raúl Estévez y Santiago González, en clave europea y a escala supranacional: “Mediterranean Green Belt: de la visión a la realidad”. Los autores argumentan y reivindican la necesidad de un gran cinturón verde mediterráneo (MGB, sus siglas en inglés) y evalúan los beneficios y ventajas de la creación de lo que sería un gran arco verde mediterráneo que conectaría con el cinturón verde europeo y “podría convertirse en la segunda red ecológica transfronteriza en Europa”. Se trata, para los autores, de una “gran propuesta para hacer frente a los grandes desafíos que se avecinan. Principalmente, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático”. Sería, una gigantesca intervención capaz de propiciar un avance estratégico sin precedentes para la sostenibilidad ambiental en el sur de Europa.

El artículo proporciona cifras aterradoras sobre las tasas diarias de artificialización de nuestras zonas costeras y las consecuentes pérdidas de zonas húmedas, bosques, saladares, huertas tradicionales (ecosistemas altamente biodiversos, pero sumamente frágiles), etc. durante el periodo del boom inmobiliario en España. A estas pérdidas se unen la modificación del clima y sus consecuencias, que “forman parte de un



bucle de realimentación positiva de gran complejidad” en una zona tan vulnerable ante el cambio como es el mediterráneo. Son hechos y datos claves para entender la urgente necesidad de superar el marco de las medidas de protección de espacios aislados, sobre todo si, además, se utilizan instrumentos poco eficaces o no se coordinan las escalas de actuación. El marco de protección ya no es suficiente, ya no sirve -dicen los autores-. Se trata ahora de abordar el diseño e implementación de grandes superficies, ecológica y funcionalmente diversas pero interconectadas e interdependientes que puedan garantizar la restauración del capital natural y “el mantenimiento de la capacidad del ecosistema para mantener unas condiciones de habitabilidad”. Es “La magnitud del problema [la que] obliga a considerar grandes espacios de gestión (prevención, conservación, restauración...)”.

Los autores nos ofrecen un enfoque a caballo entre la dura realidad ocasionada por el desastroso proceso de antropización de la cuenca mediterránea y la esperanza que suscitan, por ejemplo, las investigaciones cuyos resultados sugieren que “todavía cabe la posibilidad de adaptarse a las nuevas condiciones” si “se establecen acciones de raíz natural ... para revertir el proceso de degradación climática”. Igualmente alentadoras resultan, en el ámbito ambiental, social y económico, las expectativas y el potencial de algunos proyectos de protección, restauración y gestión de ecosistemas, en forma de corredores ecológicos e infraestructuras verdes. Es el caso del proyecto que nos presentan los autores sobre el Corredor Verde Mediterráneo, cuya necesidad se desvela a medida que nos explican la particularidad y fragilidad de los ecosistemas mediterráneos, de sus factores físicos y, especialmente, del clima o el carácter irreversible de algunos de los cambios ya sufridos. En esta línea, los detalles sobre la metodología para el diseño e implementación del MGB nos dan idea de la magnitud, ambición y escala del proyecto -en cuanto a sus

potenciales beneficios- así como de las dificultades y obstáculos que sus objetivos comportan.

Descendemos en la escala con un artículo firmado por Anxo Méndez, Francisco Castillo y Manuel Borobio: “Gestión de la infraestructura verde territorial: Hacia una metodología de estudio a partir de los datos territoriales”, en el que se abordan otra de las cuestiones esenciales en relación al tema que nos ocupa. Nos referimos a los métodos y procedimientos para su diseño, es decir, a una de las etapas clave en el éxito futuro de las funciones que se esperan de estos espacios. La mayoría de los autores que firman el presente monográfico mencionan, en un momento u otro, la cuestión metodológica y se señala también la diversidad de criterios que se han utilizado en España a la hora de integrar la IV (bajo diferentes denominaciones) en los instrumentos de ordenación territorial y urbanística (véase Ramos y Fera en este monográfico). En esta línea, el artículo constituye una propuesta metodológica para la incorporación de la IV en los procesos de lo que los autores denominan una ordenación territorial renovada, de carácter integral, inspirada en los principios de sostenibilidad. Una ordenación que, como ellos señalan, “abandona su sesgo sectorial para apostar decididamente por unos postulados sistémicos y multipropósito”.

El aspecto, quizás, más interesante del artículo es que nos muestra los resultados de la metodología aplicada a una doble escala -regional y local- y nos permite ahondar en la multiescalaridad como una de las propiedades (requisitos) fundamentales de la IV. En la escala regional se presenta el caso de la comunidad autónoma de Cantabria, donde la metodología se utilizó para integrarla en el Plan Regional de Ordenación del Territorio. A destacar también las observaciones y detalles sobre la estrategia y los procedimientos para incardinarla en un modelo territorial que integra el desarrollo y gestión del sistema de asentamientos y la eficiencia

ambiental. En la escala local, la aplicación se realiza en el municipio de Santiago de Compostela con el fin de analizar el estado de la IV y elaborar cartografía de detalle directamente utilizable en el planeamiento.

La metodología empleada, de base similar en ambos casos, permite materializar conceptual y cartográficamente el carácter estratégico y multifuncional de la IV. Consiste básicamente en la clasificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos, como plasmación directa de “todas aquellas contribuciones directas e indirectas” que estos proporcionan al ser humano y que hacen que la IV deba convertirse en un proyecto integral. En este sentido, y con este alcance, se elaboró la propuesta de IV de Cantabria en el contexto de su Plan Regional de Ordenación del Territorio (PROT) y desde el postulado de que “la infraestructura verde debía convertirse en una pieza básica para la ordenación y gestión del territorio a todas las escalas de intervención”.

Este enfoque conceptual y metodológico proporciona resultados que van más allá de una simple cartografía o inventario de los elementos de la IV. Lo que se obtiene es, además, una clasificación del territorio en función de los servicios ecosistémicos que proporcionan o, como muestran los resultados a escala local, información sobre aspectos tan relevantes para el diseño y gestión como son la conectividad ecológica o las áreas deficitarias en cuanto a la provisión de SE. La obtención de este tipo de resultados es la respuesta a algunas preguntas esenciales que los propios autores formulan al inicio del artículo: ¿Una Infraestructura Verde es sólo un inventario cartográfico de espacios y/o elementos o va más allá? Es decir, ¿cómo podemos llegar a expresar cartográficamente el funcionamiento de los ecosistemas?

Las explicaciones y detalles sobre el procedimiento ponen el acento sobre la importancia de la información disponible para llevar a cabo el inventario, diseño y gestión de la IV. Como señalan los autores, la información territorial actualmente disponible en los geoportales de

las distintas administraciones públicas es una buena herramienta y un punto de partida para detectar las carencias de información y los ámbitos de mejora en este campo. Nos recuerdan que las numerosas funciones que puede cumplir la IV de cara a la mitigación y adaptación al cambio climático solo se harán realidad si el diseño y gestión de la IV cuentan con una información fiable, actualizada y de detalle.

El tercero de los artículos de este bloque presenta la IV y las SbN como soluciones para la mitigación y adaptación al cambio climático. Está firmado por tres autores que ejercen su labor profesional en la práctica directa del diseño e implementación de la IV: Jon Laurenz, Daniel Roehr y Jone Belausteguigoitia.

El artículo es el resumen de una investigación que parte del análisis de numerosas actuaciones realizadas en distintas partes del mundo para llegar a una clasificación sobre las distintas tipologías identificables en el ámbito de la infraestructura verde urbana. Los autores se enfrentaron, por tanto, a la diversidad de denominaciones y de objetivos que subyacen a las distintas propuestas de reverdecimiento urbano.

El mencionado estudio fue la parte documental y analítica en la que se basaron los autores para 1) diseñar dos estrategias de intervención a escalas urbanas diferentes (espacio público y edificio) y 2) evaluar el sentido y el valor de este tipo de intervenciones y el grado en que permiten lograr los beneficios ambientales que se les presupone, en este caso relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático.

Las intervenciones diseñadas e implementadas se realizaron en dos municipios vascos en el contexto de un proyecto LIFE europeo. En Balmaseda se llevó a cabo la rehabilitación de un edificio mediante intervenciones para reducir la demanda energética y mejorar el aislamiento, y en Amurrio se aplicaron distintas soluciones destinadas reducir la isla de calor y el drenaje superficial de las aguas de escorrentía. En ambos casos el objetivo era lograr mejoras

tanto en lo que se refiere a la adaptación al cambio climático como a su reducción.

El enfoque analítico-crítico usado en estos proyectos permitió a los autores comparar y evaluar cuantitativamente los distintos resultados obtenidos. La relación con los equipos técnicos municipales les permitió, por ejemplo, detectar diferentes obstáculos, carencias formativas o actitudes reticentes que les facultan para avanzar recomendaciones y directrices a la hora de abordar los procesos de mejora en el diseño e implementación de los planes para la IV urbana. Resaltar, por último, que, al igual que la mayoría de autores del presente monográfico, en este caso también una de las conclusiones más significativas es la que alude a la necesidad de implementar proyectos a gran escala.

#### 4. Consideraciones finales

Cerramos las últimas líneas de este monográfico tres meses después de que el Consejo de Ministros diera luz verde a la Estrategia INacional de Infraestructura Verde y de Conectividad y Restauración Ecológicas (ENIVCRE), elaborada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Una buena noticia y una herramienta largamente esperada que deberá servir para afrontar el salto entre el discurso y la planificación real de la infraestructura verde española. Es un reto fenomenal del que creemos dan cuenta los artículos que presentamos y para el que quedan por delante muchas tareas pendientes.

#### 5. Referencias

Ekolur (2016). Infraestructura verde de la CAPV. *Propuesta metodológica para la identificación y representación de la infraestructura verde a escala regional de la CAPV*. Gobierno Vasco, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda.

<sup>6</sup> Navarra de Suelo y Vivienda S.A. es la sociedad pública de vivienda y urbanismo del Gobierno de Navarra, adscrita al Dpto. de Ordenación del Terri-

La primera de ellas es que las distintas comunidades autónomas elaboren y aprueben sus propias hojas de ruta, para lo cual cuentan con tres años desde la aprobación de la ENIVCRE. La financiación es otra de esas tareas que, además, todavía no está clara en lo que se refiere a su cuantía o a los instrumentos y líneas de financiación que se utilizarán para implementar una IV que, según el compromiso adquirido por el MITECO, para 2050 será una red coherente y conectada a lo largo y ancho del territorio nacional.

Existen razones, por todo ello, para el optimismo moderado del que hablábamos en páginas anteriores. Con este ánimo y sin olvidar que todavía falta mucho camino por recorrer en cuestiones como la conciencia institucional y política, la mejora de los datos y los geoportales o el impulso a la participación ciudadana, queremos dejar constancia aquí de una iniciativa pública que da cuenta de importantes avances en ámbitos como los mencionados. Nos referimos al trabajo que está llevando a cabo el Gobierno de Navarra para la planificación de una IV del área de Pamplona y municipios del entorno. Desde el pasado diciembre se puede consultar en la web de NASUVINSA<sup>6</sup> la documentación completa del trabajo que vienen realizando para dicha planificación y que incluye tanto el borrador del documento técnico como los informes detallados sobre el proceso de participación pública, todavía en curso<sup>7</sup>.

[https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/infra-verde/es\\_def/adjuntos/infraestructura\\_verde.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/infra-verde/es_def/adjuntos/infraestructura_verde.pdf) [Recuperado el 4 de mayo de 2020]

Escobedo, F.J. et al. (2019). Urban forests, ecosystem services, green infrastructure

torio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos.

<sup>7</sup> [https://www.nasuvinsa.es/es/informacion-util/pla-nificacion\\_territorial\\_inf\\_verde](https://www.nasuvinsa.es/es/informacion-util/pla-nificacion_territorial_inf_verde)



- and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry & Urban Greening* 37, 3–12.  
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>
- Garmendia, E. et al. (2016). Biodiversity and Green Infrastructure in Europe; Boundary object or ecological trap. *Land Use Policy*, 56, 315–319  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.003>
- Jim, C.Y. (2004). Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities. *Cities*, 21, (4) 311–320.  
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2004.04.004>
- Lähde, E., Di Marino, M. (2019). Multidisciplinary collaboration and understanding of green infrastructure Results from the cities of Tampere, Vantaa and Jyväskylä (Finland). *Urban Forestry and Urban Greening*, 40, 63–72.  
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.012>
- Lennon, M. & Scott, M. (2014). Delivering ecosystems services via spatial planning: reviewing the possibilities and implications of a green infrastructure approach). *The Town Planning Review*, 85, (5), pp. 563–587.  
<https://doi.org/10.3828/tpr.2014.35>
- Lennon, M. (2015). Explaining the currency of novel policy concepts: learning from green infrastructure planning. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 33(5), 1039–1057.  
<https://doi.org/10.1177/0263774X15605939>
- Lennon, M. et al. (2015). Developing green infrastructure ‘thinking’: devising and applying an interactive group-based methodology for practitioners. *Journal of Environmental Planning and Management*, 59(5), 843–865).  
<http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2015.1042152>
- Matthews, T., Lo, A.Y., Byrne, J.A. (2015). Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. *Landscape and Urban Planning*, 138, pp. 155–163.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.010>
- Meerow, S. (2020). The politics of multifunctional green infrastructure planning in New York City. *Cities*, 100, [102621].  
<https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102621>
- Mell, I. (2016). *Global green infrastructure: Lessons for successful policy-making, investment and management*. New York, NY: Routledge.
- Mell, I.C. (2017). Green infrastructure: reflections on past, present and future praxis. *Landscape Research*, 42(2), 135–145.  
<https://doi.org/10.1080/01426397.2016.1250875>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas.  
[https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/estrategiainfraestructura-verde\\_tcm30-515864.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/estrategiainfraestructura-verde_tcm30-515864.pdf) [recuperado el 7 de noviembre de 2020]
- Szulczewska, B., et al. (2014). How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence. *Land Use Policy*, 38, pp. 330–345.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.006>
- Tzoulas, K., et al. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178.
- Uriarte Ricote, M. T. (2014). Planificar la infraestructura verde urbana. *Revista Vasca de Administración Pública. Herri-Ardur-laritzako Euskal Aldizkaria*, 99–100, (Ejemplar dedicado a: Homenaje a Demetrio Loperena y Ramón Martín Mateo), p. 2873–2895.

## INFRAESTRUCTURA VERDE Y MEDIO RURAL

Juan Ors Martínez<sup>1</sup>

### RESUMEN

El concepto de infraestructura verde se acerca al objetivo -más bien deseo- de “incorporar los factores ecológicos a la ordenación integral del territorio”, un tópico ya antiguo en la planificación. “Infraestructura” implica función, trascendiendo la idea de red descriptiva de espacios naturales. Define un sistema territorial que busca integrar políticas sectoriales a veces inconexas, con un objetivo global de cohesión territorial que puede ofrecer múltiples servicios a la sociedad, tanto tangibles como intangibles. Además, sin olvidar los espacios naturales singulares y reconocidos, desvela y valora especialmente los múltiples lugares y elementos ambientales más comunes y cercanos a la experiencia diaria, a modo de “tejido conjuntivo del paisaje”. Para ser eficaz, la infraestructura debe definir objetivos estratégicos y locales explícitos, no sobreentendidos, y líneas de trabajo concretas. En el medio rural, el objetivo directriz será el desarrollo sostenible local, económico y social, alejado de la visión asistencial o compensatoria de ciertas políticas de desarrollo rural. Es imperativo desarrollar el concepto de pagos por los servicios ambientales o ecosistémicos, cuya aplicación generalizada aún es objetivo lejano salvo iniciativas concretas. Bien entendida, la idea permitiría una relación funcional entre la iniciativa económica privada, la acción social local y las políticas públicas sobre territorio, medio ambiente, medio rural y gestión racional de los recursos naturales.

**Palabras clave:** cohesión territorial, integración de políticas, desarrollo sostenible, servicios ambientales.

### SUMARIO

1. Introducción. “El tejido conjuntivo del paisaje”. 2. El marco normativo de la Infraestructura Verde. 3. Patrimonio natural y Red Natura 2000. 4. La importancia de los objetivos en la protección de los valores naturales. 5. Desarrollo sostenible e infraestructura verde. 6. Pagos por los servicios ambientales.

### 1. Introducción. “El tejido conjuntivo del paisaje”

El concepto de infraestructura verde es lo más cerca que se ha llegado hasta ahora del famoso objetivo -más bien deseo- de “incorporar los factores ecológicos a la ordenación integral del territorio”, un tópico en la planificación territorial durante décadas. Ya en 1995 el ecólogo Ramón Margalef<sup>2</sup> hablaba del “tejido conjuntivo del paisaje”. Se refería, más que a los espacios naturales singulares, al “retículo del paisaje, los márgenes de los campos, los ribazos de las acequias...”, que “pueden ser más importantes que los propios parques” para conservar los valores naturales del territorio.

La infraestructura verde es un punto de vista polivalente, adaptable a percepciones del territorio distintas. En cierto modo tiende a aproximar, al hilo de la creciente conciencia ecológica global, dos visiones sectoriales del territorio tradicionalmente alejadas: la protección del medio natural y la planificación territorial con base urbanística, con sus respectivos bagajes conceptuales, normativos, administrativos y, cómo no, corporativos. Esa es una parte de la idea. Otra es que, por primera vez, se reconoce el papel estructurante de los elementos “verdes” del territorio más cotidianos o aparentemente banales. Además, como también destacaba Margalef, la cercanía de éstos a la experiencia diaria de las personas es tan eficaz o más que los parques naturales para crear una conciencia colectiva sobre

<sup>1</sup> Biólogo. Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. Generalitat valenciana

<sup>2</sup> Margalef, R. (1995): Entrevista. “El uso exagera-

do de la ecología: hoy cualquier cosa es ecología”. E. Fernández-Galiano y A. Ramos, entrevistadores. Nueva revista de política, cultura y arte. Madrid. p. 18 y p. 20.

los valores ambientales del territorio. Se trata de incorporar a las políticas territoriales una cierta visión “ecopedagógica” del paisaje cotidiano, urbano y rural.

La potencia de la idea deriva de que la infraestructura verde es precisamente eso, una infraestructura<sup>3</sup>. Eso significa ir más allá de la visión descriptiva de red de áreas de valor ambiental singular. Definiendo en cambio un sistema territorial funcional, capaz de ofrecer importantes servicios a la sociedad, tangibles e intangibles, mediante la ordenación racional y la gestión sostenible de los recursos ambientales. Para ello deben definirse objetivos de actuación explícitos –no sobreentendidos– y un programa de trabajo concreto. Todo ello soportado con medios normativos, administrativos, funcionales y económicos. Si no se dan todos esos requisitos, no es correcto emplear el término infraestructura.

## 2. El marco normativo de la Infraestructura Verde

La Comunicación de la Comisión Europea “Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa”, de 06/05/2013, consolida un concepto ya avanzado desde hace tiempo en la UE y en varios estados miembros<sup>4</sup>. Se define como una “red estratégicamente planificada de espacios naturales y seminaturales y otros elementos ambientales, diseñada y gestionada para ofrecer una amplia gama de servicios ecosistémicos. Incluye espacios verdes (o *azules* si se trata de ecosistemas acuáticos) y otros elementos físicos en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas”. La iniciativa responde a un compromiso adquirido en la Estrategia de la UE sobre biodiversidad de 2011<sup>5</sup>.

La Comisión da una larga relación orientativa de posibles elementos de la red, a criterio de cada estado. Por supuesto, los parques naturales y los espacios de la Red Natura 2000 tienen un papel nuclear. También los paisajes rurales de interés etnográfico, ciertos conjuntos del patrimonio histórico, los puntos de interés geológico y otros ámbitos protegidos por normativas sectoriales (urbanística, forestal, de aguas, etc.). Todo eso es obvio y no supone novedad. Lo original está en el gran número de elementos naturales o seminaturales, a veces muy antropizados, tradicionalmente olvidados en las listas de áreas protegibles por poco “singulares”, cuyo papel estructurante del territorio no se tenía en cuenta. Así, la lista de la Comisión incluye (además de los espacios protegidos con cualquier figura jurídica) elementos como:

- “Ecosistemas sanos y zonas de alto valor ecológico fuera de las zonas protegidas, como llanuras aluviales, humedales, litorales, bosques naturales, etc.
- Elementos paisajísticos naturales, como pequeños cursos de agua, manchas de bosque, setos que pueden actuar como pasillos verdes o piedras pasaderas para la fauna silvestre.
- Manchas de hábitats regenerados creadas pensando en especies concretas, por ejemplo, para aumentar la extensión de una zona protegida o de los lugares de alimentación, cría o descanso para esas especies y favorecer su migración o dispersión.
- Elementos artificiales, como ecoductos o puentes verdes diseñados para favorecer la movilidad de las especies a través de barreras paisajísticas insalvables.
- Zonas multifuncionales en las que se pro-

<sup>3</sup> La RAE define infraestructura como “conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera”. De eso se trata aquí.

<sup>4</sup> En España, la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad estableció (art. 15) una “Estrategia estatal de infraestructura

verde y de la conectividad y restauración ecológicas”, a desarrollar por las CCAA mediante estrategias propias.

<sup>5</sup> “Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural”, de 03/05/2011. Su objeto es revertir, o al menos detener, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas europeos.



muevan usos del suelo que ayuden a mantener o regenerar unos ecosistemas biodiversos y sanos frente a otras actividades incompatibles.

- Zonas en las que se apliquen medidas para mejorar la calidad ecológica general y la permeabilidad del paisaje.
- Elementos urbanos como parques verdes, muros verdes y tejados verdes que alberguen biodiversidad y permitan a los ecosistemas funcionar y prestar sus servicios mediante la conexión de zonas urbanas, periurbanas y rurales.
- Elementos para la adaptación y la mitigación del cambio climático, como marismas, bosques de llanuras aluviales y pantanos (para la prevención de inundaciones, el almacenamiento de agua y la absorción de CO<sub>2</sub>), que den margen a las especies para reaccionar ante los efectos del cambio climático”.

El punto fuerte de la idea es establecer una relación funcional entre la política territorial, la conservación de los recursos ambientales y las iniciativas de desarrollo sostenible basadas en la “amplia gama de servicios ecosistémicos” que pueden ofrecer estos últimos.

Por otra parte, como es habitual en la práctica administrativa, la aplicación del modelo tendrá el sesgo sectorial de la administración ejecutora, la cual utilizará los recursos normativos y de procedimiento a su disposición. Por ejemplo, en España, las finalidades de la “Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas”, integrada en la legislación básica sobre patrimonio natural y biodiversidad<sup>6</sup>, se centran en racionalizar y

coordinar a escala estatal la política de conservación del medio natural:

[...] identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

Aunque la Ley 42/2007 se refiere con frecuencia a objetivos de coherencia territorial, aquí el término “infraestructura” quizá esté de más, ya que estamos ante un esquema descriptivo de red de lugares de interés ambiental (con sus conexiones) a disposición de las administraciones competentes en distintas materias<sup>7</sup>. En la práctica el modelo parte de ámbitos protegidos preexistentes, dotados de regulaciones propias<sup>8</sup> de aplicación inmediata (haya o no infraestructura verde), complementado fuera de ellos con directrices o recomendaciones para las distintas políticas sectoriales. La integración del concepto en las políticas de ordenación del territorio y los recursos naturales (competencia de las Comunidades Autónomas), queda a cargo de las infraestructuras verdes autonómicas.

Conviene detenerse en el término “conectividad”. En ciertas políticas territoriales subyace, aunque sea inconscientemente, el equívoco de confundir el concepto funcional de infraestructura con el estático de red<sup>9</sup>, olvidando que una trama cartográfica no puede asimilarse sin más

<sup>6</sup> La Estrategia forma parte de la Ley 42/2007, antes citada.

<sup>7</sup> En esto es comparable en su alcance, salvo en lo relativo a la conexión ecológica, a los catálogos e inventarios del patrimonio cultural utilizados en la planificación del territorio.

<sup>8</sup> Espacios naturales protegidos o ámbitos de protección sectorial (urbanística, de aguas, costas, forestal, de patrimonio cultural, etc.).

<sup>9</sup> Entendida red como expresión cartográfica de nodos (las áreas y elementos naturales más relevantes), conectados espacialmente entre sí. No es seguro que este esquema sobre el papel tenga en el mundo real todas las funciones de conexión ecológica y de vertebración territorial que se le atribuyen en algunos casos.

a un sistema de conexiones territoriales funcionales. Lo correcto sería comprobar que éstas existen realmente (o no) en los “corredores” delineados en el mapa, y después caracterizarlas localmente, porque el territorio es multiforme. La trama cartográfica de nodos y corredores “verdes” tampoco es sinónimo inmediato de relación ecológica, un sobreentendido frecuente pero inexacto. Esta relación existirá o no, y sus características dependerán de múltiples aspectos funcionales de los ecosistemas, a escala local y más allá. De hecho, el concepto de conector ecológico aún no está disponible con rigor científico como herramienta de aplicación general en la ordenación del territorio<sup>10</sup>.

Encontramos otro punto de vista sobre la infraestructura verde en las iniciativas basadas en la ordenación estratégica del territorio, que en España es un ámbito de competencia autonómico heredero de la tradición del planeamiento urbanístico supramunicipal. Por ejemplo, la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana<sup>11</sup> define la Infraestructura Verde del Territorio como “Sistema territorial que incluirá los espacios con valores ambientales, paisajísticos y patrimoniales, así como sus conexiones, que resulten necesarios para mantener los procesos ecológicos básicos del territorio, a fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y orientar los futuros desarrollos urbanos y territoriales”.

El sistema incluye por supuesto los espacios naturales protegidos bajo cualquier denominación, con sus zonas de influencia, y también los ámbitos de protección sectorial como los cauces, la costa, el medio marino de competencia

autonómica o el suelo de protección urbanística. Pero asimismo incide, y eso es lo interesante, en los ámbitos de protección de los recursos naturales (como los montes protectores y productores) y del patrimonio cultural, además de las “zonas sometidas a riesgo de inundación, de erosión del suelo, de contaminación de acuíferos u otros riesgos naturales o inducidos”. También incorpora las áreas que los planeamientos territorial y sectorial definan “para la conservación y disfrute del paisaje, para la protección de terrenos que presenten especiales valores agrarios cuya preservación sea conveniente para el medio rural o para la protección de espacios naturales que, sin haber sido declarados expresamente como protegidos, reúnan valores naturales merecedores de protección o se hallen profundamente transformados y en los que sea necesario establecer medidas de rehabilitación destinadas a disminuir los impactos paisajísticos existentes”.

Este punto de vista, centrado en la conexión estructural de las distintas áreas funcionales del territorio, supone un paso adelante conceptual como cauce para aproximar los mundos, tantas veces estancos, de la ordenación del territorio y el paisaje, la economía de los recursos naturales y la conservación del patrimonio natural y cultural. Como intento de percepción de la realidad multiforme del territorio no es algo nuevo; lo original es que pone los pies en el suelo porque se basa en los mecanismos ordinarios de vertebración del territorio. Es decir, en normativa existente y en procedimientos bien conocidos y testados en la práctica<sup>12</sup>. Por eso no se trata de otro invento verde que debe

<sup>10</sup> Existen continuos físicos, como los cauces fluviales o las masas continuas de vegetación, que pueden interpretarse como elementos de conexión ecológica. Pero son ejemplos triviales que no pueden generalizarse como concepto. También está el socorrido ejemplo de la red de vías pecuarias, que puede ser un formidable sistema de conexión territorial pero no necesariamente es sinónimo de conector ecológico.

<sup>11</sup> Decreto 1/2011, de 13 de enero, del Consell, por el que se aprueba la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana. Es un desarrollo de la entonces vigente Ley 4/2004, de 30 de junio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio y protección del paisaje.

<sup>12</sup> En materia de ordenación territorial estratégica, planificación urbanística, conservación del medio natural, planificación y gestión de los recursos naturales renovables y no renovables, evaluación de impacto ambiental, prevención de riesgos naturales,

buscar su lugar en la maraña burocrática y en las prioridades políticas.

### 3. Patrimonio natural y Red Natura 2000

Las distintas aproximaciones a la infraestructura verde son deudoras del concepto de patrimonio natural, que en la UE se centra en la iniciativa Natura 2000 desde la “Directiva de Hábitats” de 1992<sup>13</sup>. La legislación española, siguiendo criterios internacionales<sup>14</sup>, define el patrimonio natural como “el conjunto de bienes y recursos de la naturaleza, fuente de diversidad biológica y geológica, que tienen un valor relevante medioambiental, paisajístico, científico o cultural”<sup>15</sup>. Comprende por tanto un acervo de bienes, recursos y servicios, reales y potenciales, materiales e inmateriales, de valor reconocido en sí mismos y por su utilidad para el bien común. Por ello deben protegerse y gestionarse racionalmente allí donde se encuentren, es decir, dentro o fuera de espacios protegidos.

El objetivo central de la Red Ecológica Europea Natura 2000 es<sup>16</sup> “garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación”<sup>17</sup>. La Directiva obliga<sup>18</sup> a proteger una muestra significativa de hábitats de interés europeo, suficiente a

criterio de la Comisión, como contribución de los estados miembros a un sistema europeo coherente de áreas de conservación.

El requisito inexcusable de coherencia y representatividad, cercano a lo exhaustivo para los hábitats más valiosos o amenazados, no existe para los parques y reservas naturales, cuya creación por los países o regiones es opcional en número y características<sup>19</sup> (no es obligatorio declarar parques, pero sí espacios Natura 2000). Eso diferencia claramente ambos modelos, aunque coincidan sobre el terreno en bastantes casos. Los parques y equivalentes también se distinguen en que suponen un régimen hasta cierto punto *de excepción*. Esto es así porque, a diferencia del carácter sectorial de Natura 2000 (exclusivamente hábitats y especies), someten a determinado ámbito a un marco jurídico especial que afecta, en forma integrada, a múltiples aspectos del territorio y de la actividad económica y social. Además, aunque los parques protegen el medio natural por definición, es característico de ellos el énfasis en su función como equipamiento de interés social para el estudio, la enseñanza y el disfrute ordenado de la naturaleza. Esta función dotacional no es un objetivo prioritario de Natura 2000.

En la práctica, la Red Natura 2000 puede visualizarse como un cierto esqueleto o almacén de infraestructura verde del territorio. Es una idea ya entrevista en la Directiva de Hábitats, muy

ordenación de infraestructuras y otros ámbitos sectoriales de actuación administrativa sobre el territorio.

<sup>13</sup> Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Tuvo un antecedente en la “Directiva de Aves” de 1979, que fue la primera norma europea sobre medio natural y ya definía un sistema de áreas de protección, ceñido a los hábitats de las aves pero con cierta coherencia territorial a escala de UE.

<sup>14</sup> En la larga tradición de La Convención para la Protección del Patrimonio Mundial (UNESCO, 1972), de la cual derivó el programa MaB (Hombre y Biosfera), y de las recomendaciones de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

<sup>15</sup> Artículo 31 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

<sup>16</sup> Ministerio para la Transición Ecológica: “Biodiversidad. Espacios protegidos. Red Natura 2000”. [https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn\\_presentacion.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/red-natura-2000/rn_presentacion.aspx)

<sup>17</sup> Zonas de Especial Conservación (ZEC), para hábitats, y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA)

<sup>18</sup> La Directiva de Hábitats es de obligado cumplimiento, mediante su transposición a las legislaciones estatales.

<sup>19</sup> De hecho, en las redes de parques naturales suelen estar sobrerrepresentados los ambientes más “populares” (montañas, lagos, ambientes forestales, monumentos naturales, etc.).



reforzada desde entonces porque su carácter de sistema coherente de áreas de conservación, le permite formar parte con peso propio de la política territorial estratégica. Debe recordarse, no obstante, que por su alcance sectorial ignora elementos como el paisaje, los valores culturales etnográficos, muchísimos elementos naturales y seminaturales poco relevantes a escala europea y, por supuesto, los valores perceptivos, incluso emotivos, del medio natural y del mundo rural.

La integración de Natura 2000 en la política territorial está muy facilitada por su flexible mecanismo de gestión, conceptualmente distinto del régimen de protección de los parques, bastante más rígido<sup>20</sup>. La gestión de los espacios Natura 2000 puede realizarse, opcionalmente a criterio de cada estado o región, mediante normas, reglamentos, disposiciones administrativas, mecanismos contractuales o simples acuerdos entre administraciones y particulares (titulares o gestores de los recursos ambientales, o bien entidades colaboradoras como ONG, fundaciones, asociaciones o entidades de custodia del territorio). La elección de un mecanismo u otro dependerá de las características del espacio y, sobre todo, de las oportunidades que puedan darse para la colaboración entre las distintas administraciones y el sector privado en la administración del medio natural.

El régimen de Natura 2000 tiene dos vertientes: (1) uno genérico, por el que administraciones y particulares están obligados a proteger

determinados hábitats y especies, y (2) un régimen específico de evaluación de planes y proyectos<sup>21</sup>. En principio no hay categorías de actuaciones excluidas *a priori* de los espacios Natura 2000<sup>22</sup>. Debe evaluarse caso por caso la incidencia de una actuación concreta en los valores protegidos, específicos de la zona, y entonces decidir si se aprueba el plan o proyecto (habitualmente con medidas correctoras), o se rechaza por su impacto irreparable. En este caso, si el gobierno declara el proyecto de interés público primordial, aún sería factible, previa consulta a la Comisión, un procedimiento excepcional de aprobación con medidas compensatorias (no confundir con correctoras), aplicadas en el mismo espacio o en otros lugares. Siempre con la finalidad de salvaguardar la coherencia global de la red<sup>23</sup>.

El énfasis en la coherencia estructural es un buen indicador de la vocación territorial estratégica de Natura 2000. Otro, no tan relevante pero ilustrativo, es la abundante representación de ambientes distintos de los paisajes pintorescos o espectaculares que se asociaron tradicionalmente a los espacios protegidos. Incluso algunos pueden ser *aburridos, feos o incómodos* para la mayoría de la gente, como apuntan las encuestas de preferencia paisajística. Estos ambientes inesperados no parecen gran cosa a menos que un experto revele su interés "oculto", pero son importantes para el patrimonio natural<sup>24</sup>. También es el caso de ciertos hábitats muy antropizados, como varios tipos

<sup>20</sup> Este último se basa en normas terminantes y en planes de ordenación y gestión con escasa capacidad de retroalimentación en el marco administrativo ordinario.

<sup>21</sup> Normalmente integrado en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental (para proyectos) y de evaluación ambiental estratégica (para planes).

<sup>22</sup> El plan de gestión de un espacio concreto puede excluir determinadas actuaciones en el mismo, pero no es el caso general.

<sup>23</sup> El mantenimiento de los hábitats afectados en un estado de conservación favorable a escala de UE.

<sup>24</sup> Ejemplos de hábitats inesperadamente valiosos para el profano, pero muy protegidos por Natura

2000: 6220\* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea* (herbazales mediterráneos secos), 1510\* Estepas salinas mediterráneas, 1520\* Vegetación gipsícola ibérica (herbazales secos sobre yesos). El asterisco indica que son hábitats prioritarios, es decir, dotados de la máxima protección legal. En cambio, los típicos pinares mediterráneos secundarios (extendidos tras el abandono de pastos y cultivos históricos), no están protegidos como hábitat natural, con independencia de que posean valores paisajísticos, culturales o emotivos.

de cultivos herbáceos<sup>25</sup>, los tradicionales cultivos leñosos mediterráneos, la dehesa ibérica de arbolado claro entre pastos o cultivos ocasionales, ciertos ambientes húmedos de origen artificial como arrozales, salinas o algunos embalses<sup>26</sup>, las tramas de setos entre cultivos o algunos pastizales de diente y siega. Es característico el interés por los ambientes derivados de la interacción histórica entre la actividad humana y el medio natural, con el ejemplo típico del mosaico mediterráneo agrícola-ganadero-forestal, lo que coincide plenamente con los objetivos de la infraestructura verde.

#### 4. La importancia de los objetivos en la protección de los valores naturales

Proteger y regular recursos ambientales implica actuar de algún modo sobre las personas que están relacionadas con los mismos directa o indirectamente<sup>27</sup>. Eso, como siempre que se afecte a los intereses o las intenciones de cierto sector de población, obliga a definir objetivos razonables y consensuados hasta donde sea posible. Por ejemplo, un objetivo estrictamente naturalístico (como alcanzar un determinado nivel de calidad en un hábitat), es inviable en un territorio humanizado sin tener en cuenta múltiples condicionantes sociales, políticos, económicos, culturales, perceptivos. Incluso, a veces, debe recordarse que carece de significado científico postular, como arquetipo u objetivo ideal para la conservación, un supuesto estado prístino de la naturaleza, anterior a la irrupción del hombre civilizado. La humanidad no está “fuera” de los ecosistemas, sino que forma parte de ellos y los viene modelando desde la prehistoria, mucho más en los lugares de poblamiento antiguo como Europa. Esto invalida ciertas estrategias indiscriminadas de “dejar hacer a la naturaleza”, y centra la

atención en la gestión activa del medio con objetivos definidos y razonables.

Cada proyecto de conservación requerirá objetivos propios, pero pueden generalizarse algunos criterios básicos:

1. Los programas de actuación deben referirse a procesos dinámicos y no a escenarios estáticos, recordando que los procesos son tanto ecológicos como sociales, políticos, económicos, culturales, históricos. Son inútiles los objetivos basados en fotografías fijas del presente o el pasado del paisaje natural o de la sociedad humana. Más aún si se introducen prejuicios sobre *lo que debería ser*.
2. Conservar recursos ambientales implica preservar el potencial evolutivo de los ecosistemas hasta donde sea posible. Se trata de proporcionar ocasiones para que tengan lugar procesos ecológicos y adaptativos sin que la interferencia humana lo impida. No se trata de mantener o restaurar pretendidos equilibrios naturales, pero los valores más frágiles pueden perderse sin protección decidida y sin una gestión activa a largo plazo. Un compromiso claro con ello será indicador de credibilidad en la política territorial estratégica.
3. Antes de definir objetivos concretos, las preguntas deberán ser de este tipo: ¿Cómo será el recurso ambiental en el futuro, si se sigue manejando como ahora o no se maneja? Si no nos gusta así, ¿cómo queremos que sea? ¿Cómo funcionará entonces: por sí solo o necesitará ayuda? ¿Tenemos metas claras o solo deseos sobre lo que debería ser? ¿Disponemos de los medios para alcanzar los objetivos? ¿Tenemos voluntad de aplicarlos, aún si son costosos o impopulares? Si las medidas tardan en hacer efecto, ¿seremos capaces de mantener el programa en el futuro? ¿Somos conscientes de que

<sup>25</sup> Ejemplo típico son las llamadas “estepas cerealistas”, valiosas como hábitat alternativo de aves esteparias que en origen vivirían en estepas naturales.

<sup>26</sup> Pueden remedar algunas de las funciones ecológicas de los humedales naturales como hábitats de fauna y flora.

<sup>27</sup> Hay que recordar que las normas y los planes con incidencia sobre el territorio son, ante todo, medios de comunicación entre personas.

el uso sostenible de los recursos ambientales es un concepto subjetivo, que puede cambiar en el tiempo? ¿Cómo integramos estos factores subjetivos y mudables en el programa de acción? Y, dado el dinamismo del medio natural y del medio humano, ¿sabremos reformular sobre la marcha los objetivos y los métodos para adaptarlos a las necesidades cambiantes, tanto de origen físico como sociales? Esto último es lo más difícil, dada la rigidez de los recursos jurídicos y administrativos disponibles en la práctica.

4. De lo anterior se deduce que la acción eficaz sobre los recursos ambientales se acerca más a la idea de fomento de actividades compatibles con los objetivos, que a una política de restricción de usos de los recursos naturales.

5. La visión ecológica del territorio implica que un ámbito protegido aislado no es viable por sí solo, porque los límites legales no responden a límites ecológicos: los ecosistemas se basan en la relación y el intercambio, no en límites estáticos. Por eso, las áreas protegidas no deben entenderse como un fin en sí mismo, sino en el marco de una política territorial integrada.

## 5. Desarrollo sostenible e infraestructura verde

La "Hoja de ruta de la Comisión hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos"<sup>28</sup>, señalaba en 2011 que "la falta de protección de nuestro capital natural y de una valoración adecuada de los servicios ecosistémicos, debe abordarse en el marco de los esfuerzos por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador", destacando en ello el papel de la infraestructura verde. En esa línea, la Estrategia de la UE sobre biodiversidad, del mismo año, vincula

los conceptos de infraestructura verde, ordenación del territorio, servicios ambientales y conectividad ecológica, en un objetivo global de cohesión territorial y desarrollo sostenible económico y social<sup>29</sup>:

El Objetivo 2 se refiere al mantenimiento y mejora de los servicios ecosistémicos y la restauración de ecosistemas degradados mediante la incorporación de infraestructura verde a la ordenación territorial. Esto contribuirá a hacer sostenibles los objetivos de crecimiento de la UE, así como a la mitigación y adaptación al cambio climático, fomentando la cohesión económica, territorial y social y protegiendo el patrimonio cultural de la UE. También garantizará una mejor conectividad funcional entre ecosistemas, tanto los que están situados en el interior de los espacios Natura 2000 como los que abarcan varios de dichos espacios o se encuentran fuera de ellos.

El término desarrollo sostenible es una constante en las políticas ambientales desde la eclosión de la conciencia ecológica global en el último tercio del siglo pasado<sup>30</sup>. Propugna el uso razonable de los recursos naturales, y el reparto justo de sus beneficios, para asegurar la calidad presente y futura del medio ambiente humano. El concepto de recurso natural no se limita a las actividades productivas; alcanza también a los valores ambientales tradicionalmente ignorados por intangibles o de difícil cuantificación. De la misma manera, calidad de vida implica bastante más que salubridad y cubrir las necesidades básicas. Así, la legislación española afirma que "El patrimonio natural y la biodiversidad desempeñan una función social relevante por su estrecha vinculación con el desarrollo, la salud y el bienestar de las personas y por su aportación al desarrollo social y

<sup>28</sup> Comunicación de la Comisión de 20/09/2011.

<sup>29</sup> Por sostenibilidad se entiende el uso racional y eficiente de los recursos, renovables no y no renovables (a la escala temporal humana).

<sup>30</sup> Puso nombre al objetivo, inédito en la historia, de "satisfacer las necesidades de nuestra generación

sin comprometer las de las generaciones futuras. El término se introduce en el documento "Nuestro futuro común" ("Informe Brundtland", de 1987), resultado de los trabajos de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas).



económico<sup>31</sup>". Cabe precisar que esas funciones no se limitan a los valores naturales excepcionales, según el concepto de infraestructura verde.

Ahora bien, la expresión territorial de la infraestructura verde en términos de desarrollo sostenible, no puede ser la misma en todas partes. En un ámbito metropolitano, o en las áreas de intensa actividad económica y social (industriales, de servicios, primarias intensivas) el énfasis estará en mejorar la calidad ambiental y en la coherencia estructural y funcional del territorio, de la actividad económica y del organismo social. Pero en el medio rural hay que añadir otras prioridades, sobre todo en las áreas alejadas de la dinámica socioeconómica principal<sup>32</sup>. En éstas, desde la irrupción del fenómeno desarrollista, el medio humano rural se encuentra sin misión histórica clara. Ya no es el histórico abastecedor necesario de recursos básicos, sin los cuales la ciudad simplemente moría de hambre. Grandes áreas rurales colapsarían si dejan de recibir un subsidio continuado en forma de recursos económicos, servicios, infraestructuras, información, bienes materiales y culturales de todo tipo e, incluso, de población flotante. Esta situación parece duradera. Además puede hablarse de un cierto desconcierto del colectivo rural, porque salvo meritorias iniciativas emprendedoras, a veces no parece atinar con otra vía de futuro que *verlas venir* y mimetizar hasta cierto punto los modos de hacer de la ciudad.

En este ámbito rural "olvidado", aunque de hecho suponga la mayor parte del territorio en

países como España, se espera de la infraestructura verde algo más que vertebración territorial. Aquí el concepto "calidad de vida" incluye el componente subjetivo de confiar razonablemente en un futuro viable como colectivo social. Eso implica el derecho a niveles adecuados de renta y a una dotación suficiente de infraestructuras y servicios, pero también el derecho colectivo a ser responsables del propio futuro, con oportunidades y con riesgos. La idea es superar la imagen asistencial del medio rural, necesitado de ayuda a la manera de un enfermo dependiente o de un anciano "no productivo". Teniendo presente que el modelo socioeconómico rural vigente durante siglos ya hace mucho que no es viable y, sobre todo, que fue decididamente injusto con "el campo" en el reparto de beneficios y de oportunidades económicas y sociales. En mi opinión, estos objetivos no pueden alcanzarse sin entender y aplicar el concepto de servicios ambientales.

## 6. Pagos por los servicios ambientales

El concepto de servicios ambientales (SA) o servicios ecosistémicos, es uno de los más repetidos en las iniciativas novedosas para abordar el futuro del medio rural. Sin embargo, falta mucho para verlo integrado plenamente en las políticas territoriales como mecanismo de acción<sup>33</sup>.

Sus primeras formulaciones, ya en los años 70 del pasado siglo, evidencian el expolio neocolonial sufrido por muchas comunidades indígenas en sus recursos naturales. Desde los más

<sup>31</sup> Esto figura en primer lugar en la relación de funciones que, según la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (artículo 41), desempeña el medio natural para beneficio de toda la sociedad.

<sup>32</sup> No considero alejados de esta dinámica los ámbitos de influencia de áreas desarrolladas muy especializadas en el desahogo metropolitano (zonas dormitorio, segunda residencia, recreación intensiva de fin de semana), que ofrecen el recurso "campo" al consumidor de la ciudad. Tampoco los

núcleos rurales con economía dependiente de la oferta turística de valores relevantes (culturales, paisajísticos, naturales muy relevantes. Ambos requieren una atención específica en la política territorial.

<sup>33</sup> Más allá de análisis teóricos, de proyectos piloto subsidiados o de iniciativas en contextos favorables no representativos de todo el ámbito rural (por ejemplo, ecoturismo especializado o comercio de productos locales de calidad en áreas protegidas).

aparentes (madereros, minerales, hídricos, recursos turísticos, espacio físico vital), hasta los dependientes de la biodiversidad de los ecosistemas, en particular los “escondidos” en el genoma de especies locales de flora y fauna<sup>34</sup>. Es entonces cuando comienza a hablarse de SA como activo económico basado en la calidad del medio natural, diferenciado del uso “tradicional” de los recursos naturales:

A pesar de que el intento de detener la pérdida de biodiversidad acarrea costes, ésta resulta ella misma globalmente onerosa para la sociedad, y en especial para los agentes económicos que se mueven en sectores que dependen directamente de los servicios ecosistémicos. Por ejemplo, se calcula que la polinización que realizan los insectos en la UE representa un valor económico anual de 15.000 millones de euros. El continuo declive de las poblaciones de abejas y otros polinizadores podría tener graves consecuencias para los agricultores y el sector de la agroindustria de la UE. El sector privado es cada vez más consciente de estos riesgos<sup>35</sup>.

El término SA no suele aplicarse a los recursos cuyo uso tiene un valor monetario directo (madera, pastos, caza, pesca, agua, minerales, suelo). En un contexto europeo, ese valor revierte más o menos en el titular, dependiendo de los costes de obtención y distribución, de las incidencias de mercado y de posibles limitaciones legales de uso. De menor entidad, aunque puntualmente significativo, es el aprovechamiento de productos no esenciales como hongos, frutos silvestres o plantas medicinales y aromáticas. También puede asignarse un precio de mercado, normalmente más elástico, a

beneficios difusos como los atractivos naturales para el turismo. Todas esas fuentes de beneficio directo parecen evidentes, sin otros problemas conceptuales que los derivados de la oferta y la demanda, de su distribución entre los agentes implicados o de la prevención de impactos ambientales. Por el contrario, los SA son beneficios prestados por el medio natural cuya percepción como recurso económico no es evidente a primera vista. Tradicionalmente no se asociaron a servicios concretos, aunque algunos fueran esenciales para la vida de las personas, en la convicción de que la naturaleza “trabaja gratis”. Están en este caso, por ejemplo, la salubridad del aire y el agua, la sensación de seguridad ante riesgos naturales o el beneficio anímico derivado del contacto con la naturaleza, aunque la idea no se limita ni mucho menos a beneficios inmateriales.

La posibilidad de identificar y cuantificar un SA, dependerá de usar herramientas de análisis técnico y económico adecuadas (que quizá se necesite desarrollar). Puede ser difícil identificar los potenciales beneficiarios y repercutir con equidad el beneficio generado, mucho más si éste es indirecto o colectivo. También es posible que algunas reglas del mercado deban revisarse. En algún caso se trata de servicios realmente novedosos, que requieren nuevos enfoques económicos. En el ejemplo anterior de los recursos genéticos, repárese en que no se trata de comprar y vender cantidades de materia vegetal o animal, sino de usar información contenida en el ADN de ciertas especies, algo impensable hasta hace poco. Es conocido que el valor económico de la información genética (en laboratorio) crece sin cesar en la industria biotecnológica. Pero, ¿qué precio debe asignarse al uso “en bruto” de un bosque que puede o no contener recursos genéticos valiosos, y a quién debe

<sup>34</sup> Utilizados en las industrias biotecnológica (modificación genética de organismos), farmacéutica, cosmética, alimentaria especializada, de fitosanitarios. Todas ellas mueven ingentes recursos económicos, por lo que las áreas más ricas en potenciales

recursos genéticos están adquiriendo un carácter estratégico.

<sup>35</sup> “Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020”. Apartado 2.2: “Las múltiples ventajas de valorar la riqueza natural”. 03/05/2011

pagarse<sup>36</sup>? El asunto se complica si se discute la titularidad del terreno o de los recursos (como ocurre con comunidades indígenas en muchos países) o, simplemente, si ésta es colectiva. Los conflictos de intereses son continuos entre países receptores y “productores”, entre empresas locales y foráneas, y entre todos ellos y las poblaciones locales. Éstas son la parte débil del sistema.

En Europa el ejemplo es aplicable, por ejemplo, a los recursos genéticos de antiguas variedades domésticas locales de animales y plantas. En algún caso, éstos podrían ser un recurso más para la población rural como productos locales de calidad. Pero lo importante, con un punto de vista global, es recordar que la diversidad genética de cultivos estratégicos como el trigo, el arroz o el maíz, así como de muchas frutas y varias especies ganaderas, está sumamente empobrecida por la agricultura y la ganadería industrializadas. Por eso es de importancia vital mantener el patrimonio genético de las variedades antiguas, especialmente en los lugares de origen histórico del cultivo. En primer lugar para utilizarlo en la obtención de nuevas variedades, pero sobre todo como medida de seguridad de alcance mundial<sup>37</sup>.

Un caso típico de SA, muy repetido, es el beneficio que obtiene una empresa embotelladora de agua en una cuenca hidrográfica forestal. El rendimiento y la calidad de los acuíferos dependen en gran medida de la captación de agua de lluvia por los bosques de la cuenca, los cuales suelen ser propiedad de otros. Parece clara la necesidad de valorar y retribuir el servicio prestado, en especial cuando el monte requiere gastos de gestión. Otro ejemplo clásico ha sido la protección forestal de las cuencas vertientes a infraestructuras hidroeléctricas y a embalses de abastecimiento de agua. Así se

controla la colmatación de los embalses y se previenen daños a las infraestructuras por avenidas y arrastres de tierras, con un beneficio directo a las administraciones y empresas titulares de las instalaciones.

Es más difícil cuantificar el SA cuando los beneficios no revierten en personas o entidades concretas sino en colectivos, más aún si el beneficio es indirecto. En el ejemplo de los montes en la cabecera de cuencas, a los beneficios ecológicos inherentes al bosque, siempre presentes pero difusos, se unen beneficios concretos para las actividades económicas y las poblaciones de la cuenca. Más y mejor bosque en la cabecera implica más y mejor recurso hídrico aguas abajo, además de prevenir riesgos de avenida, inundación, deslizamiento de laderas y erosión de suelo fértil.

A escala de ecosistema global, cada vez es más reconocida la importancia de los hábitats naturales, funcionales y bien estructurados, para la lucha contra el cambio climático (retención de carbono atmosférico), regulación del régimen de lluvias, defensa contra la erosión del suelo y la desertificación, captación y regulación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos a gran escala, mejora de la calidad del aire y del agua, prevención de múltiples riesgos naturales, prevención de riesgos sanitarios y otros muchos beneficios, incluyendo los intangibles que contribuyen a la calidad de vida.

El concepto de pago por los servicios ambientales (PSA) o ecosistémicos, parte de atribuir a éstos un valor determinado (no teórico), asignando después un precio a su uso (o a la renuncia de uso en algún caso). El precio se determina en función de los beneficios obtenidos por personas o entidades concretas. Se trata de un conjunto de mecanismos de gestión, soportados por normas y medidas administrativas

<sup>36</sup> Teniendo en cuenta, además, que la prospección y cribado inicial del posible recurso es una inversión costosa y sin garantía de éxito.

<sup>37</sup> Una plaga o enfermedad pandémica podría comprometer la supervivencia de cultivos estratégicos, ya que su uniformidad genética no les permite una

respuesta adaptativa. Ésta deberá basarse en la diversidad genética de las variedades locales históricas. Lo mismo ocurre con la adaptación de los cultivos al cambio climático en países particularmente sensibles a éste.



adecuadas, destinados a incentivar el uso sostenible de los recursos naturales, incluso de los no monetarizables directamente. Se basan en estímulos e intercambios económicos directos: cobran los proveedores de los servicios y pagan los beneficiarios, en dinero o en especies<sup>38</sup>.

No se trata de un mecanismo de compensación –indemnizaciones– por limitaciones que el planeamiento territorial o la normativa ambiental (por ejemplo, en un espacio protegido) puedan imponer al uso del suelo o los recursos naturales. Los PSA también son distintos de las iniciativas públicas de fomento del uso sostenible de los recursos naturales, aunque ambos modelos puedan complementarse en algún caso. En particular, no deben confundirse con programas de desarrollo rural basados en ayudas a zonas desfavorecidas mediante subvenciones o incentivos, ni tampoco con las compensaciones por aplicar buenas prácticas ambientales (como las medidas agroambientales de la PAC).

Los PSA implican una contraprestación entre partes, cuantificada y establecida contractualmente entre actores bien definidos. Su alcance y su cuantía se determinan para casos determinados, nunca en términos genéricos. Y, como requisito fundamental, el pago está condicionado a la obtención de un beneficio ambiental reconocido por las partes, medible, verificable y que no se obtendría sin la actuación considerada. Esto último suele denominarse “adicionalidad”.

En su concepción originaria, los PSA solían basarse en acuerdos privados entre los proveedores de los servicios y los usuarios o compradores de éstos. A veces interviniendo alguna entidad (asociación, patronato, comisión gestora)

que preste apoyo técnico o gestor, o bien ayude a la participación de colectivos sociales implicados. Característicamente, las iniciativas entre particulares (más frecuentes entre empresas y particulares) se ciñen a ámbitos concretos y movilizan recursos limitados si se compara con las inversiones públicas. La Comisión Europea señala que un número creciente de empresas está impulsando, individualmente o como sector empresarial, la inclusión de los mecanismos de PSA en sus balances económicos ordinarios, más allá de acciones puntuales en circunstancias favorables<sup>39</sup>. No obstante, los PSA entre particulares aún distan mucho de ser una práctica generalizada en la gestión de los recursos ambientales, aunque existen iniciativas notables en Europa y otros países del mundo. Por otra parte, el sector privado no siempre está capacitado para aplicar correctamente la adicionalidad, sobre todo en casos complejos por motivos técnicos o administrativos.

Por todo ello es frecuente un financiamiento público total o parcial de los PSA, con trasvase neto de renta al sector privado, como queda de manifiesto en los mecanismos financieros de la UE sobre desarrollo rural y conservación del medio natural. En eso los PSA tienen puntos de contacto, como concepto, con el mecanismo de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante regeneración de bosques degradados y mejora de la gestión forestal en países en desarrollo, propugnado desde 2005 por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Fuera de la UE, algunos gobiernos de países en América del Sur, África subsahariana y Sureste Asiático<sup>40</sup>, reconocen explícitamente que los acti-

<sup>38</sup> Pueden ser bienes materiales, derechos de uso u otros servicios, siempre que se les asigne un valor económico preciso.

<sup>39</sup> Según la Estrategia de la UE para la Biodiversidad, “Numerosas empresas, situadas dentro y fuera de Europa, están evaluando su dependencia de la biodiversidad e incorporando a sus estrategias objetivos de uso sostenible de los recursos naturales”.

<sup>40</sup> Se citan países como Botswana, Costa Rica, Colombia, Filipinas, Guatemala, Indonesia, Madagascar y Ruanda. “Contabilidad de la riqueza y la valoración de los servicios de los ecosistemas”. Alianza global: <http://www.wavespartnership.org>

vos naturales pueden aportar riqueza a sus economías, aliviando con ello la presión sobre sus recursos naturales y avanzando hacia una economía sostenible. Se trata de considerar el “capital natural” en la contabilidad de los países, a partir de su inclusión en indicadores económicos básicos como el Producto Interior Bruto. Las estrategias ambientales de la UE incluyen líneas de trabajo similares a las anteriores, con conceptos, objetivos y directrices bien definidos, basados en los PSA y en el uso sostenible de los recursos naturales.

Pero la aplicación práctica de los PSA en Europa, no termina de llegar como mecanismo de

acción generalizado en las políticas de medio rural y conservación del medio natural, salvo, una vez más, iniciativas limitadas a circunstancias favorables. En cualquier caso, es evidente que el financiamiento público conlleva el riesgo de recaer en el viejo modelo asistencial de subvención a fondo perdido de actividades, quizá obsoletas o inviables en sí mismas, con objeto de mantener rentas en el medio rural. De ahí que sean tan importantes los mecanismos de evaluación previa de las propuestas y de verificación continua de los resultados, para un uso eficiente de los recursos públicos y, sobre todo, para garantizar un beneficio ambiental neto.



#### PAISAJE RURAL EN CALEAO. ASTURIAS.

Los setos vivos en el borde de las parcelas cumplen muchas funciones ecológicas. Aumentan la biodiversidad y forman un entramado que facilita la conectividad entre ecosistemas y constituyen, por ello, elementos importantes de la infraestructura verde.

Foto: "Caleao desde el picu Mea" flickr photo by wow\_wa\_cow [https://flickr.com/photos/wow\\_wa\\_cow/1484511406](https://flickr.com/photos/wow_wa_cow/1484511406) shared under a Creative Commons (BY-ND) license



## LA INFRAESTRUCTURA VERDE (URBANA) COMO ESTRATEGIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Pedro Calaza Martínez<sup>1</sup>

### RESUMEN

La infraestructura verde emerge como una herramienta necesaria y vital que pretende solucionar muchos de los problemas territoriales, sociales y ambientales. El imperativo comunitario recogido en la *Estrategia europea de infraestructura verde* se ha traducido en la reciente publicación de la *Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*, que activa una cuenta atrás de tres años para que las comunidades autónomas aprueben las suyas. En ese documento, se definen las competencias de los ayuntamientos y de otras entidades locales como cabildos, consells insulares y diputaciones, en la delimitación e identificación de los elementos de la Infraestructura Verde, su planificación y gestión, y su coordinación intermunicipal. Es decir, se trata de una apuesta multiescalar (espacial y administrativa) y multiobjetivo.

En este trabajo, se aborda el contexto y se revisa desde un prisma internacional el concepto de infraestructura verde, sus características principales, su anatomía y elementos que la forman. Se introduce el contenido de la Carta de Santander, explicando el decálogo fundamental que persigue alcanzar una mejor biodiversidad, infraestructura verde y planificación territorial. De la misma forma, se tratan los servicios ecosistémicos que proporciona y se ahonda en las implicaciones para hacer frente a los efectos negativos del cambio climático, exponiendo numerosos ejemplos de experiencias reales y de documentos propositivos de soluciones para integrar en diferentes contextos.

**Palabras clave:** infraestructura verde, cambio climático, resiliencia, salud, ODS, planificación territorial.

### SUMARIO

1. Introducción. 2. El contexto. 3. La infraestructura verde. 3. Una aproximación conceptual. 3.1. Unas reflexiones sobre infraestructura azul. 3.2. Componentes de la infraestructura verde urbana y periurbana. 3.3. Los servicios ecosistémicos de la IVU y los ODS. 3.3.1. La Carta de Santander. 4. La infraestructura verde frente al cambio climático. Servicios implicados. 4.1. Efectos del Cambio Climático. 5. Casos de estudio de IV frente al CC. 5.1. Caso de estudio a gran escala. Acuerdo del Corredor Verde del Bajo Danubio. 5.2. Casos de estudios urbanos. 5.3. Proyectos y recomendaciones técnicas. 6. Conclusiones. 7. Referencias.

### 1. Introducción

*El caos es la ley de la naturaleza, el orden es el sueño del hombre. Henry Adams.*

La cultura popular y las creencias antiguas son una buena fuente de datos y, en ocasiones, de lecturas que perduran en el tiempo, aunque no siempre coincidentes con su forma primigenia. Un ejemplo anecdótico aparece en tratados antiguos de demonología donde se cita a un ente demoníaco llamado *Abducivus* que se dedicaba, entre otras cosas, a arrancar árboles y aplastar a las personas con ellos. La lectura que

podemos hacer es que, si arrancamos árboles, si borramos la naturaleza de nuestros entornos de vida, las consecuencias para la salud y el bienestar pueden ser irreversibles... El ser humano precisa interactuar, contactar y sentir los elementos naturales. Un ejemplo claro, desde un prisma quizás más mental o psicológico, lo hemos vivido recientemente con la necesidad de disfrutar de los espacios verdes durante el confinamiento del COVID19. Lo que es evidente es que esas consecuencias de difuminar o eliminar derivan no sólo de la merma de los beneficios ambientales directos sino también de las

<sup>1</sup> Director de la Escuela Gallega del Paisaje. Fundación Juana de Vega.

implicaciones reales negativas de los efectos del ¿indomable? cambio climático. Este artículo precisamente trata de abordar el impacto de ese proceso y de cómo podemos revertirlo (adaptarlo + mitigarlo) con una herramienta de planificación territorial que persigue precisamente lo contrario que Abducus, la **infraestructura verde**.

## 2. El contexto

Las soluciones para los asentamientos humanos y la ordenación y uso del territorio han ido evolucionando o involucionando, depende de cómo lo analicemos, a lo largo de la historia ofreciendo escenarios de lo más variopinto. Lamentablemente, en muchas ocasiones los cerebros humanos (algunos dicen que son funcionales) no han sabido elegir o aportar la mejor solución, ni en entornos urbanos ni en la planificación de las infraestructuras lineales ni en la ¿ordenación? del territorio. Este inadecuado desarrollo territorial o planificación ha generado y genera una gran cantidad de problemas como son la fragmentación y degradación de hábitats, la pérdida de biodiversidad, la contaminación del agua y el aire, el abandono de aprovechamientos agrícolas tradicionales, la expansión de plantaciones forestales de monocultivo, la degradación del paisaje y, en definitiva, una pérdida del funcionamiento ecológico del territorio. A ello hay que sumarle la pérdida de bosques, la extinción de especies, la sobrepoblación (especialmente en las urbes), la dependencia económica de la energía de fósiles y el calentamiento global y, por supuesto, una aceleración de los procesos vinculados a los efectos del cambio climático, especialmente en medios construidos.

En entornos urbanos, resulta evidente que, en general, se ha ido difuminando todo atisbo de naturaleza y se han ido generando islas de asfalto o, como bien definía Ann Spirn (1984) "Jardines de granito", agravando aún más la situación en nuestros entornos más próximos. No es casualidad que en la primera Comunicación de la UE sobre infraestructura verde (UE,

2013) se subrayase su especial necesidad en las ciudades, donde vive ya más del 54% de la población mundial (Naciones Unidas, 2018), en nuestro país casi el 80% (Banco mundial, 2018). ¿Por qué? ¿Para qué? Para precisamente aprovecharnos de las enormes ventajas que proporciona, de los servicios ecosistémicos que tan citados son últimamente, aunque en realidad eran obvios, muy conocidos, pero ese término no estaba de "moda" ... Es curioso el cambio de las modas en el plano ambiental, primero la ecología, después la sostenibilidad, los servicios ecosistémicos, la salud... sobre ello volveremos más adelante. Lo que es evidente es que la infraestructura verde es una herramienta ideal para cambiar la forma de ordenar nuestros espacios de vida, representa una solución a una necesidad imperiosa de recuperar planteamientos más conciliadores para generar espacios de vida más amables y gestionados desde un prisma más racional.

En la situación surrealista en la que nos encontramos debido a la pandemia del COVID19, se percibe más que nunca que una mala planificación urbana, en especial de sus elementos de infraestructura verde, conlleva muchos problemas, quizás hasta ahora ocultos o menos percibidos que deben ser afrontados. Puede que haya un antes y un después en la movilidad, el diseño urbano, la equidad de medios y espacios, la justicia ambiental, etc.... y precisamente una estrategia de infraestructura verde puede aportar muchas ventajas, muchas de ellas, como veremos, vinculadas directamente a los procesos para hacer frente al cambio climático.

En este escenario actual, resulta prioritario garantizar una buena distribución de espacios verdes urbanos accesibles, equitativos especialmente, inclusivos y funcionales ecológicamente. La pandemia puede suponer una oportunidad para mejorar el diseño y gestión urbanos en coherencia con esa necesidad humana de confort ambiental, sosiego, ocio, recreo y salud. De hecho, se ha puesto de manifiesto no sólo en España sino en casi todos los países un

aumento en la demanda de viviendas en entornos más naturales, más rurales en detrimento de las ciudades.... Una reflexión que podemos hacer en este caso es que la naturaleza es una de nuestras necesidades primarias, aunque a veces sólo se entienda por algunos desde un prisma utilitario, es decir, no simbiótico, aparte obviamente de esa vinculación psicológica innata hacia otros seres vivos que magistralmente introdujeron Erich Fromm (1964, 1973) y Edward Wilson (1984).

*Biophilia is the passionate love of life and of all that is alive; it is the wish to further growth, whether in a person, a plant, an idea, or a social group (Fromm, 1973).*

La infraestructura verde y la azul son una necesidad, sencillamente por los grandes y variados servicios que nos aportan, sin embargo, no hemos correspondido bien, a lo largo de la historia hemos castigado cruelmente a ambas infraestructuras, probablemente por esa idea antropocentrista o simplemente por ignorancia, no por la racional<sup>2</sup> (Brennan, 2019), sino por la otra, por la ignorancia de verdad. Un ejemplo claro son los ríos, desde siempre la humanidad se ha ido asentado a su lado, lógicamente el agua es fuente de vida, de salubridad y flujo ecológico...pero después los hemos contaminado, entubado, eliminado, etc.... Por ello, es tiempo y momento de reflexión y de apostar por el uso de la infraestructura verde y azul en el contexto del diseño del siglo XXI, en especial en consonancia con los objetivos de desarrollo sostenible, el cambio climático y los escenarios inciertos condicionados por posibles pandemias.

### 3. La infraestructura verde. Una aproximación conceptual

Hoy en día, la infraestructura verde es un término que se utiliza de forma profusa, aunque

en muchas ocasiones de forma imprecisa, ¿qué es realmente la infraestructura verde?

Actualmente, el concepto de infraestructura verde es muy *cool*, parece que estamos atravesando una tormenta de estrategias o de carreras para ver qué ciudad es la más verde, pero no se trata de ser sólo verde, se trata de muchas más cosas y la primera es entender exactamente de qué estamos hablando. Una ciudad con una buena infraestructura verde tiene que ser verde, pero una ciudad verde no tiene por qué tener una buena infraestructura verde. Y de ahí precisamente emerge ese cambio de prisma, de mirada, entre el concepto tradicional (en medio urbano) de sistema de espacios verdes y el de infraestructura verde.

La infraestructura verde como oxímoron es un concepto nuevo basado en dos tradicionales y opuestos que intenta aglutinar lo mejor de cada uno. Podemos decir que es un concepto *multi-* ya que tiene un marcado carácter multi-escalar y multifuncional, y además es multidisciplinar, multiespacial, multisémica, multidimensional (4 dimensiones), etc.... de ahí que, entre otros motivos, muchos de ellos derivados de intentar adueñarse del concepto desde un punto de vista corporativista, haya tenido diferentes acepciones y enfoques. Hoy en día, las más extendidas dependen en gran medida tanto de la tipología de elementos que la configuran, como del contexto geográfico y funcional. Por ejemplo, es diferente el planteamiento en el continente americano que en el europeo, así en EE.UU., la Agencia de Protección Medioambiental (EPA) la presenta con una aplicación más directa al medio urbano, en particular para la gestión de aguas de tormenta. En sus orígenes, en este continente, aparece en Florida, en 1994 (Firehock, 2010), de la mano de la Comisión de Greenways que reivindicaba que el valor social y las funciones de los campos y sistemas naturales alcanzasen el mismo nivel

<sup>2</sup> Según el profesor de filosofía de Georgetown, existe una ignorancia racional que consiste en que para algunas personas en algunas situaciones es más rentable no invertir en educación o formación

ya que los beneficios que se van a obtener con ella son muy inferiores a su coste.



de importancia que la infraestructura gris. La definición más usada en este continente es la de Mark Benedict y Edward McMahon (2012):

La infraestructura verde es el sistema de soporte de vida natural de nuestra nación: una red interconectada de vías navegables, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación; granjas, ranchos y bosques; y áreas naturales y otros espacios abiertos que soportan a las especies nativas, mantienen los procesos ecológicos naturales, sustentan los recursos de aire y agua y contribuyen a la salud y la calidad de vida de las comunidades y personas de América.

En Europa, el concepto evolucionó desde una estrategia inicialmente conservacionista hacia una visión más integral y holística. De hecho, ha tenido más de 20 definiciones en diferentes países y también distintos enfoques, hasta que se adoptó la oficial en el año 2014:

Recientemente ha sido publicada la Estrategia nacional de infraestructura verde y conectividad y restauración ecológica. La

infraestructura verde es una red ecológicamente coherente y estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales, diseñada y gestionada para la conservación de los ecosistemas y el mantenimiento de los servicios que nos proveen. Incluye espacios y otros elementos físicos 'verdes' en áreas terrestres (naturales, rurales y urbanas) y marinas.

MITECO 2020 De esta definición extraemos directamente que tiene que existir conectividad, que es una red y debe estar compuesta por elementos naturales y que debe tener diseño y gestión, además de que sus objetivos clave persiguen proporcionar servicios ecosistémicos y proteger a la biodiversidad, verdadero corazón de la infraestructura verde en Europa.

Para simplificar, podemos decir que comprende todas las redes naturales, seminaturales y artificiales de múltiples sistemas ecológicos multifuncionales, alrededor y entre áreas urbanas, en todas las escalas espaciales. Las metas que persigue también son numerosas, en la Figura 1 se muestran las definidas en la EEIVCRE:

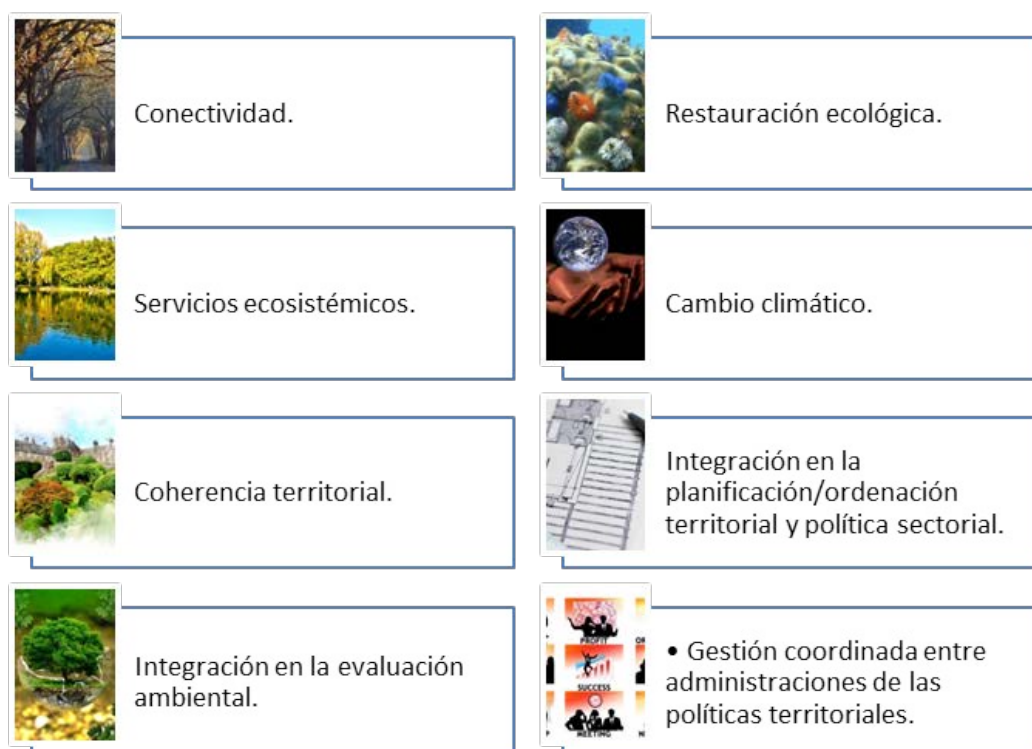


Figura 1. Metas de la estrategia nacional de infraestructura verde y conectividad y restauración ecológica.

Si queremos entender adecuadamente el concepto, debemos estar familiarizados con otros como las Soluciones Basadas en la Naturaleza, el capital natural, los servicios ecosistémicos, la conectividad y la restauración ecológica, la resiliencia, otro concepto también de moda, y la capacidad de adaptación y, por supuesto, los efectos del cambio climático.

Entre ellas, dado el interés e impulso por parte de la UE de las Soluciones Basadas en la Naturaleza, parece apropiado dedicarles unas breves líneas para aclarar su enfoque. Como su nombre indica, se trata de soluciones inspiradas o soportadas por la *naturaleza* que de forma simultánea proporcionan beneficios medioambientales, sociales y económicos y ayudan al aumento de la resiliencia.

Son soluciones que traen más *naturaleza y aspectos naturales y procesos* en las ciudades, paisajes y paisajes de mar, a través de intervenciones adaptadas localmente, eficientes en el uso de recursos y sistémicas. Representan una respuesta coste-efectiva a los cambios de la sociedad más importantes incluyendo el CC.

La IUCN (2016) las define como: “Acciones dirigidas a proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible ecosistemas naturales o modificados, que hacen frente a retos de la sociedad de forma efectiva y adaptable, *proporcionando simultáneamente* bienestar humano y beneficios de la biodiversidad” y define una serie de principios que configuran el concepto (Figura 2).

 <p>Las SBN adoptan las normas y principios de la conservación de la naturaleza.</p>	 <p>Las SBN se pueden implementar de forma autónoma o integrada con otras soluciones a retos de la sociedad, como, por ejemplo, soluciones tecnológicas y de ingeniería</p>
 <p>Las SBN vienen determinadas por contextos naturales y culturales específicos de los sitios, que incluyen conocimientos tradicionales, locales y científicos.</p>	 <p>Las SBN aportan beneficios sociales de un modo justo y equitativo que promueve la transparencia y una participación amplia.</p>
 <p>Las SBN mantienen la diversidad biológica y cultural y la capacidad de los ecosistemas de evolucionar con el tiempo.</p>	 <p>Las SBN se aplican a escala de paisaje.</p>
 <p>Las SBN reconocen y abordan las compensaciones entre la obtención de unos pocos beneficios económicos para el desarrollo inmediato y las opciones futuras para la producción de la gama completa de servicios de los ecosistemas.</p>	 <p>Las SBN forman parte integrante del diseño general de las políticas y medidas o acciones encaminadas a hacer frente a un reto concreto de la sociedad.</p>

Figura 2. Principios configuradores del concepto de Soluciones basadas en la Naturaleza (IUCN, 2016)

Volviendo al análisis del concepto de la infraestructura verde, es novedoso, pero no una idea original. Podemos encontrar numerosas propuestas en esa línea, más o menos realistas, unas fundamentalmente teóricas o propositivas como el Plan de Cesar Cort en A Coruña y otras que se llevaron a la práctica como *El collar*

*de esmeraldas de Boston* del incomparable Frederick Law Olmsted, las propuestas de la mirada de Haussman en la reforma interior de París (1852-1870), la ciudad jardín de Ebenezer Howard, el Plan de Abercrombie de Londres o los *Green Fingers* de Copenhague. No es objeto de este artículo un repaso histórico de la

planificación ecológica o el diseño verde, pero es importante citar a algunos autores dado que nos han dejado un legado imprescindible y han asentado muchas de las bases que han permitido desarrollar un concepto como el de la infraestructura verde. En el marco teórico, es obligatorio subrayar el legado de Ian McHarg, Jane Jacobsen, Lewis Mumford, Philip Lewis, Ann Spirn, Charles Waldheim o Mostafavi, entre otros. En particular, podemos introducir a Patrick Geddes, biólogo de formación y urbanista de profesión que, entre otros grandes logros, diseñó el plan de urbanismo de Tel Aviv, precisamente para crear una ciudad para las personas muy diferente a las que él denominaba *almacenes humanos*...ciudades industriales de principios del siglo XX. Geddes afirmaba que la vegetación no podría ser tan sólo el telón de fondo de las actividades sociales, sino que debería pasar a un plano más protagonista.

Por su parte, el ingeniero agrónomo y paisajista, profesor de la escuela de Versalles, Gilles Clement nos regaló muchas obras sobre paisajismo y reflexiones vinculadas a la infraestructura verde (obviamente en ese momento no la conocía) pero quizás la titulada *Manifiesto del Tercer Paisaje* (2004) es la más significativa en este momento ya que su propia esencia, su propio planteamiento converge con la mirada contemporánea de ciudad, de naturalización urbana y de mejora de la biodiversidad.

*Pero, ¿cuál es la perspectiva hoy en día?* Todo apunta a que nos encontramos ante un gran reto (en realidad una necesidad), de alcanzar unas ciudades más verdes, pero, de forma inseparable, ecológicamente funcionales. No se trata sólo de enverdecer, es mucho más, aunque muchos interpretan que es una especie de competición para lograr ser más verdes, ejemplos claros son la lucha de gladiadores de llegar a ser capital verde europea, el movimiento de ciudades biofílicas o la gran difusión mediática que utilizan algunas ciudades para tildarse como "verdes". Los espacios naturales urbanos deberían volverse los epicentros de contacto social como históricamente lo fueron las plazas

de armas o las plazas de los edificios religiosos, pero con la ventaja de que además de servicios culturales proporcionan también los de provisión y regulación.

La planificación con enfoque ecológico del paisaje urbano, esencialmente el resultado de la superposición de capas de los sistemas urbanos naturales (agua, vegetación, calidad del aire, espacios abiertos, biodiversidad) y de los sistemas humanos (aceras, carreteras, sistemas de transporte, construcciones, etc....), emerge con mucha fuerza en el panorama internacional. Uno de los movimientos más mediáticos, y no precisamente el que ofrece la mejor solución ecológica, es el *Urbanismo del paisaje*, teoría de planificación urbana que argumenta que el mejor camino para organizar las ciudades es a través del diseño del paisaje urbano, más que del diseño de sus edificios...se trata de un *campo de aproximaciones al planeamiento y diseño urbano basado en la interacción entre los sistemas naturales y construidos que persigue potenciar la figura del paisaje como un organizador de las urbes mucho más eficaz, plástico y sostenible que la arquitectura tradicional*. La filosofía del movimiento se alinea con el diseño ecológico, aunque adolece de un planteamiento realista, originando grandes obras mediáticas, pero que no se han demostrado eficaces funcionalmente desde el prisma de servicios ecosistémicos. En el extremo opuesto, aparece el urbanismo ecológico más basado en ciencia, pero con menos tirón mediático. Conclusión: la moda y lo mediático imperan... la lógica ecológica no... ¿solución? Una hibridación como así ha hecho Frederick Steiner, de la Universidad de Texas, el autor de otra obra clave: *Human ecology* (2016), quien acuñó el *Urbanismo ecológico del Paisaje* (Steiner, 2011).

Resulta importante trabajar en esa línea, primero ecológica y segundo mediática. En ese sentido, para integrar una buena solución de elementos que formen parte de la infraestructura verde que emane del lugar, podrían incluirse los principios de Van der Ryn and Cowan (1996) que se exponen en la tabla adjunta.



Tabla 1. Principios de ecología del paisaje Van der Ryn and Cowan (1996).

Principios	Resumen de la implicación en el diseño del paisaje	Descripción
Las soluciones surgen del lugar	El diseño ecológico surge de un íntimo y detallado conocimiento del lugar	Indica la necesidad de conocer el escenario del diseño.
Haz visible a la naturaleza	Asegura que los ciclos y procesos naturales sean visibles para que el medioambiente diseñado genere vida.	Establece los criterios para la evaluación de los impactos ecológicos de un diseño.
Diseña con la naturaleza	Los procesos vivos de la naturaleza ofrecen oportunidades para diseñar utilizando los ciclos naturales, los residuos naturales y la regeneración como parte del diseño total.	Sugiere que estos impactos pueden minimizarse mediante el trabajo en conjunto con la naturaleza.
La contabilidad ecológica informa del diseño	Si se trazan los impactos ambientales de un diseño, se descubren las opciones más sanas ecológicamente	Implica que el diseño ecológico no es sólo para expertos sino para comunidades enteras.
Todo el mundo es un diseñador	Escucha a todas las voces en el diseño del proceso.	La participación y el aprendizaje: fundamentales

Obviamente el enfoque de la IV sigue estos criterios, es ambientalista, ya que comparte la esencia de la planificación ecológica:

- 1.- Mejora del aire, del agua y la calidad del suelo.
- 2.- Ahorro de energía.
- 3.- Reducción de la escorrentía de aguas pluviales urbanas.
- 4.- Reducción del efecto de calor.

5.- Mejora estética de la ciudad.

6.- Enriquecimiento de la biodiversidad de las zonas urbanas.

Por tanto, no debe separarse el plano estético del plano ecológico para no perder la esencia ambientalista de la infraestructura verde y poder diseñar redes altamente funcionales.

Sus características son muy variadas, aunque las más importantes se muestran en la Figura 3.



Figura 3. Características de la infraestructura verde.

Como comentábamos, el confinamiento pandémico ha recordado la importancia de la presencia de naturaleza en nuestras urbes, ya reconocida en la propia definición europea de IV donde se desliza un amplio ámbito de trabajo que abarca una variada escala de paisaje a nivel local, regional y nacional para proteger una red ecológica de conservación, pero también para proporcionar servicios culturales, especialmente en medio urbano. Se indicó que la estrategia europea (UE, 2013) resalta la importancia de la integración de estos planteamientos en las urbes, y precisamente es donde se debe incidir explícitamente para cambiar la forma de planificar las ciudades y de cambiar del concepto de espacios verdes urbanos (parques y jardines) a una visión integral de la infraestructura verde para lograr la optimización de los servicios ecosistémicos.

"Las soluciones de infraestructura verde revisten especial importancia en los entornos urbanos, donde vive más del 60 % de la población de la UE. Los elementos de infraestructura verde en las ciudades aportan numerosos beneficios para la salud, tales como un aire puro y un agua de mejor calidad" (UE, 2013).

Es importante señalar que también son fundamentales los componentes de la IV ubicados en áreas periurbanas (la definición de zonas periurbanas adolece de un consenso internacional) al representar zonas de transición con los espacios más naturales, funcionan a modo de ecotonos, zonas de contacto y tensión entre elementos de diferentes ecosistemas. La idea es sencilla, tenemos, por un lado, el ecosistema urbano, gris, formado por las edificaciones, infraestructuras, equipamientos, etc. y, por otro, el ecosistema natural con sus respectivos elementos: árboles, arbustos, microfauna, avifauna, etc. Como se indicaba, históricamente y desde una mirada generalista, el ecosistema urbano ha ido desplazando al natural y eliminando todos sus elementos, sustituyéndolos por los propios. Es momento de hibridar ese espacio con elementos que sinérgicamente aporten beneficios a la población. Obviamente no

hay soluciones genéricas para todos estos espacios ya que cada lugar, cada escenario, cada población requiere un tratamiento diferenciado y pormenorizado para alcanzar la mejor solución. Como sugiere Williams (2000) se deben utilizar "estrategias que combinan el urbanismo y la naturaleza para crear lugares para vivir enriquecedores, sanos y civilizados", pero adaptadas a las singularidades de cada espacio.

**Servicios.** La IV en medio urbano incluye entre sus servicios de tipo cultural, el fortalecimiento del sentido de la comunidad, el vínculo con acciones voluntarias de la sociedad civil y la contribución para combatir la exclusión social y el aislamiento, aportando a las personas y a la comunidad beneficios físicos, psicológicos, emocionales y socioeconómicos. En cuanto a los servicios de regulación (los segundos en importancia en medio urbano tras los culturales), destaca su aplicabilidad frente a desastres naturales, también están muy vinculados con mecanismos frente al cambio climático, ya que este tipo de soluciones son parte integrante de la política de la UE sobre la gestión de este tipo de riesgos y potencian la resiliencia urbana frente a las catástrofes. A ello hay que sumarle que el cambio climático y la construcción de infraestructuras aumentan la vulnerabilidad de algunas zonas a las catástrofes naturales — inundaciones, avalanchas, corrimientos de tierras, incendios forestales y tormentas—, que provocan muertes en algunos casos y generan pérdidas de miles de millones de euros anualmente. La UE considera que la infraestructura verde es una medida de prevención frente a las catástrofes naturales y que los gobiernos locales deben estar situados en primera línea para hacer frente a las consecuencias inmediatas de dichas catástrofes.

Dentro de las soluciones que ofrece la infraestructura verde para este tipo de desastres se incluyen los jardines de lluvia, los sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDs), humedales costeros, cordones litorales, bosques de protección (ribereños y de montaña) y las llanuras de inundación, que pueden combinarse incluso

con infraestructuras tradicionales, por ejemplo, las obras de protección de ríos.

En España, numerosos ayuntamientos trabajan en este tipo de planteamientos, destacando las experiencias de Vitoria-Gasteiz, Zaragoza, Barcelona, Madrid, etc. No obstante, la mayor parte de ayuntamientos de menor entidad no han comenzado a trabajar en esta línea y existen muchas barreras técnicas, personales, sociales y económicas que deben ser salvadas.

### 3.1. Unas reflexiones sobre infraestructura azul

“...El agua es el principio de todo, es el elemento básico del Universo: el agua produce todas las cosas...”. Tales de Mileto.

La denominada infraestructura azul es la que soporta, da vida y caracteriza a la infraestructura verde, recordemos que el agua es la fuente de vida y que la infraestructura verde no existe sin la infraestructura azul...

Muchos autores fusionan los dos conceptos y en numerosas publicaciones técnicas, científicas y estrategias de desarrollo de la infraestructura verde se incluye la azul dentro de la verde, en este sentido y para simplificarlo, podríamos hacer lo mismo, de la misma manera que en la clasificación de servicios ecosistémicos CICES se obvia el de soporte (o hábitat) ya que inherentemente los otros tres tipos dependen de él y están vinculados. En cualquier caso, el agua es el elemento base, ya lo decía Tales de Mileto, uno de los 7 sabios griegos, fundador de la escuela jónica que se basaba en el conocimiento de la naturaleza como objeto de estudio.

El grado de desarrollo de una sociedad puede medirse de muchas maneras, pero a lo largo de la historia, las infraestructuras del agua se han mostrado como un gran indicador, desde el origen del alcantarillado (3750 a. C.), los baños públicos (3000 a.C.), la aparición de las presas (2770 a.C.), la bomba de agua o los acueductos (s. VII a. C.), el grifo (S. I a.C) hasta la depuración en el siglo XIX. Es curiosa también la relación con la energía, precisamos energía para

procesar el agua (tratamientos, impulsión, extracción, etc.), pero también generamos energía con el agua (energía hidráulica, enfriamiento termoeléctrico, producción de etanol, hidrógeno...) ... La cuestión es dónde está el péndulo de la balanza, ya que influirá notablemente también en procesos vinculados con los efectos del cambio climático.

*La infraestructura verde es inseparable, en términos generales, de la infraestructura azul.*

El agua, en sus diferentes ámbitos, es fuente de vida, en los ríos, en los lagos, en el mar, en los canales de riego, ...es un gran configurador de paisaje tanto natural (Islas Alvedosas en el río Verdugo, el lago SAU en Barcelona o las fantásticas franjas de dunas en Lençóis Maranhenses en la costa nororiental de Brasil) como más antropizado como las acequias comunitarias de San Luis Colorado o los manglares de Tarawa en Kiribati. También configura, aunque de forma menos visible, los asentamientos humanos en epicentros de extracción de agua subterránea, recordemos también que el 50% de la población depende de ella (WWDR, 2015).

Pero el agua no sólo proporciona servicios de provisión (p.e. piscifaua) o de regulación (p.e. térmica) sino que también tiene una gran carga de aspectos de tipo cultural, muchos de ellos en medio urbano. Las imágenes de los pescadores zancudos de Sri Lanka es la representación etnográfica de una relación ancestral con este elemento.

Quizás uno de los aspectos más importantes es la relación mística, mitológica o religiosa con este elemento. Los aztecas realizaban sus “viajes al inframundo” a través de la poza natural en el cenote de Xkekén en Yucatán, prácticamente todas las religiones tienen un vínculo de acero con el agua, para los budistas, las aguas de Ganges son las más sagradas de la India, les protege de los espíritus malignos; las ofrendas en el río Mekong en el año nuevo, río que es la madre del agua para algunas religiones, las bendiciones con agua frente a los malos espíritus en Luang Prabang, los baños en la cascada

Saut d'Eau de Ville Bonheur en Haití, mezcla de cristianismo y Vudú, la cruz horadada en el río Kennebec (Maine) de la iglesia rusa ortodoxa de San Alejandro Nevski, los más conocidos bautismos ortodoxo griego o católico, las abluciones rituales de los musulmanes, el baño de los judíos jasídicos antes del Rosh Hachaná o los baños en la cascada sagrada del gran santuario Tsubaki en la prefectura Mie donde los japoneses se purifican el cuerpo y el alma.

Como se puede apreciar, la relación no sólo es de supervivencia sino religiosa y cultural, le damos un gran valor y le ofrecemos culto al agua...Sí, pero, ... ¿Qué hemos hecho a lo largo de la historia? Nos hemos asentado en las proximidades de elementos de infraestructura azul, ríos y costa... servicios de provisión directos y nos hemos vinculado emocionalmente con ella pero también de forma perversa... hemos contaminado los ríos, los mares, los hemos llenado de residuos de todo tipo, hemos canalizado los ríos, eliminando así su funcionamiento ecológico y sus procesos naturales de generar servicios ecosistémicos de diferentes tipos y hemos castigado al paisaje infligiendo un absurda autoflagelación derivada de la ignorancia humana.

Con el agua tenemos dos problemas contrapuestos, el déficit y el exceso...los escenarios son diversos, desde la escasez más absoluta que podría estar representado por la zona de Marsabit (Kenya) donde se ubica el Pozo cantarín, hasta escenarios con inundaciones por lluvias torrenciales que tan bien conocemos en nuestro país, especialmente en los últimos años...en muchos casos derivados de una errónea selección de las ubicaciones... parece que en ocasiones las propuestas de estudios multicapas de Ian McHarg de mediados del siglo pasado parece que todavía no se aplican, pero ese es otro tema...

Es cierto que poco a poco avanzamos para hacer diseños y una planificación y ordenación del territorio más adecuadas e incluso hay iniciativas específicas para la recuperación de los espejos de agua. Un ejemplo interesante es el de

la US Water Alliance, con su programa "*Green city, clean waters*". Este programa persigue el desarrollo de planes de gestión integrados de agua mediante la restauración de hábitats, la protección del agua limpia, la gestión racional del agua de tormentas, etc. para lograr recuperar escenarios de elementos de infraestructura azul donde se pueda volver a pescar, nadar, beber y que sean seguros, atractivos y accesibles, es decir, potenciar todos los servicios ecosistémicos que hemos "enterrado" o difuminado con una inadecuada gestión, ello, por supuesto incluye Soluciones Basadas en la Naturaleza como los SUDs y la participación ciudadana. De hecho, hay interesantes respuestas ciudadanas de arte urbano de diferentes tipos, uno de los más directos es el del Stacy Levy's "*Street Lagoon*" que consiste en trazar con pinturas el discurso del antiguo río...con el firme propósito de recuperar su historia y quien sabe, quizás recuperarlo físicamente... en ese sentido hay una organización en Francia, Onema, que lleva tiempo trabajando en restauración hidrogeomorfológica de los cursos fluviales, intentando restaurarlos y recuperar el trazado natural...

La lectura directa es que sin agua no hay vida, se pierde biodiversidad, bienestar y calidad de vida, regulación ambiental, servicios de provisión, regulación y culturales, energía, agricultura, etc. y por supuesto es el termómetro para medir los efectos del cambio climático y un recurso clave que hay que proteger.

### 3.2. Componentes de la infraestructura verde urbana y periurbana

Es importante señalar que no hay una asignación de determinados componentes de infraestructura verde con la escala de trabajo, de hecho, algunos pueden repetirse, aunque su consideración y análisis debe ser diferente. Por ejemplo, a escala nacional pueden aparecer elementos de infraestructura verde urbana, como son los grandes parques, jardines, áreas recreativas y deportivas, cinturones verdes, etc., con importancia suficiente para ser considerados a esta escala. Se trata de espacios que,



aunque tengan una superficie reducida, pueden proporcionar una gran cantidad de servicios ecosistémicos a un gran número de población. Lo mismo ocurre con la escala regional donde existen elementos de la infraestructura verde urbana y periurbana, desde los grandes elementos de los corredores paisajísticos, *puertas verdes* o cinturones urbanos, hasta los propios elementos urbanos, parques, jardines, áreas recreativas y deportivas, estanques y canales o cubiertas verdes con importancia suficiente para ser considerados a escala regional.

En medio urbano, hay un gran número de elementos que pueden formar parte de la infraestructura verde, aunque no todas las ciudades tienen que tener cada uno de ellos. Siguiendo el trabajo desarrollado por la Asociación Española de Parques y Jardines, las diferentes tipologías se organizan estableciendo diferentes tipos de espacios verdes reconocidos desde la óptica de la gestión, aunque se matiza que en el caso de que una ciudad disponga de una distinta a las presentadas, la considerará dentro de la que más se aproxime.

En ese estudio se definieron 21 tipologías que pretenden incluir los principales elementos de la infraestructura verde municipal de todos los municipios españoles. En la Guía de Infraestructura Verde Municipal publicada por la FEMP (Calaza et al., 2019) se ha respetado esta clasificación, pero ampliada tomando como referencia el borrador de la **ENIVCRE** (*Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y Conectividad y Restauración Ecológica*), la clasificación de bosques urbanos de la FAO, así como publicaciones y experiencias de ayuntamientos nacionales y aquellos espacios que pueden aparecer comúnmente en zonas periurbanas como parcelas agrícolas o espacios naturales protegidos. Se recogen en la Tabla 2.

### 3.3. Los servicios ecosistémicos de la IVU y los ODS

En la definición de la UE (2013), se indicó que uno de los objetivos clave es proporcionar servicios ecosistémicos definidos como las contribuciones que los ecosistemas hacen al bienestar humano... (CICES, citado en JCR, 2018).

En el panorama internacional, existe un gran número de clasificaciones internacionales de los servicios ecosistémicos como la de Robert Constanza (1997), De Groot et al. (2002), Millennium Ecosystem Assessment (2005), UK National ecosystem Assessment (UK-NEA, 2011), Wallace (2007), The Economics of Ecosystems and Biodiversity, pero la que se está imponiendo es la CICES, Common International Classification for Ecosystem Services V.5.1 (2018). Es el Sistema de clasificación desarrollado por el grupo de trabajo de servicios ecosistémicos de la Unión Europea. Según esta clasificación, los SSEE son de 3 tipos (los de soporte se entienden incluidos en los otros tres ya que son los procesos ecosistémicos y estructuras necesarias para que sea posible su generación):

- a) Servicios de aprovisionamiento: productos de alimentación, suministro de materiales y fuentes de energía proporcionadas por los sistemas vivos.
- b) Servicios de regulación y mantenimiento: todas las formas en que los organismos vivos pueden moderar el entorno ambiental y que afectan a las actividades y bienestar humanos.
- c) Servicios culturales: incluyen todos los aspectos de los ecosistemas que afectan al estado físico y mental de las personas.

Tabla 2. Elementos que forman parte de la infraestructura urbana y periurbana.

Espacio	Descripción
Espacio fluvial. Arroyos y conectores fluviales.	Espacios verdes en conexión con los cauces fluviales.
Estanques y balsas de inundación	Entornos de láminas de agua artificiales
Litoral	Zonas de contacto con el mar como playas, zonas de dunas, etc.
Parque forestal, bosque	Zonas verdes urbanas con tipología parecida a los bosques por su importancia del estrato arbóreo y arbustivo.
Bosque periurbano forestal	
Zonas naturales protegidas en entornos periurbanos	
Zonas agrícolas periurbanas	
Vías pecuarias	
Vías verdes y ciclistas	
Bosque urbano	Definición FAO
Parque	Zona verde de dimensiones considerables que se caracteriza por disponer de equipamientos lúdicos y de servicios, con diversidad de todos los estratos de vegetación.
Pequeños parques y jardines con árboles ( $x < 0,5$ has)	Definición FAO
Jardín	No tiene por qué incluir arbolado.
Parque o jardín histórico	Espacios verdes que destacan por su componente histórico.
Plaza	Espacio pequeño, menor que un jardín, con poca vegetación, habitualmente arbolado y algún equipamiento.
Zonas verdes privadas y patios interiores, incluidos los comunitarios.	
Arbolado urbano o en plazas públicas	Árboles plantados a lo largo de una calle.
Alineaciones de setos vivos y arbustos	Alineaciones vegetales sin incluir al arbolado.
Parterre urbano. Medianas y rotondas	Pequeñas zonas verdes situadas en la vía pública con una función ornamental o de acompañamiento a la circulación.
Sistemas de drenaje urbanos. SUDs y desarrollos de bajo impacto-LIDs.	
Cubierta verde	Espacio verde situado en cubiertas de edificios o sobre aparcamientos subterráneos.
Muro verde y/o jardín vertical	Vegetación situada en vertical sobre fachadas de edificaciones.
Huerto urbano	Espacio distribuido en parcelas hortícolas para el uso no comercial de personas y/o colectivos.
Zonas verdes deportivas	Espacios con instalaciones deportivas.
Jardín botánico y parques temáticos	Espacio dedicado a colecciones botánicas. También se incluyen jardines con colecciones concretas como rosales, planta crasa, etc.
Parque zoológico	Espacios reservados a la exhibición de animales para su preservación y conocimiento.
Cementerios, ermitas e iglesias	Jardines de estas instalaciones.
Viveros municipales	Espacios reservados a la producción y almacenamiento de plantas.
Equipamientos públicos (bibliotecas, centros cívicos, etc)	Equipamientos municipales que disponen de zona verde dentro o fuera de sus instalaciones.
Solares municipales no urbanizados	Parcelas municipales que no presentan urbanización actualmente. Presentan valor por su capacidad de permeabilidad y especies herbáceas existentes. Incluye praderas y eriales.
Espacios de oportunidad	
Centros educativos	Zonas verdes dentro de centros educativos y campus universitarios.
Zonas verdes de otras instituciones (teatros, museos, etc.)	Espacios ajardinados que acompañan a equipamientos culturales.

En 2015, la ONU publicó sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para hacer un llamamiento universal para la adopción de medidas que pongan fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Son 17 objetivos basados en los logros de los 8 Objetivos de Desarrollo del Milenio, pero incluyendo otras prioridades como el **cambio climático**, la desigualdad económica, el consumo sostenible y la paz y la justicia desde un prisma de transversalidad, universalidad y multifuncionalidad. Siempre dentro del marco de la sostenibilidad, los objetivos persiguen un espíritu de colaboración y pragmatismo para seleccionar las mejores opciones para la mejora de vida para las generaciones futuras.

En medio urbano confluyen muchos de los objetivos, metas y acciones de la Agenda 2030, de hecho, la mayor parte de ellos (3, 6, 7, 11, 12, 13) inciden directamente donde vive la mayoría de la población. De forma particular, el ODS 11 persigue “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, resilientes y sostenibles”, y aborda la necesidad de mejora del transporte público, la creación de espacios verdes y lograr que más personas participen en las decisiones de planificación urbana. Por tanto, utiliza argumentos y propuestas directamente relacionadas con la infraestructura verde. Además, se persigue ofrecer resultados sostenibles a nivel de asentamiento humano, con metas específicas (11.a, 11.3 y 11.7) relacionadas con la planificación territorial:

La Meta 11.7 de los ODS indica lo siguiente: De aquí a 2030, proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.

El objetivo 11 le da especial importancia a la relación entre la infraestructura verde, las zonas verdes y los espacios públicos y la mejora de la salud y la calidad de vida de todos los habitantes de las ciudades. Subraya los beneficios de esta infraestructura, especialmente la

mejora de nuestra salud física y psicológica, el fortalecimiento de nuestras comunidades y la transformación de nuestros barrios y ciudades en lugares más atractivos para vivir y trabajar. Este objetivo además se vincula con la meta relacionada con las enfermedades no transmisibles del ODS 3 (garantizar una vida sana) proporcionando espacios para que las personas puedan estar físicamente activas, y con el ODS 7 (garantizar el acceso a la energía para todos) al reducir las temperaturas en las ciudades y el ODS 8 (crecimiento económico), ya que las zonas verdes y los espacios públicos proporcionan el terreno necesario para que las personas con menos recursos puedan ganarse la vida vendiendo productos y servicios.

De forma expresa UN-Habitat y la OMS indican que se debe integrar la salud en la planificación urbana y territorial (UN-Habitat, 2020). La infraestructura verde en sentido general y específicamente en las ciudades es una solución perfecta de planificación territorial para agilizar y garantizar que se alcance este tipo de objetivos y metas y conseguir unas ciudades más sanas donde exista equidad, justicia ambiental y acceso universal a los espacios verdes.

En nuestro país, en 2017 se celebraron las jornadas en el Instituto de la Ingeniería de España, IIE, organizadas por el Comité de Ingeniería y Desarrollo Sostenible (CIDES) para analizar la posición de los ingenieros ante la agenda 2030 y sus 17 ODS. Entre otros temas, también se abordó la importancia de la infraestructura verde y el cambio climático, entre las conclusiones destaca la presencia de un 70% de la población en medio urbano frente a un territorio despoblado, envejecido y abandonado, que dificulta su sostenibilidad.

En este escenario, van a resultar imprescindibles, con la participación activa de la ingeniería, el papel de la agricultura, de las materias primas, del reequilibrio territorial y de un urbanismo y ordenación del territorio coherente con los Objetivos 2030. Por otra parte, se subraya que debe minimizarse la nueva expansión urbanística fuera de la consolidada y

potenciarse un cambio en las relaciones entre el campo y la ciudad, buscando el desarrollo de las potencialidades rurales e internalizando las aportaciones del medio rural y de los servicios de los ecosistemas.

Por último, la lucha contra el calentamiento y por la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas es clave para la conservación de la vida y la salud. La integración de la biodiversidad, la regeneración de los ecosistemas y la incorporación de la naturaleza en la ciudad debe potenciar el desarrollo de proyectos y estrategias de infraestructura verde.

### 3.3.1. La Carta de Santander

Dentro de las iniciativas y apuestas vinculadas a la mejora de la planificación espacial e inherentemente vinculada a la infraestructura verde, los ODS y el cambio climático, se

presenta la denominada Carta de Santander por la Infraestructura verde y la biodiversidad.

Esta Carta, señalada en la Estrategia Nacional de Infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológica (MITECO, 2020), concretamente en el apartado de políticas sectoriales autonómicas y locales. Se trata de un documento promovido por la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos (AEPJP), que ha sido desarrollada por un panel de expertos con el apoyo del Ministerio de Agricultura, la Federación Española de Municipios y Provincias, así como diferentes entidades académicas y universitarias, científicas y colegios profesionales de ingeniería; con la intención de proponer a los Organismo oficiales su consideración y promoción. Los objetivos que persigue se muestran en la Figura 4.

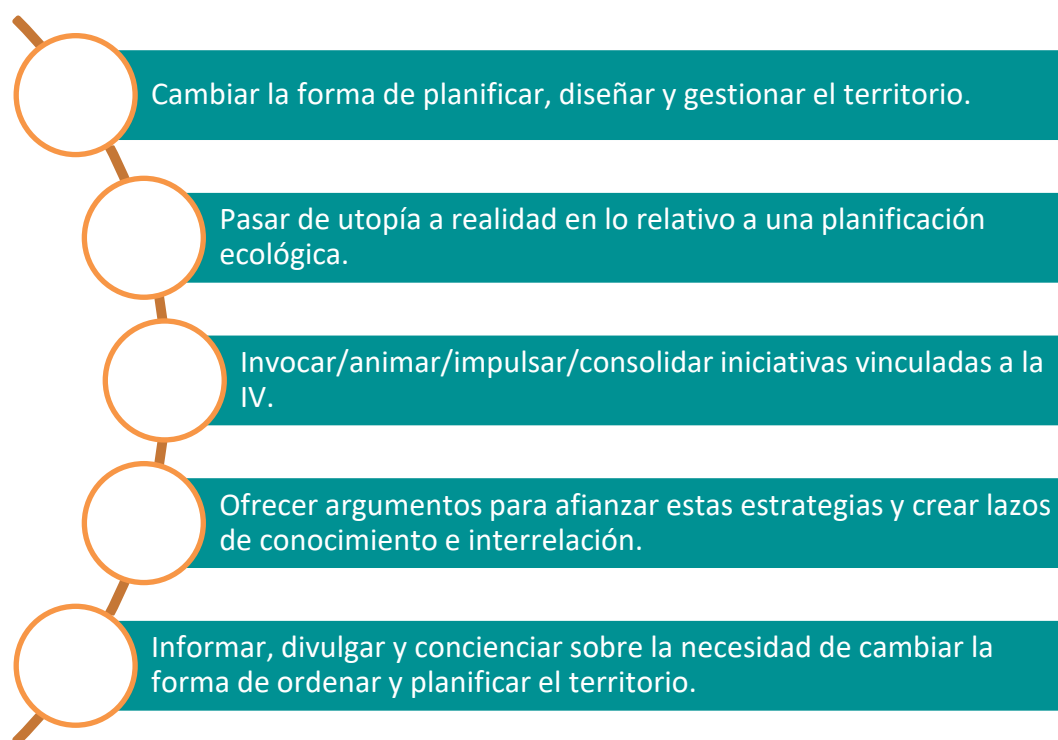


Figura 4. Objetivos de la Carta de Santander

La Carta de Santander se resume en un decálogo de los aspectos más importantes que persigue:

1.- Impulsar una adecuada ecoplanificación territorial.

La planificación ecológica debe ser el modelo

de desarrollo urbano para lograr tener ciudades más sostenibles, biofílicas, verdes, resilientes, saludables e inteligentes.

2.- Fortalecer la resiliencia territorial.

La **resiliencia territorial es clave** en el cambiante escenario actual para poder hacer frente



a diferentes problemas, entre los que se encuentran los eventos climáticos extremos.

3.- Situar la naturaleza en el epicentro del diseño urbano.

Se debe cambiar la forma de planificar y diseñar las ciudades entendiéndolas desde un prisma que utilice la vegetación como recurso dinámico fundamental del diseño de la trama urbana.

4.- Entender la biodiversidad como el corazón de la infraestructura verde.

La biodiversidad tiene un valor intrínseco y representa un elemento clave del paisaje y de la salud urbana. Debemos incrementar y restaurar la funcionalidad y conectividad de los paisajes naturales urbanos y periurbanos para conservar los recursos naturales y la biodiversidad.

5.- Optimizar los servicios ecosistémicos.

La inversión en recursos y procesos naturales, y en garantizar y potenciar los procesos ecológicos de una ciudad proporciona un gran elenco de servicios ecosistémicos y un importante rendimiento económico positivo para la comunidad.

6.- Implementar soluciones basadas en la naturaleza.

Se deben integrar soluciones basadas en la naturaleza en la planificación, diseño y gestión de las ciudades para maximizar los beneficios y alcanzar una mayor y mejor calidad de vida. Ello incluye soluciones orientadas a la generación de los diferentes tipos de servicios ecosistémicos que preserven los flujos ecológicos urbanos, incluyendo los entrópicos y antrópicos en un marco de socioecología.

7.- Hacer frente al cambio climático y a los desastres naturales.

Las ciudades y villas se hacen más vulnerables al cambio climático y a sus desastres naturales vinculados, a la rápida urbanización y al crecimiento poblacional, con el agravante problema de un empeoramiento de la salud. Una

planificación de la infraestructura verde y su adecuada gestión minimiza este tipo de problemas.

8.- Mejorar la salud y el bienestar de los ciudadanos.

Una infraestructura verde bien gestionada contribuye a una vida más saludable y al bienestar a través de la prevención de enfermedades, la terapia y la recuperación. También se mejora la salud de forma indirecta debido a sus beneficios ambientales. Se ha evidenciado que es fundamental para minimizar la presencia de enfermedades no transmisibles, la causa más importante de muertes en el mundo.

9.- Potenciar la multiescalaridad y el desarrollo de políticas proactivas de infraestructura verde a todos los niveles.

La infraestructura verde no tiene límites administrativos. Su multiescalaridad debe ser aprovechada tanto desde las escalas administrativas (estatal, regional y municipal) como espaciales (nivel de estado, de región, de municipio, de barrio o de sitio). Las diferentes autoridades deben promover cualquier acción que facilite la implementación de elementos de infraestructura verde a cualquier escala. Debemos armonizar políticas proactivas, una planificación estratégica y una legislación que aproveche al máximo la infraestructura verde.

Es prioritaria una mayor promoción, comunicación y educación pública para aumentar la conciencia y alentar la inversión verde urbana. La participación, asociación y colaboración entre los agentes interesados son requisitos estratégicos para una gestión eficaz de la infraestructura verde.

10.- Garantizar la justicia y equidad ambientales.

La planificación y el diseño de la infraestructura verde deben aumentar la justicia y deben asegurar que sus beneficios se acumulen de manera equitativa para todos.

La infraestructura verde debe ser inclusiva y no debe exacerbar la segregación espacial ni

provocar procesos de gentrificación ecológica. Esta estrategia hace que la gestión urbana sea más rentable y sostenible, y, por tanto, contribuye a la equidad social.

#### 4. La infraestructura verde frente al cambio climático. Servicios implicados

En 2008, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) dijo de manera contundente que teníamos como mucho 12 años para llevar a cabo los cambios drásticos y sin precedentes que son necesarios para evitar el aumento de la Tª mundial promedio más allá de la meta de 1,5°C establecida por el Acuerdo de París. ¿situación actual? Parece que no hemos conseguido los objetivos...

En los apartados anteriores se ha puesto de manifiesto cual es la potencialidad que tiene un buen diseño y una adecuada gestión de la infraestructura verde y azul para la adaptación y mitigación al CC. De hecho, se considera al agua como el termómetro de los procesos derivados del cambio climático, como el medio primario a partir del cual el CC influye en los ecosistemas de la tierra, así como en la vida y en la sociedad. Es evidente que el CC afectará a la disponibilidad de agua a través de cambios en la distribución de la lluvia, la humedad del suelo, los glaciares, los ríos, etc.

Estos problemas son percibidos de forma contundente a escala mundial, de hecho y por tercer año consecutivo y en un marco global, los riesgos relacionados con el medio ambiente dominan el prestigioso estudio GRPS (Global Risks Perception Survey) y representan tres de los cinco primeros riesgos por probabilidad (fracaso en la mitigación y la adaptación al CC, los eventos meteorológicos extremos, y los desastres naturales) y cuatro de los cinco más importantes en impacto (aparte de los tres anteriores la pérdida de biodiversidad y el colapso del sistema).

De la misma forma, si se analizan las interconexiones entre riesgos y tendencias, en este estu-

dio, así como las de los riesgos mundiales, podemos observar que en los puntos más críticos aparecen los riesgos ambientales, expresamente los relacionados con el cambio climático.

Además, estos problemas se agudizan en medio urbano, ya comentaba Maurice F. Strong, Secretario General de la Conferencia de la ONU sobre el medio ambiente y desarrollo de Río de Janeiro de 1992 que "la batalla global por la sostenibilidad se ganará o perderá en las ciudades", que representan el 2% de la superficie terrestre, pero es donde se producen el 75% de las emisiones de carbono. Pero no se trata sólo de abordar lo relativo al CC, sino que el problema debe ser entendido y enfrentado desde diferentes ópticas, en este sentido, Ban Ki Moon. Secretario General de la ONU (2007-2016) indicaba que "*Salvar nuestro planeta, rescatar a la población de la pobreza, avanzar en el crecimiento económico... es lo mismo y la misma lucha...*"

Debemos conectar los puntos entre el CC, la sequía, la energía, la salud global, la seguridad alimentaria y el empoderamiento de las mujeres... Las soluciones a un problema deben ser las soluciones a todos los problemas..."

Por tanto, el enfoque de hacer frente al cambio climático conlleva una respuesta integral que aúne diferentes esfuerzos, perspectivas y que sacuda los problemas desde frentes variados... y precisamente en ese sentido, dada la multifuncionalidad de la infraestructura verde y su multiescalaridad, es una apuesta importante, especialmente en medio urbano, donde se indicaba que se producían las mayores emisiones.

##### 4.1. Efectos del Cambio Climático

El CC impacta de forma directa de diferentes formas; sin ánimo de ser exhaustivo, de acuerdo al informe IPCC-4 (2007), los impactos directos pueden consistir en un aumento de Tº,

un aumento del nivel del mar, un cambio de los modelos hidrológicos, una reducción de periodos de frío y en la aparición de eventos más extremos, sequías e inundaciones.

En Europa estos impactos se traducen en las siguientes consecuencias (Jongman et al., 2017):

- Cambio de los ecosistemas a nivel local.
- Eventos hidrológicos extremos más frecuentes.
- Cambio parcial de los cultivos agrícolas.
- Extinción de especies en alguna región o en toda Europa.
- Movimiento de especies. Las especies que encuentren condiciones sub-óptimas tienden a moverse en la dirección de mejores condiciones:
  - Mejores condiciones de hábitat.
  - Más comida.
  - Menos competencia.

La situación es crítica y realmente percibida como una gran amenaza; se requieren acciones directas e inmediatas para hacerle frente y precisamente la IV es una buena oportunidad. Esta relación IV-CC está siendo analizada en numerosas universidades y centros de investigación en el panorama internacional, hasta la aparición de las restricciones derivadas del COVID19 se organizaban foros y eventos específicos como el Foro Internacional de Infraestructura verde y Cambio climático, desarrollado en México, así como numerosas publicaciones de las ventajas de utilizar elementos de IV con fines determinados vinculados al cambio climático. Si se revisan los planes estratégicos de infraestructura verde aparecen en numerosas partes su vinculación con el cambio climático, por citar algunos ejemplos: Guía de infraestructura verde urbana de la FEMP, Plan Infraestructura verde y biodiversidad Madrid, Medida de gobierno de la infraestructura verde de Barcelona, *North west Green infrastructure Guide*, Cambridge, *Urban Green Up*, ...

Un ejemplo interesante es el denominado **Urban Green Infrastructure: Connecting people**

**and nature for sustainable cities** que pretende crear una base de datos que resuma la evidencia existente sobre importantes vínculos funcionales e impactos de IVU en la regulación climática, el agua y el suelo, la calidad del hábitat y la salud y el bienestar humanos. Por ejemplo, los espacios verdes privados y comerciales pueden ser importantes para la gestión de las aguas pluviales y la regulación del microclima, los terrenos baldíos pueden proporcionar hábitat para especies raras y los patios escolares verdes y otros espacios abiertos alrededor de edificios administrativos u hospitales pueden promover la relajación y la experiencia en la naturaleza.

Además, por supuesto, este objetivo se recoge en la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y Conectividad y Restauración Ecológica (versión borrador), donde en su meta 4 se explicita: Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la infraestructura verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático. De hecho, en este borrador, el concepto cambio climático aparece citado en 74 ocasiones. El Gobierno de España lleva tiempo apoyando iniciativas en este sentido, ejemplo claro es el proyecto de Infraestructura verde y custodia urbana: contribuyendo a la adaptación al cambio climático de las ciudades, bajo el paraguas de la Fundación Biodiversidad y del Ministerio para la Transición Ecológica, que perseguía potenciar la IVU a través de acuerdos de custodia con el fin de promover la adaptación de las ciudades al cambio climático.

No obstante, tenemos el problema del tiempo, es cierto que no hay una certeza de que las medidas que se apliquen sean las mejores, pero se debe actuar de forma urgente, no tenemos más tiempo para esperar: Rob Jongman et al. (2014) de la Universidad de Wageningen señalan que si tenemos que esperar a las conclusiones de los modeladores de clima y especies sobre el impacto del CC en el nivel del mar, precipitaciones, poblaciones de especies y ecosistemas, no quedará tiempo para planificar las

estructuras de paisaje que evitarían esos efectos. Por tanto:

- a) Debemos pensar y actuar ahora, aunque no estemos seguros de que todo lo que hagamos sea la mejor solución.
- b) Tenemos que planificar acciones para mitigar los impactos del cambio del uso del suelo que además mitiguen parte de los impactos del CC.

Y una de las acciones que podemos desarrollar ahora mismo es precisamente la mejora de la ordenación y gestión del territorio mediante la implementación de estrategias de infraestructura verde y de soluciones basadas en la naturaleza.

En general, la IV puede ayudar a enfrentar el cambio climático de 2 formas:

- a) Aumentando los niveles globales de resiliencia del sistema urbano-ecológico y con ello mejorar su preparación para escenarios de alta incertidumbre.
- b) Mediante la provisión de servicios ecosistémicos que permitan enfrentar aspectos específicos relacionados con el cambio climático (Gill et al., 2007).

La provisión de esos servicios permitirá una serie de beneficios, a modo de referencias no exhaustivas, y siguiendo las publicaciones de EEA (2011), Kazmierczak and Carter (2010), NCCAP (2020), CEA-Vitoria (2006) y Vásquez, (2016):

#### **Mitigación:**

- a) Aumento del efecto sumidero del C, incremento de secuestro de carbono.
- b) Promoción de desplazamientos sostenibles. Reducción de emisiones de C provenientes de los vehículos motorizados por el incremento de las infraestructuras de transporte público y movilidad sostenible (paseos, bicarriles...).
- c) Reducción del uso energético y provisión de energía renovable. Generación de fuentes de energía renovable, por ejemplo, mediante el diseño de edificios con mayor cantidad de vegetación.

- d) Provisión de materiales de construcción menos intensivos en energía.
- e) Producción de alimentos próximos a destinos de consumo.
- f) Reducción del consumo energético (mediante el uso de vegetación como arbolado, fachadas verdes, arquitectura bioclimática).

#### **Adaptación al cambio climático:**

- a) Prevención de inundaciones y regulación de escorrentías.
- b) Incremento de la recarga de agua de los acuíferos.
- c) Fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas al CC.
- d) Control de desbordes de ríos y marejadas en zonas costeras.
- e) Regulación térmica y disminución del efecto isla urbana de calor.
- f) Mejora de la permeabilidad ecológica y el movimiento y refugio de especies ante condiciones climáticas extremas mediante la creación de redes ecológicas.

#### **Mejora de la calidad ambiental.**

- a) Mejora de la calidad del aire y de la calidad del agua.
- b) Mejora y mantenimiento de la calidad del suelo agrícola (aumento de la fertilidad del suelo).
- c) Control de la erosión del suelo.
- d) Reducción de los niveles acústicos, especialmente en medio urbano.

#### **Mejora de la salud y el bienestar**

Un aspecto clave a tener en cuenta es que la infraestructura verde, como estrategia de ordenación territorial, debe perseguir la mejora de la salud, que además está íntimamente vinculada con el cambio climático. Precisamente en la guía de la OMS (2020) se plantea la cuestión: Si el propósito de la planificación no es para los humanos y para la salud del planeta, entonces ¿para quién es?

La pregunta subraya no perder la perspectiva y jerarquizar racionalmente los objetivos de una



adecuada planificación, y uno de ellos es obviamente la salud de la población y el planeta. Una adecuada infraestructura verde mejora la salud y el bienestar de los ciudadanos y de los elementos vivos, tanto de forma activa como pasiva. La lucha contra los efectos del cambio climático redundará en una mejor salud general, por tanto, hablamos inherentemente de adaptarnos y mitigar los efectos del cambio climático y la mejora de la salud. Todo está vinculado.

¿Qué debemos hacer para la mejora de la salud y para luchar contra el cambio climático? Pues planificar asentamientos que demanden menos recursos y sean más resilientes, ello incluye medidas específicas para promover la actividad física y una adecuada alimentación, buenas prácticas, tecnologías innovadoras, soluciones basadas en la naturaleza, una adecuada red de IV sana y equilibrada que ofrezca una cantidad importante de servicios ecosistémicos relacionados.

El cambio climático se encuentra entre los factores que contribuyen a más de 100 enfermedades (Prüss-Ustün et al., 2016). En los tops de esas enfermedades aparecen las famosas enfermedades no transmisibles (ENT) que causan en España más del 92% de las muertes anualmente, entre las que se encuentran el cáncer, la diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, etc. (Soriano et al., 2018) La OMS apunta que una de las 3 causas de su incidencia es una mala urbanización (planificación, gestión y mantenimiento), junto con el envejecimiento poblacional y la globalización.

Dentro de los 5 calificadores de una adecuada planificación territorial y entornos urbanos sostenibles (OMS, 2020) aparece la planificación de lugares que sean más resilientes al cambio climático y a los desastres naturales. ¿cómo podemos hacerlo? Utilizando la salud como una variable, mediante, por ejemplo, el desarrollo de acciones de apoyo para ayudar a reducir la vulnerabilidad a la pérdida humana y material

por desastres inducidos por el clima, incluso a través de cambios en las instalaciones de atención médica y la preparación y respuesta de la atención médica ante los desastres. Otra forma podría ser destacando los vínculos entre la salud y los factores de riesgo ambientales vinculados con el cambio climático que son perjudiciales, como la contaminación del aire.

Haciendo eso, podríamos obtener resultados directos e indirectos en la salud, por ejemplo, a través de espacios abiertos verdes, azules y públicos bien diseñados y accesibles que también actúan como zonas de amortiguamiento y paisajes funcionales o con el diseño de beneficios para la salud en soluciones basadas en la naturaleza para servicios ecosistémicos, mitigación climática y resiliencia.

La OMS (2020) también sugiere recomendaciones con implicaciones para el diseño y planificación urbana y territorial, entre ellas aparece: Proteger el medio ambiente natural, mitigar el cambio climático y respetar las relaciones con la tierra.

La planificación espacial es compatible con el objetivo de mejorar la salud, el bienestar y la equidad en salud en toda la población (o nivel definido de subpoblación). Dentro de los elementos clásicos del enfoque de salud pública es muy relevante la denominada salud pública ecológica: intervenciones de planificación típicas que incluyen planes de acción sobre biodiversidad, planes de energía relacionados con el clima, estrategias espaciales para reducir el consumo de recursos y energía, sistemas alimentarios locales y estrategias de resiliencia, o sea, muy en la línea de los servicios y beneficios que ofrece la infraestructura verde. Es por ello, que esta estrategia permite alcanzar esas firmes metas inherentes de la lógica de la planificación.

En el siguiente gráfico se muestra como los factores espaciales impactan en la salud y la equidad sanitaria.

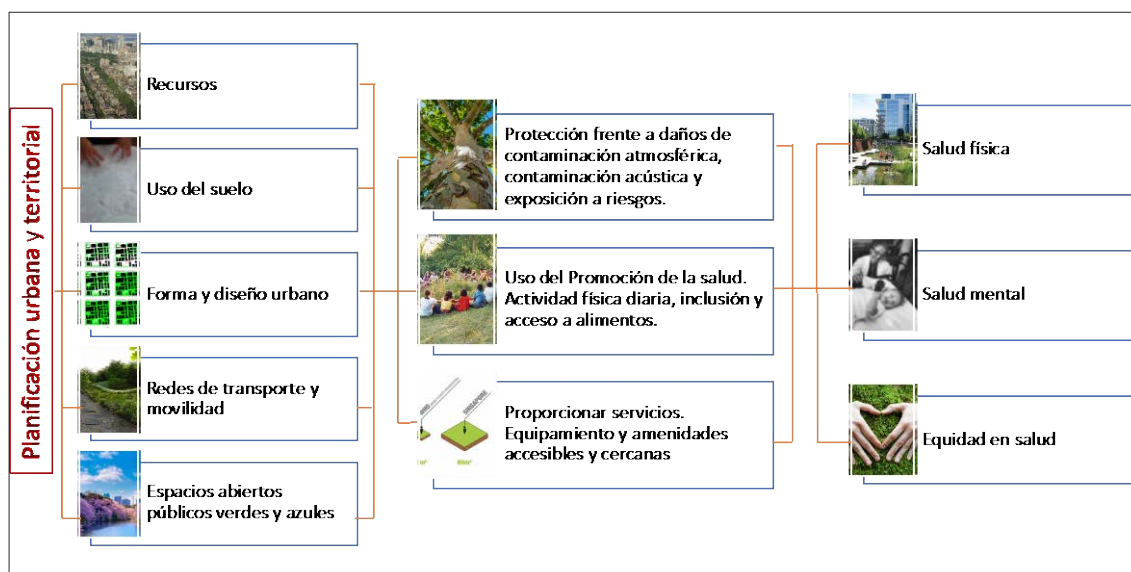


Figura 5. Impacto de los factores espaciales en la salud y equidad de salud. Adaptado de Lan et al., 2018.

Aparte de lo comentado, entre los beneficios vinculados con la mejora de la salud y el bienestar, se incluyen los siguientes:

- a) Fomento de la práctica de actividad física y el deporte.
- b) Mejora de los valores estéticos y aumento de los recursos para la contemplación y el bienestar espiritual.
- c) Creación de medios, herramientas y recursos para la formación y la educación.
- d) Procesos de participación ciudadana.
- e) Incremento de sentimiento de identidad y pertenencia.
- f) Fomento de la agricultura urbana y la producción de alimentos de proximidad. Alimentos km=0 proyectos como Growth local, eat local.

Como se ha evidenciado, la infraestructura verde es una buena oportunidad multiobjetivo y multiescalar para hacer frente a los efectos derivados del cambio climático, incluyendo los de adaptación y mitigación. No obstante, hay que tener en cuenta que debe aplicarse en coherencia con una estrategia más amplia que incluya otro tipo de soluciones. ¿Por qué este aspecto es clave?

En primer lugar, porque las políticas urbanas sobre mitigación del Cambio Climático deben cen-

trarse de forma expresa en las fuentes de contaminación (tráfico, industrias, sistemas de calefacción, etc.), y con más énfasis que en los denominados “sumideros” (soluciones para absorber o contrarrestar los contaminantes, pero con capacidad muy limitada). En segundo lugar, porque respecto a la mitigación y adaptación al CC, los entes locales y metropolitanos deberían fomentar las compensaciones de carbono más allá de sus límites urbanos, ello es obvio dado que se trata de un desafío a escala global, por ello es preciso el trabajo en proyectos colaborativos con mirada integral, simbiótica y sinérgica.

Aparte de ello, la lucha contra el CC y la mejora de la salud, especialmente en nuestras ciudades, comparten objetivos muy claros. Por ejemplo, la mejora de los niveles de contaminación o la amortiguación térmica son indicadores de mitigación del CC y a la vez representan un indicador de calidad urbana con unas consecuencias directas en la mejora de la salud. Pero lo que está claro es que debe planificarse adecuadamente, mediante el inventario de los elementos que la componen, de la identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos, así como de los efectos de las sinergias, antagonismos y diservicios, ya que la infraestructura verde puede proporcionar efec-

tivamente estos servicios ecosistémicos, pero depende de múltiples condiciones estructurales, funcionales y medioambientales. Recordemos que las investigaciones indican que el potencial de la infraestructura verde urbana para contrarrestar las emisiones de carbono, la contaminación atmosférica y el estrés por calor suele ser, en cierta medida, limitado o incierto, en especial a escala metropolitana y de ciudad (Baró, 2017), ello conduce también a la necesidad de seguir investigando en este campo para consolidar esta opción.

Otro aspecto que debe ser abordado para lograr las metas es que los responsables políticos locales deben ser conscientes de su impacto potencial. En general, las administraciones municipales y otros actores urbanos desconocen el verdadero alcance de este tipo de intervenciones verdes, ya que no se suele analizar su contribución real o potencial. Si no hay implicación y propósito firme, la solución se complica.

De forma esquemática, se subrayan algunos aspectos que deberían afrontarse en este tipo de soluciones (Figura 6), emanados de los trabajos de Baró (2016).

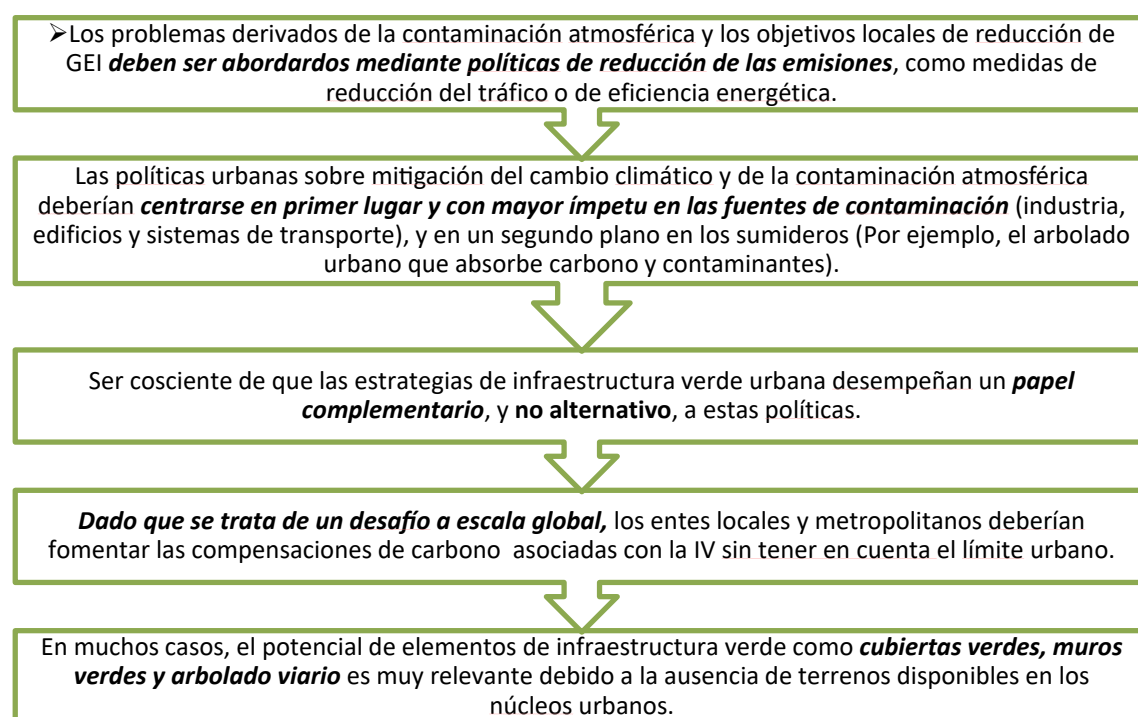


Figura 6. Aspectos clave a incluir en la lucha contra el cambio climático en medio urbano mediante el uso de elementos de infraestructura verde.

## 5. Casos de estudio de IV frente al CC

La lucha contra el cambio climático es prioritaria y las estrategias de infraestructura verde y azul, así como las soluciones basadas en la naturaleza están siendo implementadas a nivel internacional desde diferentes ópticas, pero para alcanzar ese mismo fin.

Un aspecto importante, cuando se trabaja con el agua como termómetro del CC, es que siempre que sea posible, las estrategias de infraestructura azul deben combinarse con la infraestructura verde para crear beneficios mutuos y

sinérgicos. Y ello de nuevo se liga al enfoque que debe tener cualquier estrategia que no es otro que la salud y el bienestar de las poblaciones de la ciudad.

A nivel internacional hay un gran número de experiencias y propuestas, en este apartado se ha querido seleccionar aquellos que ofrecen una mirada multiescalar y multiescenario para poder ofrecer una heterogeneidad importante en diferentes tipologías de espacio, escala y objetivos perseguidos. Aunque este artículo se centra especialmente en las ciudades, es intere-

sante incluir algún ejemplo de mayor ámbito territorial para mostrar la importancia que tiene a diferentes escalas. En ese sentido, en la publicación de la UE *Green infrastructure and climate adaptation*, se aborda la estrategia europea en la adaptación al cambio climático focalizándola en la infraestructura verde, en ese documento se incluyen varios ejemplos a diferentes escalas de trabajo y tipología de entorno, que incluye ejemplos urbanos, pero también otros escenarios como los desarrollados en entornos de la agricultura del futuro basada en la agroforestería como el caso de Montpellier.

### 5.1. Caso de estudio a gran escala. Acuerdo del Corredor Verde del Bajo Danubio

Se trata de un buen ejemplo a gran escala y de colaboración internacional en el que 4 países, Bulgaria, Rumania, Ucrania y Moldavia, firmaron en el año 2000, el Acuerdo del Corredor Verde del Bajo Danubio para crear un corredor a lo largo del río (Figura 7). Su objetivo es *reducir los riesgos de grandes inundaciones* en áreas con asentamientos humanos. La IV a lo largo del río se ha protegido y restaurado mediante humedales naturales, y el río se ha vuelto a conectar a sus áreas de inundación natural. La inversión asciende a 183 M de euros, una cifra elevada, pero si la comparamos con los daños derivados de la inundación que sufrió la zona en 2005, es una buena inversión, ya que en esa catástrofe los daños ascendieron a 396 M de euros. Aparte de ello, se prevén unos ingresos derivados de esta actuación en torno a 85,6 M de euros/año. La estimación es que cada hectárea de llanura de inundación restaurada proporcione 500 euros/año en servicios ecosistémicos, lo que ayuda a diversificar los medios de vida de la población. Casos de estudios urbanos

#### a) Budapest 2030- NBS for climate resilience and pollution control

Budapest tiene 1,7 millones de habitantes y se enfrenta a varios desafíos sociales y ambientales. La temperatura media ha aumentado en

1.5 °C desde la década de 1970, y los modelos proyectan un aumento adicional de 4-6°C en 2100. Este aumento de temperatura, con el re-

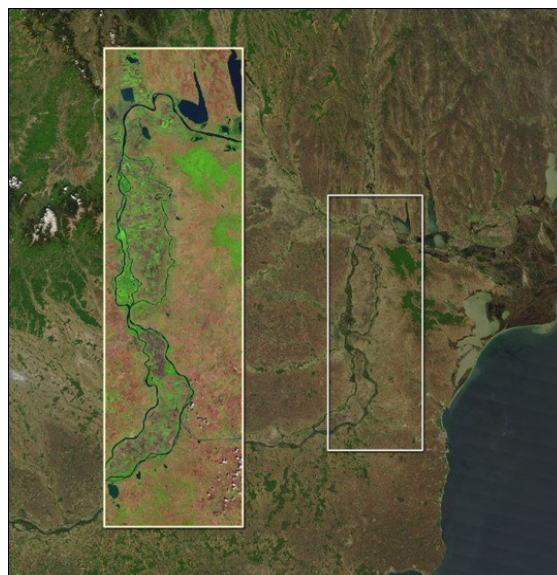


Figura 7. Lower Danube Green Corridor.

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/3997/lower-danube-green-corridor>

ciente empeoramiento de la contaminación del aire y el efecto de isla de calor de las áreas urbanas, se han traducido en serios impactos en la población. Además, la cantidad de suelo sellado es muy elevada (el 52% está edificado), aunque hay una gran cantidad de espacio urbano vacante que podría transformarse en áreas verdes. Los distritos de alta densidad (el 10% del territorio de la ciudad alberga al 28% de la población) y los vecindarios con tensiones sociales y segregación, se beneficiarían del desarrollo de nuevas áreas verdes.

Budapest ha desarrollado su propuesta estratégica para promover las NBSs como una forma de mejorar el medio ambiente, la sostenibilidad y la calidad de vida. Tiene como objetivo proteger y aumentar las áreas verdes para garantizar la conectividad ecológica y desarrollar corredores para caminar y andar en bicicleta. También persigue una mayor inversión en zonas abandonadas, el control de la expansión urbana y el desarrollo de ciudades 'inteligentes'. La denominada Estrategia Integrada de Desarrollo Urbano 2020 prioriza transformar Budapest en una ciudad habitable y respetuosa con el medio ambiente. Por su parte, su



Estrategia de Infraestructura Verde (en desarrollo) busca obtener un inventario de elementos, lograr analizar las inversiones anteriores e identificar objetivos de desarrollo y áreas de acción. Esta iniciativa busca promover la

biodiversidad y la conectividad; adaptarse al cambio climático; aumentar la calidad de las condiciones sociales y de salud; y mejorar el potencial económico y turístico (Figura 8).



Figura 8. Vista de Budapest. <https://connectingnature.eu/oppla-case-study/19444>

Uno de los proyectos es la creación de los llamados pocket parks; los edificios de apartamentos en el centro de Budapest suelen tener jardines comunitarios interiores, que a menudo están sellados con hormigón. La eliminación del hormigón para crear pequeños pocket parks puede mejorar la retención de agua y el microclima.

Además, puede proporcionar oportunidades para la jardinería, o incluso para la producción de alimentos a pequeña escala. Estos espacios son críticos para aumentar la cantidad de áreas verdes en vecindarios que tienen espacio limitado. Un ejemplo interesante son los jardines comunitarios como Grundkert, Kerhtatár y Lecsó.

De la misma forma, Budapest también invierte en zonas de transición y ribereñas para rejuve-

necer los parques de la ciudad. Un buen ejemplo es el parque Nehru en el distrito IX y el desarrollo de áreas de ocio al aire libre en el distrito XX.

Por otra parte, ha habido un fuerte enfoque en preservar la zona suburbana, los bosques en las afueras de la ciudad y las áreas verdes existentes. Ello puede ser visualizado en la revitalización del arroyo Szilas en el distrito XVI o del arroyo Rákös.

#### **b) Rotterdam climate resilient city: flood protection**

La estrategia urbana de adaptación de la ciudad de Rotterdam permite adaptarse al CC y pone de manifiesto cómo los residentes y las empresas pueden obtener el máximo beneficio. Rotterdam es una ciudad que por sus espe-

ciales características (el 60% de la población vive bajo el nivel del mar) precisa enfrentarse a los aumentos del nivel del mar y las descargas extremas de los ríos, lo que puede aumentar el riesgo de inundación y el riesgo de víctimas y pérdidas económicas. Al mismo tiempo, el CC aumenta la frecuencia de fuertes lluvias o largos períodos de sequía, lo que afecta también a la calidad de vida en la ciudad. Por ello, han desarrollado una combinación de soluciones técnicas, que incluye el desarrollo de:

- Plazas y canales de agua para aliviar el sistema de alcantarillado.
- Zonas de infiltración verde a lo largo de infraestructuras.
- Integración de árboles y vegetación en áreas al aire libre (públicas y privadas) para reducir la T de la ciudad y evitar inundaciones.

Uno de los ejemplos más significativos es la Plaza Benthemsquare (Figura 9), la primera plaza de agua de la ciudad de Rotterdam, en la que se combina la protección contra inundaciones con un espacio público mejorado y una cobertura vegetal. Está compuesto por espacios de retención de agua de lluvia y además se puede utilizar como un parque deportivo. Ha sido incentivado por el gobierno local a través de esquemas de subsidios para propiedades privadas y la implementación obligatoria en propiedades municipales.

Además, este ejemplo también demuestra que una estrategia de adaptación al CC puede impulsar la **economía regional**: en este caso, 3.600 empleos están directamente relacionados con la adaptación al CC.

### c) Leeds

La ciudad de Leeds está atravesada por el río Aire. Desde el siglo XIX, existen unos azudes de mampostería instalados en el cauce del río para crear un tramo navegable y también para generar energía. Sin embargo, los efectos del cambio climático han originado grandes lluvias que han provocado inundaciones al desbordarse el río.

Concretamente, en 2015, la ciudad sufrió graves inundaciones, episodio en el que se alcanzaron algunos de los niveles del río más altos registrados. Para hacer frente a este tipo de desastres, la ciudad de Leeds está respondiendo con un enfoque en toda la cuenca, mejorando la planificación de la resiliencia de la ciudad.



Figura 9. Plaza Benthemsquare.

<https://www.publicspace.org/works/-/project/h034-water-square-in-benthemplein>.

Se trata de un sistema que se extiende 4,3 km y se compone de nuevos muros de piedra, y en algunos puntos de cristal, que se sitúan en los puntos de riesgo de desborde. A ello se le suman unas compuertas mecánicas de acero que funcionan como azudes. Éstas se abrirán progresivamente en función del nivel del agua, quedando cerradas cuando no haya peligro de inundación.

Con este sistema se protegen 500 negocios y 3000 viviendas, y también se ofrece un nuevo espacio útil para las personas.

En la estrategia Leeds City Region (Green and Blue Infrastructure Strategy) 2017-2036 se persigue el uso de la infraestructura azul y verde para minimizar inundaciones.

### d) Sydney

La ciudad de Sydney fue azotada por una gran sequía que también afectó a toda Australia. La previsión es que este problema se agrave en el escenario actual de cambio climático, la previsión se traduce en un aumento del 30% de la demanda actual de agua para 2030. Ante este



desafío, la ciudad está desarrollando una estrategia para proteger a la ciudad de la sequía y "mantenerla verde", intentando mantener el uso de agua potable en el nivel de consumo de 2006.



Figura 10. Sydney water park re-use. <https://iwa-network.org/city/sydney/>

El denominado *Plan Maestro de Agua Descen-tralizada* está reduciendo el uso innecesario de agua mediante la instalación de sistemas de recolección de aguas pluviales y la toma de medidas de eficiencia de uso del agua

tanto en nuevos desarrollos como en los ya existentes, además del uso de agua reciclada siempre que sea posible.

El enfoque de gestión del agua para reducir la vulnerabilidad a las sequías incluye el uso de menos cantidad de agua mediante un cambio en el comportamiento, así como el desarrollo de instalaciones y accesorios eficientes en el uso del agua, reducción de la contaminación de las aguas pluviales, minimizar el riesgo de inundaciones locales y mejorar el enverdecimiento y el enfriamiento urbano mediante la modernización de la gestión de las aguas pluviales con jardines de lluvia, humedales y trampas de contaminantes gruesos (Figuras 10 y 11).

Se trata de un proyecto colaborativo en toda la ciudad de aspectos relacionados con el agua, y además se monitoriza con la ayuda de institutos de investigación locales, lo que aumenta la conciencia en toda la población.



Figura 11. Proyecto de Sydney Water Park. <https://good-design.org/projects/sydney-park-water-re-use-project/>

#### e) Chidorigafuchi, Tokio

Tokio es una de las ciudades más eficientes en el uso de agua en el mundo, con tasas de fuga de menos del 3%. El Plan Ambiental de Tokyo Waterworks proporciona una estrategia efectiva que establece 34 objetivos en torno a cuatro políticas; promoción de la eficiencia energética; conservación de un ambiente de agua saludable; uso efectivo de los recursos; y promoción de la comunicación ambiental. Esto incluye la gestión de un bosque de conservación de agua de 23.000 ha, la implantación de techos verdes en los edificios de oficinas y la gestión exhaustiva de la infraestructura (Figura 12).



Figura 12. Chidorigafuchi. <https://www.go-tokyo.org/es/spot/45/index.html>

#### f) El anillo verde urbano de Mirandola (Módena)

Incluye un Plan de energía local para reducir el consumo y responder al cambio climático. El objetivo es crear un cinturón verde forestal de 320 acres alrededor de la ciudad para proporcionar sombra y regulación térmica en verano, así como almacenar CO<sub>2</sub>. De la misma forma, se persigue reducir el consumo un 20%, fortalecer la conectividad, reducir el riesgo de inundaciones, la erosión y mejorar la calidad urbana. El documento principal de implementación es la transferencia de derechos de desarrollo (permisos de edificación más flexibles a cambio de reservar tierras para el cinturón verde).

#### g) Central Park and Canal. New Songdo City. South Korea

El denominado Central Park y su canal de agua de mar proporcionan a la ciudad de Songdo un oasis multifuncional para un distrito comercial internacional (Figura 13).

En este espacio, se ha creado el primer canal de agua de mar de Corea del Sur en 1,500 acres de tierra recuperada del Mar Amarillo. El proyecto incluyó una amplia y ambiciosa estrategia de remediación para crear un paisaje que permitiese plantaciones adecuadas en los suelos dragados del mar. El canal en sí proporciona servicios de regulación, un mecanismo de enfriamiento natural para hacer frente al efecto de isla de calor urbano y además, aumenta la biodiversidad. El parque circundante ofrece un refugio verde que se extiende sobre 100 acres. En este proyecto, se incluye el almacenamiento subterráneo del agua de la lluvia fuerte de verano. El agua se almacena durante todo el invierno para el riego en la primavera. Este sistema se complementa con una vegetación cuidadosamente seleccionada que favorece las condiciones secas, ahorrando energía al minimizar el uso del sistema de bombeo.

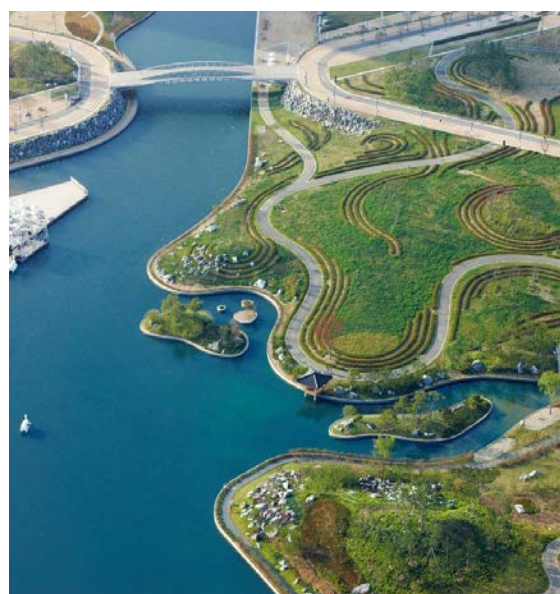


Figura 13. Central Park and canal. New Songdo City. <https://www.kpf.com/de/projects/songdo-central-park>



## 5.2. Proyectos y recomendaciones técnicas

### Proyecto INVERCLIMA.

Se trata de un proyecto de investigación desarrollado por la Universidad de Santiago de Compostela con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica a través de la *Fundación Biodiversidad*, con el que se pretende mejorar la planificación territorial de la infraestructura verde con el fin de contribuir a la mitigación y adaptación al cambio climático. Sin perder de vista que la multifuncionalidad es una característica imprescindible de la infraestructura verde, el objetivo de INVERCLIMA es proporcionar un diseño espacial de esta red de ecosistemas que preste especial atención al cambio climático. Para ello, este proyecto pretende identificar los servicios ecosistémicos prioritarios, evaluar el potencial de todo el territorio gallego para proporcionar cada uno de estos servicios y, a partir de los resultados de los análisis anteriores, llevar a cabo la planificación territorial de la infraestructura verde. En todo el proceso se tendrá en cuenta la opinión de la población, de modo que serán los ciudadanos los que prioricen los servicios ambientales que consideren más importantes y propondrán zonas para su inclusión en la infraestructura verde. De esta manera, se persigue proporcionar conocimiento y una metodología para el diseño espacial de la infraestructura verde de un territorio integrando la respuesta al cambio climático. Como objetivos específicos podemos señalar:

1. Incorporar la adaptación al cambio climático en la ordenación del territorio a través de la integración de la infraestructura verde en los planes territoriales.
2. Facilitar la delimitación geográfica de la infraestructura verde de un territorio.
3. Considerar la provisión de servicios ecosistémicos, la biodiversidad y la conectividad ecológica en la zonificación de los instrumentos de ordenación territorial.

4. Mejorar la participación pública en el diseño de la infraestructura verde para la adaptación al cambio climático.

5. Gestionar adecuadamente el proyecto y divulgar los resultados.

Algunos ejemplos significativos son:

### Guía de Infraestructura verde de la FEMP

En este documento se incluyen numerosos ejemplos de éxito a diferentes escalas de trabajo que pueden ser consultados desde la guía y que ofrecen soluciones específicas para el control por ejemplo de las aguas de tormenta.

**A Guide to help communities better manage stormwater while achieving other environmental, public health, social, and economic benefits<sup>3</sup>.**

Se trata de estrategias para crear comunidades sostenibles e incorporar elementos de infraestructura verde, proponiendo un sistema para organizar a los implicados en el plan de infraestructura verde y su desarrollo.

### Recomendaciones de uso de la infraestructura verde frente al cambio climático del Australian Institute of Landscape Architects

Este ejemplo de Australia en realidad no se trata de un caso de estudio específico, sino de un manual de soluciones precisamente para hacer frente al CC mediante proyectos de arquitectura del paisaje, concretamente de infraestructura verde. Publicado por el AILA (Australian Institute of Landscape Architects), este documento aborda de forma directa la adaptación y mitigación del CC y como la planificación y gestión de IV dentro del ambiente urbano fortalece la efectividad de respuestas al CC a escala local y regional. Este enfoque incluye trabajar a nivel de gestión en cuatro frentes: gestión de la vegetación, gestión integrada del agua, gestión integrada del suelo y estrategias de planificación integradas. Se exponen en la figura 14.

<sup>3</sup> <https://www.epa.gov/smartgrowth/enhancing-sustainable-communities-green-infrastructure>


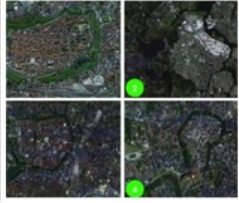


Gestión integrada de la vegetación	Gestión integrada del agua	Estrategias de planificación integradas.	Gestión integrada del suelo
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderación efecto GEI- impactos en el uso del agua y energía, infraestructura económica, biodiversidad y salud humana</li> <li>• Mejora de la calidad del aire</li> <li>• Capacidad de refugio/tampón para eventos climáticos extremos.</li> <li>• Reducción de GEI vía secuestro de C.</li> <li>• Incremento de identidad local.</li> <li>• Fortalecimiento de biodiversidad- conectividad, corredores y conectores.</li> <li>• Valores económicos- estéticos, potencial de carbono, agricultura urbana y forestal.</li> <li>• Añadir valor WSUD (water sensitive urban design)- mayor infiltración reduce el riesgo de inundaciones y contaminación.</li> <li>• Capacidad de producción de comida.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de sequía e inundaciones- mayor resiliencia y adaptabilidad para ambas situaciones y planificación para respuesta a corto plazo.</li> <li>• Gestión de amenazas en la costa en relación a l nivel del mar y olas en tormentas.</li> <li>• Reducción GEI (reducción de energía para bombeo).</li> <li>• Fortalecimiento de la biodiversidad. Corredores y conectores a escala de calidad de agua, hábitat acuáticos.</li> <li>• Gestión de residuos- filtro y asentamiento para reutilización y cosechas.</li> <li>• Valores económicos.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de paisajes multifuncionales.- identidad cultural, sentido de conectividad, capacidad comunitaria adaptativa.</li> <li>• Valor añadido de paisajes existentes-via mejora de la conectividad, biodiversidad, calidad ambiental y resiliencia.</li> <li>• Priorización de beneficios medioambientales, socioculturales y económicos de adaptación de paisajes mejorados. Fortalecimiento de la capacidad adaptativa y potencial para reducir desarrollos de impactos adversos.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de GEI vía secuestro de C.</li> <li>• Fortalecimiento de la biodiversidad.</li> <li>• Capacidad e producción de alimentos.</li> <li>• Mejora de la calidad del agua.</li> </ul>

Figura 14. Bloques de posibles acciones para mitigar el cambio climático y adaptarse con actuaciones basadas en infraestructura verde. Australian Institute of Landscape Architects

## 6. Conclusiones

Como se ha puesto de manifiesto, la infraestructura verde entendida desde un prisma conceptual, holístico, integrador, multiescalar y multifuncional representa una buena oportunidad para mitigar y adaptarnos a los efectos del cambio climático, siempre desde una óptica de complementariedad a otras medidas dirigidas expresamente a los focos contaminantes.

Se trata de una estrategia, verde y azul, que permite un cambio en el diseño y planificación urbanas para lograr espacios más vivibles y una mejora en el bienestar y la salud de los ciudadanos.

En definitiva, tenemos la gran oportunidad de cambiar la forma de planificar el territorio, en

especial, el urbano, mediante soluciones adecuadas para adaptarse al CC y mitigarlo, pero debemos hacerlo en la búsqueda de la excelencia técnica, integrando todos los aspectos señalados y con las limitaciones que han sido definidas, impulsando la difusión de estas ideas entre diferentes sectores, en especial el político, y abordando cada escenario desde un enfoque amplio para conseguir los mejores resultados. Pero debemos hacerlo cuanto antes, porque el tiempo apremia y no queremos ver que dentro de otros 12 años la IPCC confirme que estamos en una situación similar o peor.

«¿Amas la vida? Pues si amas la vida no malgastes el tiempo, porque el tiempo es el bien del que está hecha la vida.» -Benjamín Franklin (1706-1790)

## 7. Referencias

- Australian Institute of Landscape Architects (AILA). (2013). Adapting to climate change. Green infrastructure planning increasing connectivity, multifunctionality and landscape performance in the built environment.  
[http://www.greeninfrastructure.org.au/docs/AILA\\_green%20infrastructure.pdf](http://www.greeninfrastructure.org.au/docs/AILA_green%20infrastructure.pdf)
- Banco Mundial (2018). Datos de Población urbana. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>
- Baró Porras, F. (2016). Urban green infrastructure modelling and mapping ecosystem services for sustainable planning and management in and around cities. Universitat Autònoma de Barcelona,
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). Green infrastructure: linking landscapes and communities. Island press.
- Brennan, J. (2017). Against democracy: New preface. Princeton University Press.
- CICES (2018). The Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). <https://cices.eu>
- Calaza Martínez, P. (2019). Guía de Infraestructura verde municipal. FEMP, ASEJA y AEPJP.
- Costanza, R.; D'arge, R.; De Groot, R.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Naeem, S.; O'Neill, R.; Paruelo, J.; Raskin, R.; Suttonk, P. & Van Den Belt, M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, Vol. 387, p. 253-260.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological economics, 41(3), 393-408.
- Firehock, K. (2010). A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature. Retrieved from: <http://www.qi-cinc.org/PDFs/GI%20History.pdf>
- Floods Directive: [http://ec.europa.eu/environment/water/flood\\_risk/index.htm](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/index.htm)
- Fromm, E. (1964). El corazón del hombre. México DF.
- Fromm, E. (1973). The anatomy of human destructiveness. Greenwich.Conn.: Fawcett.
- Gilles, C. (2004). Manifiesto del tercer paisaje. Editorial Gustavo Gili, París.
- Jongmann, R. H., Steingrover, E., & Boumwa, I. M. (2014). Spatial planning of Green Infrastructure in a changing climate. Climate Change and Nature Conservation in European ecological, policy and economic perspective, 48
- Lan W, Shuwen L, Xiaojing Z (2018). Exploration of approaches and factors for healthy city planning. China City Planning Rev. 27(1).
- Landscape Institute (2008). Landscape architecture and the challenge of climate change. Landscape Institute Position statement.
- Lower Danube Green Corridor: floodplain restoration for flood protection <http://cli-mate-adapt.eea.europa.eu/>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). Ecosystem and Human Well-being: Current State and Trends. Washington: Island Press, 2005.
- Naciones Unidas (2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Naumann, S. et al. (2011): Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe.
- Prüss-Ustün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M (2016). Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: World Health Organization.
- Rotterdam climate resilient city; <http://www.rotterdamclimateinitiative.nl/en>

Mayors Adapt initiative:

<http://mayors-adapt.eu/>  
[European Climate Adaptation Platform:](http://climate-adapt.eea.europa.eu/)  
<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

- Soriano, J. B., Rojas-Rueda, D., Alonso, J., Antó, J. M., Cardona, P. J., Fernández, E., & Lazarus, J. V. (2018). La carga de enfermedad en España: resultados del Estudio de la Carga Global de las Enfermedades 2016. *Medicina Clínica*, 151(5), 171-190.
- Spirn, A. W. (1984). *Granite garden*. Basic Books.
- Steiner, F. (2011). Landscape ecological urbanism: Origins and trajectories. *Landscape and urban planning*, 100(4), 333-337.
- Steiner, F. R. (2016). *Human ecology: How nature and culture shape our world*. Island Press.
- Unión Europea (2013). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa. {SWD (2013) 155 final}
- Unión Europea (2013). Communication from the commission to the european parliament, the Council, the european economic and social committee and the committee of the regions. Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital /\* COM/2013/0249 final. [http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation/what/documentation_en.htm)
- Unión Europea. (2014). Construir una infraestructura verde [para Europa](http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf). Recuperado de: <https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/GI-Brochure-210x210-ES-web.pdf>
- Unión Europea. [https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GI\\_climate\\_adaptation.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/pdf/Green%20Infrastructure/GI_climate_adaptation.pdf)
- UICN (2016). Resolución de la UICN WCC-2016-Res-069. <https://portals.iucn.org/library/node/46486>
- UK National ecosystem Assessment (2011). <http://uknea.unep-wcmc.org/Re-sources/tabid/82/Default.aspx>
- UN-Habitat (2020). *Integrating health in urban and territorial planning: a sourcebook*. Geneva: UN-HABITAT and World Health Organization, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Van der Ryn, S., & Cowan, S. (1996). *Ecological Design*, Island.
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), 63-86.
- Wallace, K. Classification of Ecosystem Services: Problems and Solutions. *Biological Conservation*, 2007, Vol. 139, N° 3-4, p. 235-246.
- Williams, R. A. (2000, October). Environmental planning for sustainable urban development. In *Caribbean Water and Wastewater Association Conference & Exhibition* (Vol. 3, No. 2, pp. 1-20).
- Wilson, E. o. (1984) *Biophilia*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1, 79.
- WWDR (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. Agua para un mundo sostenible. [http://www.unesco.org/new/filead-min/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts\\_Figures\\_SPA\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/filead-min/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf)



## REDUCCIÓN DEL RIESGO NATURAL Y DEL CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. EL PAPEL DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE

Jorge Olcina<sup>1</sup> y Berezi Elorrieta<sup>2</sup>

### RESUMEN

La ordenación del territorio ha pasado a ser, en los últimos años, un proceso técnico-administrativo eficaz para la reducción del riesgo natural en muchos países. Apoyada en el empleo de mapas de riesgo permite evitar la ocupación de áreas de peligrosidad frente a peligros naturales de desarrollo frecuente. Recientemente, cuenta con una herramienta de planificación y gestión eficaz y adaptada a los criterios de sostenibilidad: la infraestructura verde; concepto sin una definición universalmente aceptada, pero que se ha ido incorporando en normas y planes territoriales como técnica de reducción del riesgo natural y de los efectos del cambio climático. El trabajo realiza un repaso por las cuestiones conceptuales y de método de la ordenación territorial y la infraestructura verde como herramientas para la reducción del riesgo natural. Se presentan algunos ejemplos como modelos de buenas prácticas para la gestión territorial sostenible.

**Palabras clave:** Ordenación del territorio, riesgos naturales, cambio climático, infraestructura verde.

### SUMARIO

1. Ordenación del territorio, política eficaz para la reducción del riesgo natural y el cambio climático. 2. Infraestructura verde: herramienta de planificación territorial sostenible. 3. Ordenación del territorio e infraestructura verde para la reducción del riesgo natural y del cambio climático. 3.1. Un ejemplo de adaptación al cambio climático mediante la planificación territorial: el Plan de Infraestructura Verde. el Litoral de la Comunidad Valenciana (España). 3.2. La infraestructura verde en la escala local: la singularidad del entorno urbano ante el cambio climático 4. Conclusiones

### 1. Ordenación del territorio, política eficaz para la reducción del riesgo natural y el cambio climático

La Ordenación del Territorio es la "expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque multidisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector" (Carta Europea de Ordenación del Territorio, 1983). De manera que todo proceso de ordenación del territorio integra una

acción administrativa (generalmente pública) que se rige por una normativa legal específica y una reflexión científico-técnica donde se abordan las propuestas para mejorar el estado del territorio.

La ordenación del territorio es una acción orientada para la práctica, que comprende un proceso de elección entre diversas alternativas, de manera que es necesaria la existencia de un plan de usos alternativos, justificado a partir de unos criterios (ambientales, socio-económicos), que determinan el nuevo modelo territorial a desarrollar. La puesta en marcha de este nuevo programa de actuación requiere una

<sup>1</sup> Universidad de Alicante.  
[Jorge.olcina@ua.es](mailto:Jorge.olcina@ua.es)

<sup>2</sup> Universitat de Barcelona.  
 Centro Universitario Internacional de Barcelona-UNIBA.  
[berezielorrieta@gmail.com](mailto:berezielorrieta@gmail.com)

voluntad política decidida; de ahí que, en gran medida, esta práctica sea la expresión de una ideología sobre el territorio.

La ordenación del territorio parte del principio de que todo espacio geográfico sobre la superficie terrestre está organizado. Los grupos sociales que se han establecido en él lo han dotado de un sistema de relaciones en el que se fundamenta el propio desarrollo de esa sociedad. Puede –suele– ocurrir que dicha organización requiera modificación en alguno de sus elementos (naturales, sociales, económicos, infraestructurales, etc.) porque requieran adaptación a una nueva realidad. En este momento se pone en marcha un proceso de ordenación del territorio que culmina en la elaboración de un plan (planificación) donde se describe el nuevo modelo territorial.

Los procesos de ordenación del territorio implican tres fases. Una primera, de carácter jurídico, que supone la redacción de un texto legal donde se definen los principios, objetivos e instrumentos de la ordenación territorial; a continuación, se lleva a cabo la fase de planificación en sentido estricto que incluye la redacción de un programa o plan territorial con el nuevo modelo a aplicar. Por último, se lleva a cabo dicho plan que culmina, al menos en el plano teórico, con la transformación de la realidad territorial de acuerdo con lo establecido en la fase anterior.

Un aspecto esencial de la ordenación del territorio es su condición de proceso escalar, de manera que las escalas de trabajo inferiores (local) deben incorporar las determinaciones de planificación territorial que se contengan en leyes y planes de escala superior (estatal, supra-estatal). Y ello teniendo en cuenta la organización político-administrativa de los estados, puesto que algunos conceden el protagonismo a la escala estatal y otros a las escalas regionales. Generalmente, la escala local tiene reconocidas las competencias de planificación urbana y la elaboración de planes para desarrollar este fin.

En toda sociedad democrática, la ordenación del territorio tiene como fines principales: a)

garantizar la participación de la población afectada; b) coordinar las distintas políticas sectoriales; c) respetar los valores, culturas e intereses de las diversas regiones o comarcas y; d) considerar la situación actual, la tendencia y la evolución a largo plazo de las políticas sobre el territorio. En la actualidad la ordenación del territorio tiene unos retos en el marco de la sostenibilidad, como principio rector de las actuaciones planificadas: 1) debe considerar los recursos y los riesgos del medio físico; 2) debe incorporar las normativas ambientales emanadas por las administraciones competentes; 3) debe cumplir la jerarquía de las escalas de trabajo que son fundamentales en la práctica jurídica; y 4) debe incorporar una fase de diagnóstico continuado a partir del diseño de indicadores de seguimiento para la evaluación continua de los planes. Y todo ello bajo el principio de la transparencia y la información en abierto a la sociedad por parte de las administraciones competentes.

Si se tiene en cuenta la necesidad de ir adaptando la ordenación territorial a la dinámica socio-económica y ambiental de los territorios, hay un proceso actual que va a determinar la planificación territorial en los próximos años: el cambio climático. El calentamiento térmico y los efectos previstos en las temperaturas y precipitaciones en las diferentes regiones del mundo va a condicionar la planificación del territorio que debe convertirse en una herramienta eficaz de adaptación al cambio climático. La pérdida de confort térmico que se prevé en las próximas décadas puede encontrar en el diseño de edificios (arquitectura bioclimática) o de zonas verdes en las ciudades un elemento de reducción de su impacto. Por su parte, el aumento en las lluvias intensas y los procesos de inundación que se manifiesta ya en varias regiones del mundo debe mitigar sus efectos con propuestas de ordenación del territorio basadas en el uso de cartografías de riesgo y delimitación precisa de áreas donde no plantear usos intensivos del suelo por su elevada peligrosidad. Sin olvidar los efectos que el

calentamiento climático está teniendo en zonas costeras por la subida del nivel del agua del mar y que va a condicionar actuaciones territoriales en las áreas litorales durante las próximas décadas.

La ordenación del territorio ha ido mejorando sus procedimientos y métodos de trabajo en las últimas décadas, en relación con la aparición de normas que han mejorado la consideración de los elementos naturales y culturales del medio como piezas importantes a considerar en la planificación de nuevos usos. En muchos países del mundo occidental se ha pasado de concepciones básicamente económicas de la planificación territorial, que consideran el suelo como un espacio de posibilidades, de asignación directa de nuevos usos, a posiciones que valoran los recursos naturales y el patrimonio histórico-artístico como piezas principales de los territorios, donde a partir de delimitación y protección, se pueden diseñar nuevos usos que sean compatibles con aquellos.

La confianza depositada en unas supuestas capacidades de resistencia y control de la naturaleza por medio de actuaciones estructurales (presas, canalizaciones, etc.), motivó, de un lado, la promoción de la agricultura de regadío en territorios climáticamente poco aptos, y de otro, la integración forzada de los tramos finales de cursos fluviales y la usurpación de sus lechos de inundación en áreas urbanas, con los problemas posteriores añadidos que eso implicó (Pérez *et al.*, 2016). Esto ha sido especialmente intenso y acusado en muchos espacios litorales del mundo, que concentran gran parte de la actividad económica y de los principales asentamientos urbanos de nuestro planeta.

Así, por ejemplo, la política de inundaciones en todo el mundo en los últimos años continúa reflejando la política de recursos hídricos, en el sentido de que, con diferentes ritmos e intensidades, parece estar evolucionando desde acciones únicas (como los enfoques de ingeniería dura para domar los flujos de agua en exceso) hacia una aceptación más completa del enfoque de "rango de elección", desarrollado por

Gilbert White hace más de 70 años. Es decir, el control de inundaciones funciona, pero también otras acciones como el desarrollo de sistemas de alerta y planificación de emergencias; la adaptación del entorno construido a los niveles de inundación, la planificación del uso del suelo del seguro contra inundaciones. La Directiva Europea de Inundaciones de 2007, en particular, está dispuesta a señalar la necesidad de un enfoque no estructural para el problema de las inundaciones, y algunos países van más allá y hablan de la necesidad de "espacio para los ríos". Paralelamente, un número creciente de voces del campo ambiental comienza a enfatizar la importancia crítica de las inundaciones para ciertos procesos socioecológicos y puede ser que, en algunos casos, las inundaciones y otros supuestos peligros naturales puedan incorporarse a la panoplia de ecosistemas o servicios naturales.

Si bien estos nuevos enfoques se hacen eco del giro de las inundaciones y, en general, las políticas integradas del agua están ganando impulso en muchas áreas, la exposición a las inundaciones continúa aumentando. El ritmo de la urbanización, en particular, está cambiando muchos entornos fluviales en la dirección general de hacer que las inundaciones sean más probables, ya sea a través de cambios en los parámetros hidrológicos, o por la ocupación de tierras propensas a inundaciones, o ambas. El resultado es que una cantidad cada vez mayor de riqueza material se acumula en áreas peligrosas hasta el punto de que las pérdidas absolutas pueden saltar a niveles muy altos, incluso bajo inundaciones relativamente modestas. Por lo tanto, la exposición creciente se traduce en pérdidas absolutas crecientes, aunque no necesariamente en una vulnerabilidad creciente, debido al efecto del aumento paralelo en la capacidad de adaptación (White, Kates y Burton, 2001). En otras palabras, las áreas expuestas a inundaciones y otros peligros naturales en el mundo desarrollado han podido absorber en su mayor parte los impactos causados por los peligros naturales sin grandes perturbaciones económicas, sociales y ambientales. Incluso las

pérdidas, cuando se normalizan en términos económicos, no parecen mostrar siempre la tendencia creciente asumida en muchos análisis, particularmente aquellos que incluyen en la ecuación los efectos del cambio climático (Barredo, 2009). Por lo tanto, es posible hablar plausiblemente de una creciente resistencia social a un peligro que surge principalmente del desarrollo de capacidades de adaptación que tienen en cuenta todas las etapas del proceso de ocurrencia de desastres.

Dos nuevos elementos se han incorporado a la planificación territorial de los países europeos en las últimas décadas. Por un lado, el paisaje, que se ha ido convirtiendo en un instrumento operativo a la hora de establecer nuevos usos en el territorio. Los principios contenidos en el Convenio Europeo del Paisaje de 2000 han sido integrados en las normativas urbanísticas y del territorio de los países y regiones de la Unión Europea. Las “unidades paisajísticas” han pasado a ser un objeto de trabajo principal en los estudios de sostenibilidad ambiental. Por otro lado, la infraestructura verde territorial, como instrumento básico e inicial de todo proceso de planificación. Se trata de un concepto que surge en la arquitectura del paisaje norteamericana de las primeras décadas del siglo XX (Law Olmstead), que recogerá ideas ambientalistas de los siglos XVIII y XIX (Mell, 2008), y que se ha ido incorporando, en las últimas tres décadas, a la planificación territorial de diversas escalas, principalmente regional y local (Breuste *et al.*, 2015). Como conexión conceptual y aplicada entre ambos elementos, la infraestructura verde se define como una red interconectada constituida por paisajes de gran valor ambiental, cultural y visual. Por tanto, la infraestructura verde integra, como objeto de planificación, al conjunto de paisajes definidos en un territorio, pero además diseña la conexión entre ellos basándose en conectores naturales o artificiales ya existentes o propuestos.

## 2. Infraestructura verde: herramienta de planificación territorial sostenible

La expresión infraestructura verde no tiene una definición universalmente aceptada, debido a la variedad de finalidades en que ha derivado que su manejo en planificación territorial (AEMA, 2011). Algunos autores se refieren a la infraestructura verde como “concepto-paraguas” (Feria y Santiago, 2017), ya que abarca múltiples componentes a diferentes escalas, desde los anillos verdes en la escala urbana hasta las redes regionales, nacionales o supranacionales para la conservación de los hábitats naturales. Benedict y McMahon (2002), a su vez, definen la infraestructura verde como una red interconectada de espacios verdes que conserva los valores naturales y las funciones del ecosistema y proporciona beneficios asociados a las poblaciones humanas. Weber (2006), por su parte, describe la infraestructura verde como la presencia y distribución de características naturales en el paisaje que, además de favorecer los procesos ecológicos, contribuye también a la salud y el bienestar humanos. Los conceptos “naturales” de ecosistema y paisaje se combinan con aspectos básicos en el funcionamiento humano de las sociedades (salud, bienestar) (Laforteza *et al.*, 2013).

De este modo, los aspectos de espacios verdes, paisaje, red y mejora de las condiciones de vida de las sociedades están detrás de la conceptualización habitual del concepto de infraestructura verde. Otros autores hacen hincapié en su utilidad como herramienta cartográfica en los procesos de planificación territorial (Elorrieta y Olcina, 2020).

A pesar de este diverso significado el concepto de infraestructura verde está teniendo una importante difusión en diferentes países desarrollados, entre ellos los integrantes de la Unión Europea. Aquí, desde que fuera introducido por el Libro Blanco de la Comisión Europea para la Adaptación del Cambio Climático (2009), varios países están llevando a cabo políticas en



esta línea. La Estrategia Europea de Biodiversidad (Comisión Europea, 2011: 5) fijó como objetivo para el año 2020 garantizar que los ecosistemas y sus servicios se mantengan y mejoren "mediante el establecimiento de infraestructura verde y la restauración de al menos el 15% de los ecosistemas degradados".

Los primeros sistemas de parques en red del mundo se atribuyen a Frederick Law Olmsted, un arquitecto paisajista que ideó, en la segunda mitad del s. XIX, diferentes proyectos que trataban de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos en diversas ciudades de Estados Unidos. Entre sus propuestas hallamos grandes parques urbanos (de hecho, fue el diseñador del Central Park de Nueva York), vías verdes que unían los parques, o las llamadas reservas escénicas, entre otros. Además, gracias a sus conocimientos de ingeniería y de los procesos naturales, atribuyó a los parques urbanos una función reguladora para la reducción del riesgo de inundaciones.

A pesar de estos audaces antecedentes, no sería hasta los años 90 del s. XX cuando aparecería explícitamente la expresión infraestructura verde. Fue nuevamente en Estados Unidos, en un contexto de creciente preocupación por las implicaciones ambientales del fenómeno del *urban sprawl*. La infraestructura verde nació basada precisamente en aquella visionaria idea de Olmsted de una red interconectada de espacios verdes, cuyas funciones incluyen la gestión del agua. Esta noción inicial, no obstante, iría evolucionando hasta la actualidad, de manera que las funciones atribuidas a la infraestructura verde hoy en día abarcan un amplio abanico de servicios de abastecimiento, regulación y servicios culturales (CICES, 2019).

La Comisión Europea (2014: 7) la define como "una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad con otros elementos medioambientales, diseñada y gestionada para proporcionar un amplio abanico de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad tanto de los asentamientos rurales como urbanos". Esta definición recoge los

tres rasgos esenciales de la infraestructura verde que resultan comunes a la mayoría de las definiciones (AEMA, 2011): en primer lugar, la búsqueda de un alto nivel de conectividad entre los espacios que la componen; en segundo lugar, su vocación multifuncional (con funciones no sólo ambientales, sino también sociales y productivas); y por último, la adopción de un enfoque estratégico para su planificación y gestión.

La infraestructura verde no es solo una red de espacios protegidos o de corredores ecológicos, se trata de un concepto que abarca mucho más territorio desde un prisma multiescalar, multifuncional y multisectorial (Calzada, 2019). Los elementos que componen la infraestructura verde son diversos, específicos de cada territorio y muy dependientes de la escala (Fernández de Gatta, 2018). En este sentido, las metodologías para la ordenación de la infraestructura verde suponen un salto cualitativo ya que superan la visión conservacionista tradicional (Feria y Santiago, 2017), que se centraba en limitar el uso de recursos y regular los usos del suelo, para pasar a adoptar una planificación más estratégica.

La infraestructura verde debe contar en los procesos de planificación territorial como herramienta cartográfica principal, a partir de la cual se determinan los suelos a conservar y mantener en su estado actual -con sus distintos niveles de protección-, y se ordenan los nuevos crecimientos urbanísticos o de infraestructuras y equipamientos que pretenden mejorar el orden de cosas existentes en un espacio geográfico, bajo criterios de sostenibilidad ambiental, económica y social. Este es, sin duda, el valor aplicado principal de esta metodología de planificación territorial: convertirse en un eficaz servidor de datos cartográficos que agilice los procesos de ordenación territorial.

La infraestructura verde como herramienta para la ordenación del territorio debe integrar los diferentes elementos y recursos territoriales que componen la parte del medio natural de

un espacio geográfico. Una propuesta de elementos integrantes de la infraestructura verde se contiene en la Tabla 1.

La difusión del concepto de infraestructura verde ha sido considerablemente rápido en el contexto internacional y particularmente en el europeo, donde, además de una larga trayectoria de políticas ambientales, existe una preocupación importante por las transformaciones recientes de los usos del suelo. Los estudios de la Agencia Europea de Medio Ambiente revelan que el territorio europeo está padeciendo un progresivo proceso de pérdida de biodiversidad y de artificialización del suelo, en el que además, la superficie urbanizada crece en mayor proporción que la propia población urbana (AEMA, 2012), un dato que es un claro reflejo

de un modelo de urbanización cada vez más disperso con repercusiones directas sobre la fragmentación del paisaje. Es en este contexto que la UE emprende diversos proyectos dirigidos a monitorizar y proteger la biodiversidad y los paisajes europeos, así como a ordenar la infraestructura verde.

Para integrar la infraestructura verde en las políticas territoriales, desde un punto de vista instrumental, pueden contemplarse dos opciones: por un lado, pueden desarrollarse instrumentos específicos de ordenación para la infraestructura verde; por otro lado, puede incorporarse la infraestructura verde en los planes de ordenación territorial (Elorrieta y Olcina, 2020).

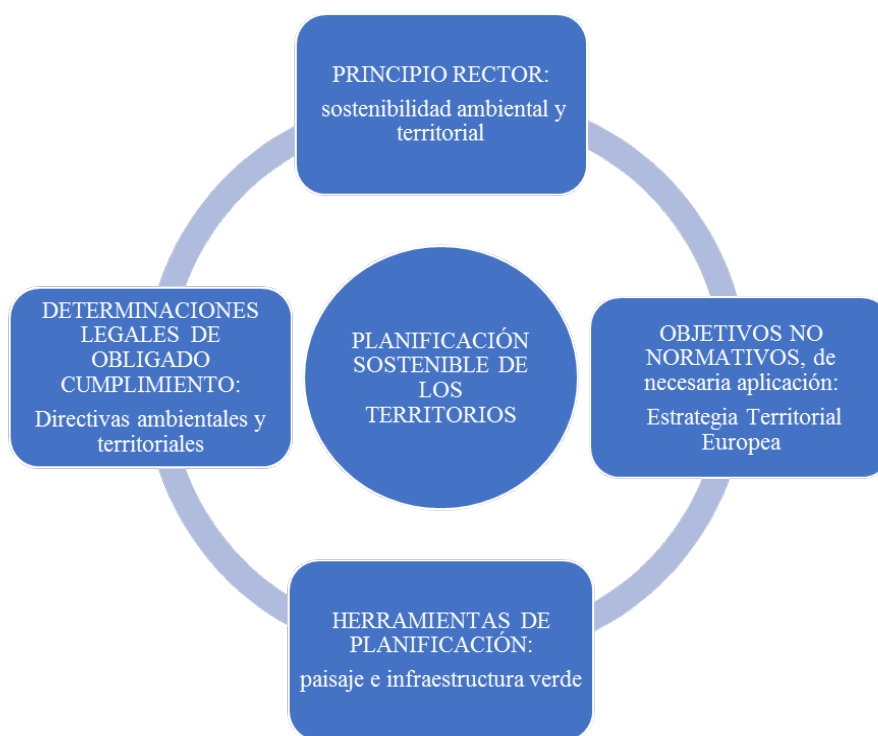


Figura 1: Elementos integrantes de la ordenación sostenible de los territorios en Europa.

La Estrategia Europea de infraestructura verde tiene como objetivo crear un marco robusto y propicio para fomentar y facilitar proyectos de infraestructura verde mediante los instrumentos financieros, políticos y jurídicos existentes. Así, consta de cuatro elementos principales: el fomento de la infraestructura verde en los principales ámbitos políticos de la UE, el apoyo a

los proyectos de infraestructura verde, la mejora del acceso a la financiación de los proyectos de infraestructura verde, y la mejora de la información y fomento de la innovación. La Unión considera que es necesario impulsar la infraestructura verde desde la escala europea de manera que las actuaciones desde las escalas inferiores sean coherentes.

Desde el Observatorio ESPON se puso en marcha, en septiembre de 2017, el proyecto *GRETA Green infrastructure: Enhancing biodiversity and ecosystem services for territorial development*, cuyo objetivo no era otro que hacer un análisis espacial de la infraestructura verde y los servicios ecosistémicos en las ciudades y regiones europeas. Dicho análisis espacial dejó de manifiesto patrones muy desiguales de distribución de la infraestructura verde potencial a lo largo de la UE, que se explican por factores como las

condiciones climáticas y topográficas, la densidad de población, la distribución y gestión de los usos del suelo (García-Blanco, Carrao y Fons, 2019).

En definitiva, la UE ha buscado la integración de la infraestructura verde en las diversas políticas de la Unión, considerando esta infraestructura como sistema en los procesos de planificación y toma de decisiones (Gobierno de España, 2019).

Tabla 1: Propuesta de componentes integrantes de la infraestructura verde en los procesos de ordenación del territorio.

Componentes	
AMBIENTALES	Espacios Naturales Protegidos de escala estatal, regional, local. Áreas protegidas por instrumentos internacionales (Ramsar, Patrimonio de la Humanidad, Reservas de la Biosfera, Geoparques, así como los espacios adyacentes Red de ecosistemas de interés (p.e. Red Natural 2000) Espacios de la zona marina cuya delimitación, ordenación y gestión deba hacerse de forma conjunta con los terrenos litorales a los que se encuentren asociados Dominio público hidráulico y costero ("infraestructura azul") Espacios costeros de interés ambiental y cultural Montes de Dominio Público y de Utilidad Pública o Protectores, las áreas de suelo forestal de protección, y los terrenos necesarios para mantener la funcionalidad de las zonas forestales protegidas
CULTURALES	Espacios de elevado valor cultural (cuevas, yacimientos arqueológicos, regadíos históricos), incluyendo sus entornos de protección Áreas o edificaciones con valor patrimonial reconocido Áreas agrícolas de elevada productividad y funcionalidad
CONECTORES	Vías pecuarias Senderos.
RIESGOS NATURALES	Zonas críticas respecto a probable incidencia de riesgos naturales directos e inducidos significativos (inundaciones, temporales costeros, deslizamientos, riesgos geológicos, incendios forestales)
CAMBIO CLIMÁTICO	Áreas críticas con efectos destacados de los cambios en los elementos climáticos principales (subida de temperaturas, incremento de precipitaciones intensas, subida del nivel del mar en zonas costeras)

Así, la forma de promover el desarrollo de la infraestructura verde ha consistido en crear un marco favorable para fomentar y facilitar la realización de proyectos de infraestructura verde en el marco de los instrumentos jurídicos, políticos y financieros existentes (Fernández de Gatta, 2018). Como resultado de este impulso, la infraestructura verde es

identificada específicamente como una de las prioridades de inversión en los Fondos de Cohesión, la Política Agrícola Común, el Horizonte 2020, los proyectos LIFE, el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca o el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, lo que pone de manifiesto la incorporación transversal a diferentes políticas y programas.

Así pues, la Unión Europea ha adoptado la noción de infraestructura verde como una herramienta estratégica en el marco de las políticas de cohesión territorial, conservación de la naturaleza y fomento de la sostenibilidad urbana (Feria y Santiago, 2017). Asimismo, DG Regio publicó en 2013 una Guía para Inversiones de la Política de Cohesión en el Medio Natural y en la Infraestructura Verde, subrayando los múltiples beneficios de estas inversiones para la economía regional y aportando recomendaciones y ejemplos de buenas prácticas para desarrollar las inversiones en materia ambiental (Comisión Europea, 2013). En definitiva, cumpliendo con las líneas de actuación de la estrategia de infraestructura verde, la UE no sólo ha realizado una reflexión conceptual, un diagnóstico de su estado y una apuesta por la inclusión de la infraestructura verde en la planificación desde una visión estratégica, sino que también le ha asignado instrumentos de financiación y recomendaciones de inversión específicas para los proyectos.

Este impulso proveniente de la esfera europea también se ha traducido en una considerable integración de la infraestructura verde en la planificación territorial de los Estados miembros (AEMA, 2011). Según los resultados del proyecto GRETA, los 32 estados miembros de ESPON incluyen la infraestructura verde en sus políticas públicas, más allá de las políticas propias dirigidas a la conservación de la biodiversidad, aunque solo 11 de ellos tienen políticas específicas de infraestructura verde a nivel nacional (García-Blanco, Carrao y Fons, 2019), entre los que podemos citar a Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Estonia, Irlanda, Hungría, Holanda, Reino Unido o Austria. De todas formas, el marco regulador, el sistema de gobernanza, la escala de aplicación y la trayectoria y enfoque de las políticas de protección de los ecosistemas y procesos naturales lógicamente difiere de un país a otro. Fuera de la UE también ha habido una difusión de la infraestructura verde, con especial incidencia en su lugar de nacimiento, Estados Unidos, donde se ha pro-

movido la creación de instrumentos de planificación, financiación y también de investigación. Las escalas regional y local también ofrecen buenos ejemplos de la incorporación de la herramienta de la infraestructura verde en la planificación territorial. Así, destacan las iniciativas desarrolladas en Gales (zona de Pumlumon), Flandes (cuenca del Schelde), la iniciativa Ekostaden Augustenborg (Suecia), o la recuperación de la antigua zona minera de Limburgo (parque nacional de Hoge Kempen), entre otras. Incluso se han llevado a cabo iniciativas supra-regionales y supra-estatales como la creación del corredor "Alpes-Cárpatos" a lo largo de 120 km., o del "Cinturón Verde europeo" desde el Mar de Barents al Mar Negro, atravesando 23 países (ver Figura 2). En España son destacadas las actuaciones que han apostado por el desarrollo de infraestructura verde en áreas urbanas (Vitoria-Gasteiz, Zaragoza) o en espacios regionales (País Vasco, Comunidad Valenciana) (ver Figura 3).

Hay dos aspectos recientes de la planificación urbana que han cobrado protagonismo como elementos de la infraestructura verde en la escala local, en el marco del actual proceso de calentamiento climático: el desarrollo de sistemas de drenaje sostenible (verdeamiento de cursos fluviales urbanos; parques inundables; depósitos pluviales) y las acciones para la mejora del confort térmico que eviten los efectos del calor urbano, especialmente en verano (tejados verdes, fachadas verdes, manzanas verdes). Y de cara al futuro, los efectos del cambio climático se van a incorporar también como elementos de infraestructura verde en las escalas regional y local, a partir del empleo de modelos cada vez más ajustados (Vera, Olcina y Sainz, 2019). Y en un doble sentido: el propio proceso de cambio climático y sus efectos en los elementos climáticos (cambios en las temperaturas y la precipitación) y el incremento previsto de las manifestaciones atmosféricas extremas. De manera que se deberán incorporar a la infraestructura verde a efectos de planificación territorial regional y local, la subida del



nivel del mar en áreas costeras, las modificaciones en las áreas inundables, el incremento de temporales marítimos y sus consecuencias en

la franja litoral, las sequías y su impacto en el abastecimiento urbano de agua, entre otros (ver Figura 4).

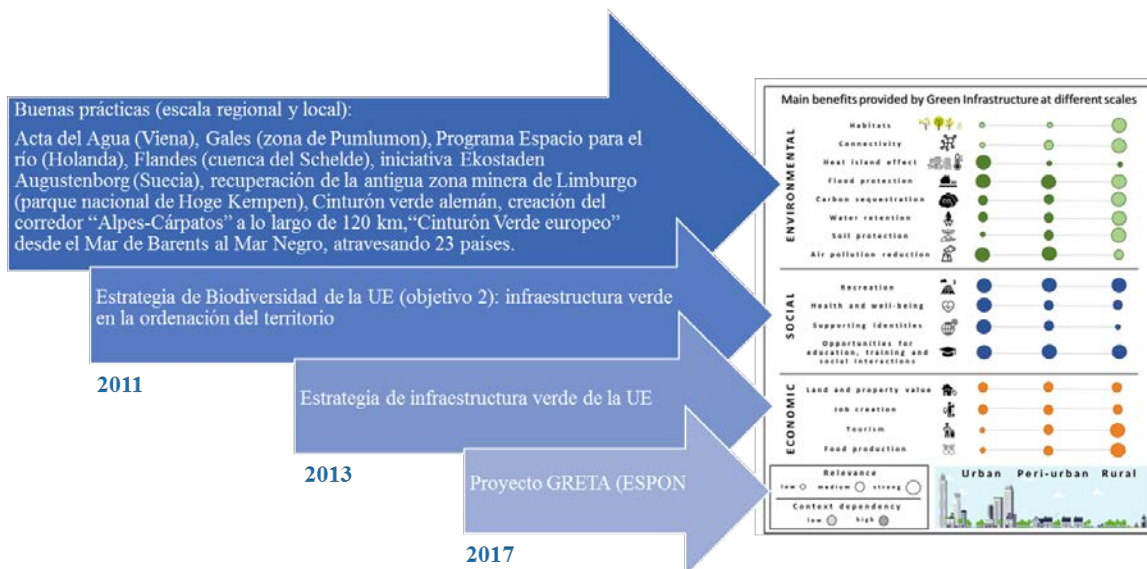


Figura 2: Infraestructura verde en Europa: hitos.



Figura 3: Infraestructura verde en España: hitos.

### 3. Ordenación del territorio e infraestructura verde para la reducción del riesgo natural y del cambio climático.

Como se ha señalado, la infraestructura verde se maneja en un doble sentido, complementario, como herramienta para la ordenación sostenible de los territorios: como conjunto de infraestructuras urbanas diseñadas bajo criterios de sostenibilidad para la evacuación de aguas

pluviales y como herramienta cartográfica para la planificación territorial sostenible.

Varias ciudades del mundo han diseñado sistemas sostenibles para la circulación de aguas pluviales (SDUs), a partir de la construcción de colectores de gran capacidad, de instalación de tanques de tormenta o diseño de parques inundables para reducir la peligrosidad de inundaciones urbanas.

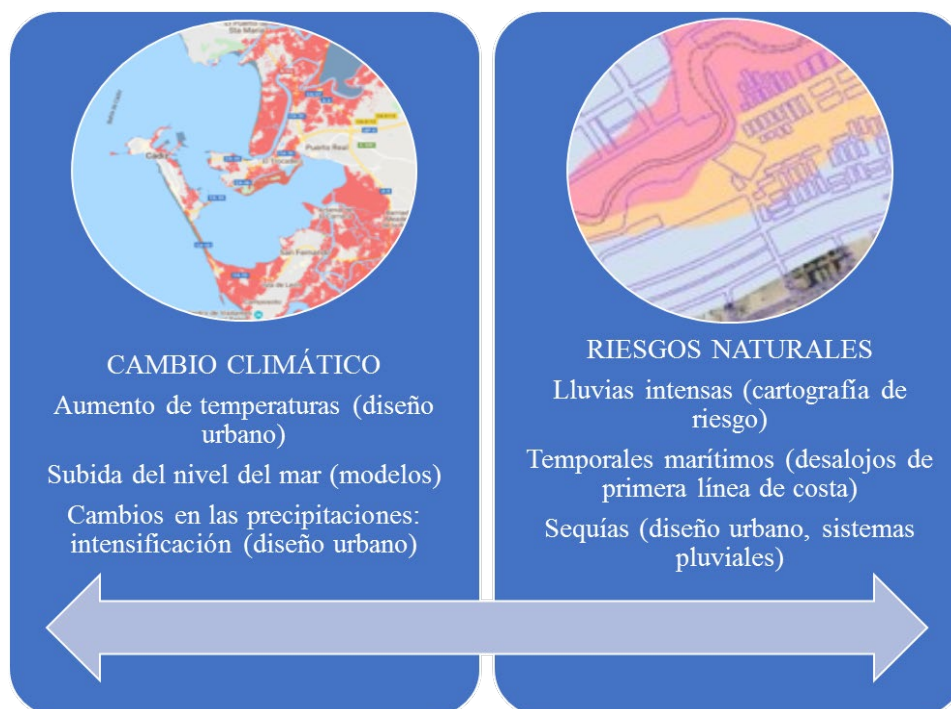


Figura 4: Aspectos del cambio climático y de los riesgos climáticos que pueden incorporarse a la infraestructura verde y la planificación territorial.

Mapas tomados de: New York 2° C warning and sea level rise. Disponible en: <https://ss6m.climatecentral.org/#11/40.6643/-73.9385>; y Plan Acción Territorial frente al Riesgo de Inundaciones de la Comunidad Valenciana (PATRICOVA).

Por su parte, comienzan a incorporarse elementos para la gestión del riesgo y del cambio climático en los procesos de planificación territorial a partir del empleo de la infraestructura verde. Los aspectos que de forma específica debe incorporar la infraestructura verde en la planificación urbana y territorial para reducir los efectos del calentamiento climático son los siguientes: a) aumento de temperaturas y pérdida del confort térmico, cuyos efectos pueden mitigarse a partir de medidas de diseño urbano como el aumento de parques públicos, de espacios verdes en viviendas (terrazas y fachadas

verdes): b) subida del nivel del mar en áreas litorales, cuyos efectos deben reducirse con acciones estructurales, en algunos casos, y con planificación territorial (regulación de usos en la línea costera, desocupación de primeras líneas de costa). Y c) cambios en las precipitaciones, con incremento de su intensidad y de su irregularidad, lo que obliga a diseñar espacios para el drenaje de aguas de gran capacidad, así como depósitos de almacenamiento de agua de mayor capacidad que los existentes para garantizar el abastecimiento de las demandas urbanas.

Todo ello debe basarse en la elaboración de modelos de comportamiento de los elementos climáticos o ambientales (nivel del mar) rigurosos y que permitan la actualización periódica de las proyecciones de cara a su aplicación en la planificación territorial.

Un elemento fundamental para incorporar el cambio climático y los riesgos asociados en los procesos de planificación territorial es el mapa. En efecto, la infraestructura verde debe contener cartografía de detalle escalar. En muchos países, el mapa se ha convertido en el documento de acreditación legal de la condición de riesgo de un territorio objeto de planificación. Un mapa de riesgo de inundación es un documento clave para la clasificación urbanística, de ahí que su elaboración requiera precisión y detalle. No es un mapa de peligrosidad, como ha sido habitual elaborar en los análisis del riesgo con finalidad urbanística; el mapa de riesgo incluye peligrosidad y agrega la vulnerabilidad social, económica y patrimonial. La escala de elaboración debe adaptarse a las tramas urbanas y para ello es necesario, además de ajustes cartográficos, la realización de trabajo de campo para confirmar los resultados que ofrecen los portales cartográficos de las administraciones (Olcina y Díez, 2017). Las administraciones competentes en materia urbanística deben velar porque los mapas de riesgo natural que acompañen los documentos de planeamiento urbanístico estén elaborados con los criterios de rigor y en la escala idónea para el espacio geográfico objeto de transformación. Lo ideal es que el equipo redactor de un documento de planeamiento urbanístico elabore cartografía propia de riesgo que fusione, en su caso, lo contenido en los mapas oficiales de riesgo. En Europa, por ejemplo, los mapas oficiales de riesgo de inundación deben estar adaptados a lo señalado por la Directiva 60/2007. Y a ellos se han sumado iniciativas de las administraciones regionales en los estados miembros que han completado y mejorado los requisitos cartográficos de la Directiva. Todo

mapa, además, debe acompañarse de una memoria explicativa del procedimiento de su elaboración y de los criterios escogidos para determinar los niveles de riesgo. Y debe estar elaborado por profesionales competentes en esta materia; básicamente especialistas formados en geografía, geología o hidrología.

En relación a los instrumentos de planificación, pueden identificarse algunos casos de buenas prácticas que han incorporado la infraestructura verde para la reducción del riesgo natural y del cambio climático. Por el momento, los estudios sobre la incorporación en la escala regional son más escasos, si bien algunas comunidades autónomas españolas ya han integrado la infraestructura verde en sus planes territoriales, mientras que otras han aprobado instrumentos específicos de escala regional (Elo-rieta y Olcina, 2020). Por otro lado, ya existen numerosos ejemplos de instrumentos de escala local que han introducido la infraestructura verde como herramienta para la adaptación y mitigación ante el cambio climático, probablemente debido a que el diseño e implementación de medidas concretas resulta más directo y el marco regulador más favorable. A continuación, se señalan algunos ejemplos a ambas escalas.

### **3.1. Un ejemplo de adaptación al cambio climático mediante la planificación territorial: el Plan de Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana (España)**

La Comunidad Valenciana, en la costa mediterránea de España es, sin duda, el “espacio de conflicto”, de interés económico, en materia de planificación territorial y urbanística, al concentrar el porcentaje mayor de población y de actividades económicas, en particular el turismo de sol y playa, motor económico esencial de la economía valenciana (Ariño y García, 2018). No es de extrañar, de este modo, que la Comunidad Valenciana encabece la lista de regiones españolas de agresiones al espacio lito-

ral, lo que manifiesta la necesidad de una protección efectiva de la franja litoral y de una gestión real del territorio. Esta comunidad autónoma inició una nueva etapa en los procesos de ordenación territorial de escala regional y subregional bajo criterios de sostenibilidad en 2011, con la aprobación de la Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana (ETCV). La Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 2011) señala que uno de los objetivos principales de la política de paisaje es definir la infraestructura verde que se define la infraestructura verde como una herramienta clave de planificación territorial que debe orientar los crecimientos urbanísticos del futuro preservando el territorio de mayor valor que debe quedar fuera de este proceso urbanizador.

Pero la plasmación concreta del uso de la infraestructura verde como herramienta principal de la ordenación del territorio en la Comunidad Valenciana ha venido de la mano de la redacción y aprobación del PATIVEL, Plan de Acción Territorial de Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana (Generalitat Valenciana, 2018).

El PATIVEL es un instrumento de ordenación del territorio de ámbito supramunicipal diseñado desde la urgencia y el pragmatismo para tratar de conseguir la rápida protección de determinados suelos de clara apetencia económica, mediante la aplicación de los principios y filosofía que propone la ordenación de la infraestructura verde.

Las áreas de protección seleccionadas pretenden evitar la consolidación de continuos edificados y de barreras urbanas; esto es, se intenta conservar las últimas ventanas de suelo potencialmente urbanizable que están sin urbanizar en la costa valenciana. Y ello bajo una doble finalidad: la protección y conservación de paisajes y entornos naturales, pero también la utilización de esta protección como oferta turística de calidad.

Acorde con los principios de ordenación integrada del espacio litoral y no solo de la estricta franja costera, este plan afecta a 3 ámbitos (ver Figura 5) definidos a partir de su distancia, tierra

adentro, de la línea de costa (Generalitat Valenciana, 2018):

- a) *Ámbito estricto*, que comprende los suelos de los municipios litorales situados en la franja de 500 metros de amplitud medida en proyección horizontal tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar y coincidente con el área de influencia de la legislación de costas.
- b) *Ámbito ampliado*, hasta los 1.000 metros de amplitud medida en proyección horizontal tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar, que dota de refuerzo y continuidad ecológica, funcional y visual a los suelos definidos en el apartado anterior y garantiza la amortiguación de los impactos sobre los mismos.
- c) *Ámbito de conexión*, hasta los 2.000 metros de amplitud medida en proyección horizontal tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar, donde se analizará, ordenará y garantizará la conectividad ecológica y funcional del espacio litoral con el resto del territorio.

En el PATIVEL se han aplicado los componentes de la infraestructura verde definidos inicialmente en la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana, que se estructura en una serie de componentes principales que forman los pilares básicos (en esencia, los espacios naturales con protección), unos servicios ambientales (forestales y agrícolas), unos espacios de especial atención (contaminación, riesgos), unos conectores y una infraestructura verde de escala urbana (parque, paseos, plazas). No obstante, se han incorporado algunos nuevos, como criterio para la delimitación de los ámbitos de protección: los espacios de la zona marina, los espacios costeros de interés ambiental y cultural, y las áreas de influencia del cambio climático en la franja litoral (subida del nivel del mar, áreas de inundación por incremento de episodios de crecida fluvial). En este último aspecto, el PATIVEL resulta novedoso en el conjunto de España.



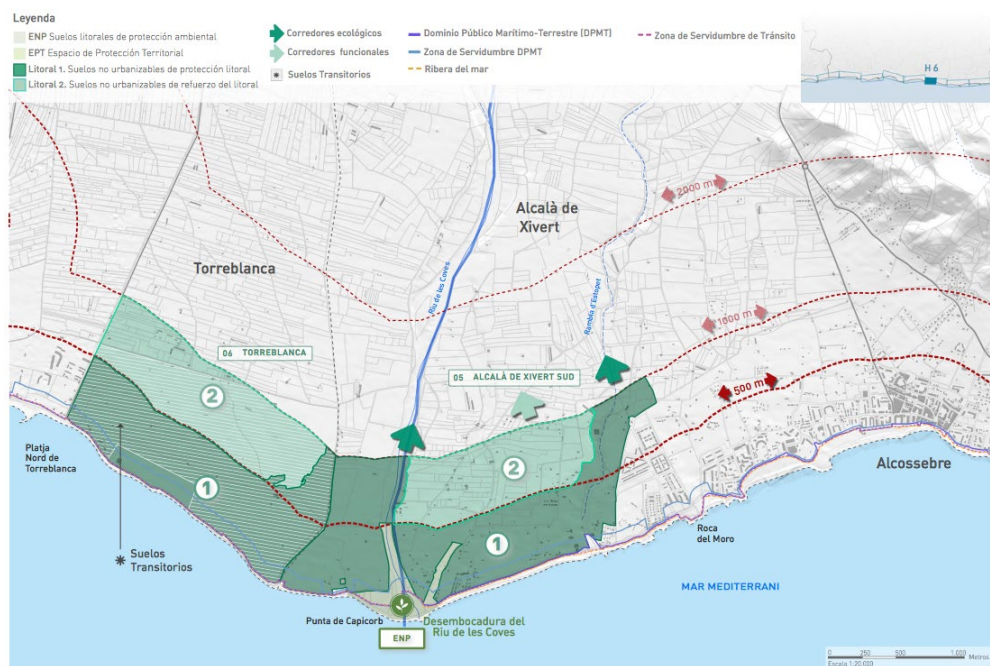


Figura 5: Plano de ordenación con tipología de suelos de protección. Sector de Cabanes-Torreblanca (Cas-tellón). Fuente: PATIVEL. Generalitat Valenciana (2018).

Para ello ha tenido en cuenta, entre otros, el Informe de efectos del cambio climático en la costa española, avalado por el Ministerio de Transición Ecológica (Losada *et al.*, 2014), para estimar la evolución de la costa valenciana en un doble sentido: erosión por deriva litoral y efectos de temporales marítimos. Se ha preparado, además, una cartografía de detalle de los

espacios costeros situados por debajo de 1 m. sobre el nivel del mar, para determinar áreas conflictivas por subida del nivel de la mar prevista en la costa valenciana en el señalado informe del Ministerio de Transición Ecológica (ver Figura 6).

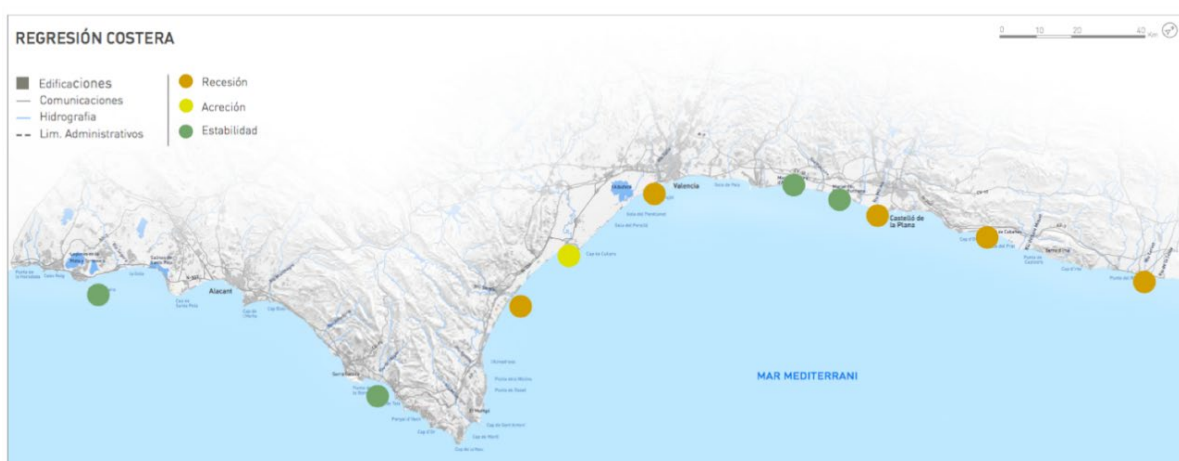


Figura 6: Mapa de efectos en la costa valenciana, incorporado como criterio a la infraestructura verde en el PATIVEL. Fuente: PATIVEL, Generalitat Valenciana (2018).

El PATIVEL ha delimitado 52 áreas que deben preservarse libres de edificación, como piezas clave de la infraestructura verde del litoral (Generalitat Valenciana, 2018) y que suponen, además de la protección de áreas que ya estaban declaradas como suelo no urbanizable, la desclasificación urbanística de 1.426 has de suelo en la franja litoral. Es decir, de suelos que podrían haberse urbanizado (Vera-Rebollo y Olcina, 2017). En su conjunto, el PATIVEL prevé la protección de un total de 7.500 ha del litoral de la región, cifra que integra el 12% de los suelos que aún no han sido urbanizados en la franja de 500 m desde el límite interior de la ribera del mar.

### 3.2. La infraestructura verde en la escala local: la singularidad del entorno urbano ante el cambio climático

En el marco regulador español, la escala urbana es la encargada de determinar normativamente los usos del suelo, por lo cual esta escala abre la posibilidad de implementar estrategias de adaptación al cambio climático de carácter vinculante y establecer categorías de suelo acordes a la nueva realidad. Además, como ya se ha señalado, la mayoría de estudios sobre cómo la infraestructura verde contribuye a combatir los efectos del cambio climático se han centrado en la escala urbana.

Como señalan Gill *et al.* (2007), la infraestructura verde contribuye a enfrentar el cambio climático de dos formas: por un lado, mejorando la resiliencia del sistema urbano-ecológico, y por otro lado, mediante la provisión de servicios ecosistémicos que mejoran los mecanismos de mitigación (por ejemplo, el secuestro carbono) o adaptación (por ejemplo, la reducción del efecto de isla de calor o el control de inundaciones). En efecto, los espacios verdes urbanos no solo contribuyen a reducir la contaminación atmosférica, sino también a compensar las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros efectos positivos. No obstante, hasta el momento, la mayoría de estrategias relacionadas con la calidad del aire y la

reducción de emisiones de dióxido de carbono que han implementado las ciudades se han basado en soluciones tecnológicas, como el uso de energías alternativas en el transporte motorizado (Baró *et al.*, 2014).

Una singularidad de las ciudades con respecto a la escala territorial es que éstas presentan características ambientales particulares que dan lugar a fenómenos como las islas de calor, un efecto que se está volviendo más intenso como consecuencia del cambio climático, y que también tiene consecuencias sobre la salud y la economía. En este sentido, la intervención a escala local mediante la ampliación planificada de la infraestructura verde constituye una estrategia de adaptación imprescindible, impulsando una distribución equitativa que favorezca la prestación de servicios ecosistémicos en las áreas más vulnerables (Rubiano, 2019). La estructura urbana, intrínsecamente densa y compacta, aumenta la vulnerabilidad de las ciudades al cambio climático, lo que sólo puede ser corregido mediante la planificación territorial y urbanística.

La incorporación de la infraestructura verde a los procesos de planificación permitiría, asimismo, emprender procesos de seguimiento y evaluación que estimen la adaptación de las ciudades al cambio climático mediante el uso de indicadores (García, 2019), de manera que se pueda valorar la adecuación de las medidas implementadas y apoyar la toma de decisiones a la hora de priorizar acciones, áreas o componentes concretos de la infraestructura verde. Algunos estudios ya han proporcionado unas primeras estimaciones sobre la capacidad de la infraestructura verde para combatir los efectos del cambio climático en diferentes ciudades del mundo (ver Tabla 2), aunque desde diferentes enfoques y metodologías.

Además de estos estudios, como ya se ha mencionado, numerosas ciudades españolas han incorporado la infraestructura verde en sus procesos de planificación urbana, tras lo cual sería interesante evaluar la capacidad de la misma para enfrentar los efectos del cambio

climático, atendiendo a las particularidades del medio físico y el riesgo de cada territorio. En cualquier caso, los casos analizados ya muestran una primera evaluación de la capacidad de

la infraestructura verde para combatir efectos como la isla de calor y contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante diferentes vías.

Tabla 2: Estudios sobre la contribución de la infraestructura verde para afrontar el cambio climático en diferentes ciudades del mundo

Ciudad	Contribución de la infraestructura verde
Barcelona (España)	La infraestructura verde no sólo contribuye a la mejora de la calidad del aire, sino también a la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero, aunque de forma tímida respecto al total de emisiones. Así, para que dicha contribución sea significativa, las políticas de mejora de la infraestructura verde urbana deben ir acompañada de medidas de reducción de emisiones.
Santiago de Chile (Chile)	El corredor ribereño del río Mapocho favorece la mitigación y adaptación al cambio climático por diferentes vías: si bien el efecto termorregulador y de mitigación de inundaciones es limitado, dicho corredor contribuye significativamente a mitigar las emisiones de gases invernadero, al servir como ruta para el desplazamiento no motorizado (especialmente en bicicleta).
Londres (Reino Unido)	Destaca el potencial de la infraestructura verde para ofrecer funciones de adaptación al cambio climático. El marco regulador actual (tanto local como nacional) ya reconoce el papel de la infraestructura verde en este sentido; sin embargo, existen retos pendientes relacionados con la gobernanza (compromiso y cooperación de los agentes del territorio) y la consolidación de la planificación urbana. La administración debe ser capaz de lograr el compromiso de los promotores urbanísticos a la hora de integrar la infraestructura verde en sus proyectos.
Tesalónica (Grecia)	La ciudad compacta es un espacio vulnerable a los efectos del cambio climático, pero al mismo tiempo ofrece oportunidades de adaptación: es posible formular estrategias de adaptación eficaces adaptadas al entorno local sin necesidad de grandes modificaciones en los instrumentos de planificación actuales. Pequeñas intervenciones o cambios en los usos del suelo, realizados bajo un enfoque integral en red de la infraestructura verde, pueden reducir significativamente las zonas vulnerables a riesgos como la isla de calor.
Bogotá (Colombia)	La infraestructura verde no favorece por igual a todos los habitantes urbanos, pues los beneficios dependen de su distribución a lo largo de la ciudad, que es heterogénea: existe una mayor abundancia y calidad en las zonas con mejor condición socioeconómica. Esto provoca desigualdades en la provisión de servicios de regulación térmica y otros servicios ecosistémicos, lo que constituye un desafío en la planificación de la infraestructura verde bajo el principio de justicia ambiental.

Elaborado a partir de Baró *et al.* (2014), Vásquez (2016), Jones y Somper (2013), Salata y Yianna-kou (2016) y Rubiano (2019).

#### 4. Conclusiones

La sostenibilidad territorial es una apuesta irrenunciable de las sociedades avanzadas. La ordenación del territorio es una medida eficaz para la gestión sostenible de los territorios. Todo proceso de ordenación territorial debe partir del análisis detallado del medio físico, entendido como sistema, con sus recursos y sus riesgos. Este principio se reafirma en el

contexto actual de cambio climático, en el que los modelos están señalando una elevada probabilidad de desarrollo de eventos extremos en las próximas décadas. De manera que los territorios deben adaptarse a estas previsiones a fin de minimizar sus efectos.

La infraestructura verde, concepto originado a principios del siglo XX, ha sido recuperado en los últimos años en un doble sentido: bien

como conjunto de actuaciones estructurales llevadas a cabo en medios urbanos para reducir, con infraestructuras “blandas” los riegos asociados a las inundaciones; o como herramienta de trabajo en la planificación territorial basada en la elaboración de cartografía de apoyo para la decisión en la asignación de nuevos usos en el suelo.

Entendida como herramienta para la planificación territorial sostenible, va adquiriendo protagonismo en los procesos de asignación de usos en el suelo, en las diferentes escalas de planificación. La elaboración de sistemas de información territorial en la elaboración de planes territoriales, permite incorporar capas de información integrantes de la infraestructura verde de un espacio geográfico. Además, en los últimos años se están incorporando los efectos del cambio climático y de los riesgos naturales como elementos para la toma de decisiones en la asignación de usos en el suelo, a partir del empleo de los modelos cartográficos. El mapa se ha convertido en un elemento de acreditación administrativa necesario para la adaptación de los territorios al riesgo natural y el cambio climático.

Europa ha hecho una apuesta decidida por el empleo de la infraestructura verde en la plani-

ficación territorial. Se han desarrollado ejemplos de buenas prácticas en diferentes países europeos para el diseño de infraestructuras verdes en el ámbito regional y local. Y en algunos casos se han incorporado los procesos de peligrosidad natural y de cambio climático como criterio para la asignación de usos en el suelo. Para ello es necesario el desarrollo de proyecciones y modelos con base cartográfica que muestren los efectos esperados en el medio y largo plazo en un territorio.

La ordenación del territorio, con criterios de reducción de los efectos del cambio climático y de los peligros naturales, es una estrategia positiva de adaptación del espacio geográfico a las consecuencias de estos dos procesos físicos pero con una incentivación de su grado de riesgo por parte del ser humano. El cumplimiento de los acuerdos internacionales de lucha contra el cambio climático (Acuerdo de París) y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en lo que respecta a la conservación y gestión sostenible de los territorios y de adaptación al cambio climático, tienen en la infraestructura verde un procedimiento de intervención en la planificación territorial respetuosa con el medio ambiente, con sus cambios previstos por el cambio climático y con su funcionamiento a veces extremo.

## 5. Referencias

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. Luxemburgo, Luxemburgo, Unión Europea.
- Ariño, A. (Dir.) & Garcia, P. (Coord.). (2018). *La sociedad valenciana en transformación (1975-2025)*. Valencia, España, Publicaciones de la Universitat de València.
- Baró, F.; Chaparro, L.; Gómez-Baggethun, E.; Langemeyer, J.; Nowak, D.J. & Terradas, J. (2014). *Contribution of ecosystem services to air quality and climate change mitigation policies. The case of urban forests in Barcelona, Spain*. *Ambio*, (43): 466-479.
- Benedict M.A & McMahon E.T. (2002). *Green infrastructure: smart conservation for the 21st century*. *Renewable Resources Journal*, (20): 12-17.
- Breuste, J.; Artmann, M.; Li, J. & Xie, M. (2015). *Introduction (special Issue on Green Infrastructure for Urban Sustainability)*. *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 141 (3).
- Burriel de Orueta, E. L. (2009). *La planificación territorial en la Comunidad Valenciana (1986-2009)*. [En línea]. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales, Vol.XIII (306). <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-306.htm>>



- Calzada, P. (Dir.). (2019). *Guía de infraestructura verde municipal*. [En línea]. Red de Gobiernos Locales + Biodiversidad, Federación Española de Municipios y Provincias, Asociación de Empresas de Gestión de Infraestructura Verde, Asociación Española de Parques y Jardines Públicos. <[http://www.redbiodiversidad.es/sites/default/files/GUIA\\_Biodiversidad\\_CAPITULOS1\\_5.pdf](http://www.redbiodiversidad.es/sites/default/files/GUIA_Biodiversidad_CAPITULOS1_5.pdf)>
- Comisión Europea. (2011). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*, Bruselas, Bélgica, Unión Europea.
- Comisión Europea. (2013). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*, Bruselas, Bélgica, Unión Europea.
- Comisión Europea. (2014). *Construir una infraestructura verde para Europa*, Bruselas, Bélgica, Unión Europea.
- Comisión Europea. (2015). *Revisión intermedia de la Estrategia de la UE sobre la Biodiversidad hasta 2020*, Bruselas, Bélgica, Unión Europea.
- Comisión Europea. (2019). *Revisión de la aplicación de la política medioambiental. Informe de España*, Bruselas, Bélgica, Unión Europea.
- Elorrieta, B.; Olcina, J. & Sánchez, D. (2016). *La sostenibilidad en la planificación territorial de escala regional*. Cuadernos Geográficos, 55 (1): 149-175.
- Elorrieta, B. & Olcina, J. (2020). *Infraestructura verde y ordenación del territorio en España*. Ciudad y Territorio. (en prensa).
- Farinós, J. & Elorrieta, B. (2017). *La articulación territorial de España: cohesión a partir de una nueva gobernanza*. En J. Farinós y J. Olcina (coords), Geografía regional de España. Espacio y comunidades: bases para una regionalización renovada del territorio español, Valencia, España, Tirant lo Blanch: 563-617.
- Feria, J.M. & Santiago, J. (2017). *Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España*. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles (74): 117-141.
- Fernández de Gatta, D. (2018). *La Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas: un nuevo instrumento para proteger la biodiversidad*. Actualidad Jurídica Ambiental (81): 57-120.
- García, F.J. (2019). *Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación*. Cuaderno de Investigación Urbanística, (122): 1-101.
- García-Blanco, G.; Carrao, H. y Fons, J. (2019). *La Infraestructura Verde en beneficio del desarrollo territorial estratégico: ESPON GRETA*. En FUNDICOT, 9º Congreso Internacional de Ordenación del Territorio: Planificación y gestión integrada como respuesta. Madrid, España, FUNDICOT: 514-531.
- Generalitat Valenciana. (2011). *Estrategia Territorial de la Comunitat Valenciana*, Valencia, España, Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana.
- Generalitat Valenciana. (2018). *Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del litoral*, Valencia, España, Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana.
- Gill, S.; Handley, J.; Ennos, A. & Pauleit, S. 2007. *Adapting Cities for Climate Change: The Role of the Green Infrastructure*. Built Environment, Vol. 33 (1): 115-133.
- Gobierno de España. (2019). *Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y la Restauración Ecológicas*. Borrador mayo 2019. [En línea]. Ministerio para la Transición Ecológica, Gobierno de España. <[https://www.miteco.gob.es/images/es/borrado-reeivcre\\_infopublica\\_tcm30-97133.PDF](https://www.miteco.gob.es/images/es/borrado-reeivcre_infopublica_tcm30-97133.PDF)>
- Jones, M. & Stenseke, M. eds. (2011). *The European Landscape Convention: Challenges of participation*, Dordrecht, Holanda, Springer.

- Jones, S. & Somper, C. (2014). *The role of green infrastructure in climate change adaptation in London*. The Geographical Journal, Vol. 180 (2): 191–196.
- Laforteza, R.; Davies, C.; Sanesi, G. & Konijnendijk Van den Bosch, C. (2013). *Green Infrastructure as a tool to support spatial planning in European urban regions*. iForest - Biogeosciences and Forestry, (6): 102-108.
- Losada, I.; Izaguirre, C. & Diaz, P. (2014). *Cambio climático en la costa española*, Madrid, España, Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Mell, I.C.(2008). *Green Infrastructure: concepts and planning*. FORUM Ejournal, Vol. 8 (June 2008): 69-80.
- Rubiano, K. (2019). *Distribución de la infraestructura verde y su capacidad de regulación térmica en Bogotá, Colombia*. Colombia Forestal, Vol. 22 (2): 83-100.
- Salata K. & Yiannakou A. (2016). *Green Infrastructure and climate change adaptation*. Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment, Vol. 9 (1): 7-24.
- Vásquez, A.E. (2016). *Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile*. Revista de Geografía Norte Grande, (63): 63-86.
- Vera-Rebollo, J.F. & Olcina, J. (2017). *Análisis de la coherencia metodológica y de los datos utilizados en la memoria justificativa del PATIVEL*. [inédito] Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de la Generalitat Valenciana, Universidad de Alicante.
- Vera-Rebollo, J.F.; Olcina, J. & Sainz-Pardo, A. (2019). *La incorporación de la infraestructura verde en la ordenación territorial. El plan de acción territorial de la infraestructura verde del litoral de la Comunidad Valenciana, PATIVEL*. Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, Vol. LI (200): 467-490.
- Weber T.; Sloan, A. & Wolf, J. (2006). *Maryland's Green Infrastructure assessment: development of a comprehensive approach to land conservation*. Landscape and Urban Planning, Vol. 77 (1-2): 94-110.

## THE FUTURE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN THE EU: OPPORTUNITIES AND GUIDELINES

Ivana Katurić<sup>1</sup>

### RESUMEN

Quality of life and economic activities depend on ecosystems and the services they provide. This is especially important in urban areas where there is often a certain degree of detachment from the nature and its benefits. Nature can offer many smart and cost-effective solutions to numerous societal challenges which especially refers to challenges related to climate change, disaster management, health and well-being. When discussing nature and ecosystem services, one of the main solutions to bring the nature back to cities is the concept of Green infrastructure (GI).

When discussing the topic of nature and its benefits, especially in the context of solutions that can be planned in order to bring those benefits closer to people, it is important to note that GI is considered to be one part of a much wider concept that encompasses various individual concepts related to use of nature as a planning tool – Nature-based solutions (NBS).

The whole world, including Europe, is facing a number of challenges that arise as a result of climate change - rising temperatures, increased energy use, urban heat islands, frequent weather changes and the occurrence of extreme weather conditions, etc. At the same time, cities are still attractive places to live, and the share of residents living in them is constantly growing. This often leads to the spatial expansion of cities by occupying green areas, which at the same time contributes to the adverse impact of cities on climate change, but also weakens the resilience of cities to the effects of climate change.

There are direct environmental, ecological, economic, sociocultural benefits of Green infrastructure. Focus of the following of this paper is on initiatives and policies that were recently developed, or are in the process of developing, and have a major impact on the development of GI in the EU in the years to come – mainly the European Green Deal, Cohesion Policy, Urban Agenda for the EU, New Leipzig Charter and Territorial Agenda 2030. All of these documents and initiatives provide framework for enhancing the GI in the EU. This article processes GI and NBS in terms of European union policies and initiatives, financing opportunities and guidelines for enhancing GI and NBS.

**Palabras clave:** EU green policy, Nature based Solutions, climate change

### SUMARIO

1. Introduction. 2. Importance of Green infrastructure. 3. Green infrastructure in EU policies and initiatives. 4. European Green Deal. 5. EU Cohesion Policy. 5.1. Urban Agenda for the EU. 5.2. The New Leipzig Charter. 5.3. Territorial Agenda 2030. 6. Financing Opportunities for the Implementation of Green infrastructure and NBS Projects. 7. Guidelines on Enhancing Green infrastructure. 8. References.

#### 1. Introduction

Quality of life and economic activities depend on ecosystems and the services they provide.

This is especially important in urban areas where there is often a certain degree of detachment from nature and its benefits. Nature can offer many smart and cost-effective solutions

---

<sup>1</sup> Directora de Urbanex Ltd (<https://urbanex.hr/>)

to numerous societal challenges. This especially refers to challenges related to climate change, disaster management, health, and well-being. When discussing nature and ecosystem services, especially in the context of European urban areas, one of the main solutions in bringing nature back into the cities is the concept of Green infrastructure.

Green infrastructure (GI) has been defined in the EU Green Infrastructure Strategy as a strategically planned network of natural and semi-natural areas with other environmental features designed and managed to deliver a wide range of ecosystem services. It incorporates green spaces (or rather “blue”, concerning aquatic ecosystems) and other physical features in terrestrial (including coastal) and marine areas. On land, green infrastructure is present both in rural and urban settings (European Commission, 2013). Green infrastructure is considered to be a successful tool when there is a need to provide environmental, social, and economic benefits through natural solutions.

When discussing the topic of nature and its benefits, especially in the context of solutions that can be planned in order to bring those benefits closer to people, it is important to note that Green infrastructure is considered to be a part of a much wider approach that encompasses various individual concepts related to the use of nature as a planning tool – Nature-based solutions (NBS). Nature-based solutions are defined as a way to address societal challenges with solutions that are inspired and supported by nature as well as cost-effective and simultaneously providing environmental, social, and economic benefits, thereby contributing to building resilience. Such solutions bring more nature and natural features into cities, landscapes, and seascapes, through locally adapted, resource-efficient, and systemic interventions (European Commission, 2015). Green infrastructure, as well as the concepts of blue infrastructure, ecosystem-based adaptation, ecological engineering, sustainable urban drainage systems, and ecosystem services, are

often considered to be a part of a wider umbrella concept of Nature-based solutions (Eisenberg and Polcher, 2019). As many initiatives, policies and documents in the European Union often contain both concepts – NBS and GI, which are simultaneously interconnected, both concepts will also be analysed throughout this paper.

GI and NBS are often not high on the city authorities' list of priorities due to the low level of awareness of their specific environmental, social and economic benefits (e.g. positive impacts on human health, reduction of flood risks, improvement of air quality, contribution to biodiversity, improvement of quality of life, etc.). Nevertheless, these solutions play an important role in achieving sustainable urban development, especially if we consider the United Nations (2019) estimate that by the middle of this century more than 80 % of Europe's population will live in urban areas. The continuous process of urbanization, especially secondary urbanization (i.e. suburbanization) causing spatial expansion of cities, occupation of natural (green and undeveloped) areas, and intensification of energy consumption and adverse impact of cities on climate change, has led to the need to apply solutions such as GI and NBS, to strengthen the resilience of cities against the adverse effects of climate change, while mitigating the contribution of cities to them, but also to achieve the many social and economic benefits that result from the application of GI and NBS. In the EU, the awareness on the importance of these concepts and their implementation has been growing rapidly in recent years.

## 2. Importance of Green Infrastructure

The whole world, including Europe, is facing several challenges that arise as a result of climate change - rising temperatures, increased energy use, urban heat islands, frequent weather changes, the occurrence of extreme weather conditions, etc. At the same time, cities are still attractive places to live, and the



share of residents living in them is constantly growing. This often leads to the spatial expansion of cities by occupying green areas, which at the same time contributes to the adverse impact of cities on climate change, but also in turn weakens the resilience of cities to the effects of climate change. In addition to the above, the lack of green areas is reflected in the adverse impact on the quality of life of residents, but also on economic activity.

When considering Green infrastructure on a larger scale – i.e. that of the entire European Union, results of ESPON GRETA research (2019) show that, while most European cities encompass more than 80 % of green areas within their administrative boundaries, only three out of 500 cities that were analysed experienced an increase in urban green areas inside the core city between 2006 and 2012. Most of

these cities observed a decrease in their green areas or almost no change in the referenced timeframe. This is especially concerning when the process of continuous urbanization is considered together with increasing pressure of climate change effects (Figure 1).

Considering an increasing number of various challenges that local communities must deal with, topics related to the implementation and enforcement of GI and NBS are increasingly present in contemporary planning of urban development policies. This is due to the wide range of benefits that GI and NBS provide – such as environmental, social, and economic. It can be argued that certain types of GI can contribute to all three pillars of sustainable development.

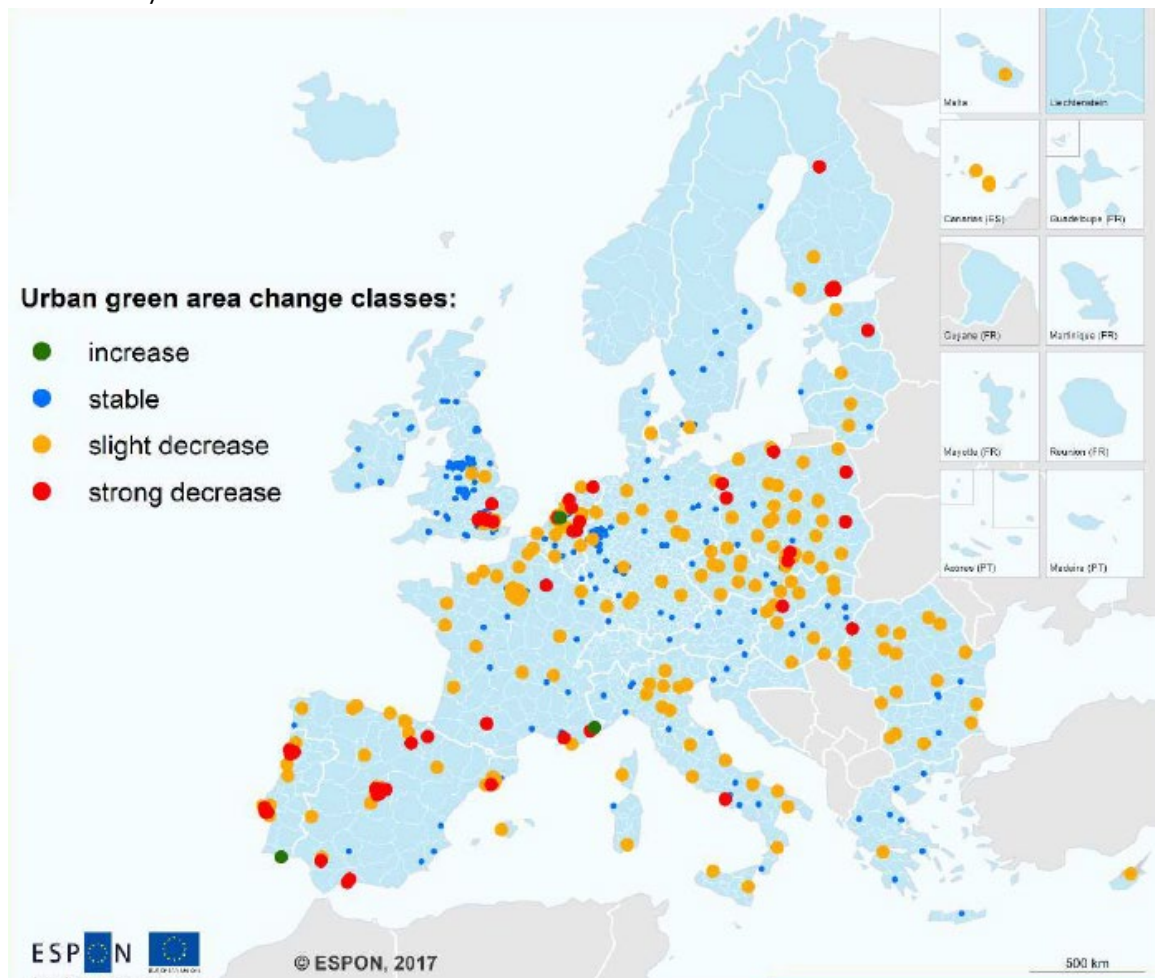


Figure 1 Changes of urban green areas inside the core city between 2006 and 2012.

Source: ESPON, 2019

The direct environmental benefits of Green infrastructure are best reflected in the preservation and restoration of air, water, and soil quality. Developed Green infrastructure reduces pollution by filtering harmful airborne particles and reducing greenhouse gases, while having pronounced hydrological functions. The hydrological benefits of Green infrastructure include transport, infiltration and natural drainage, removal of pollutants from soil and water, coastal flood protection, reduction of surface flow through surface roughness and, finally, storage of water with potential for reuse. As part of runoff control, Green infrastructure works to reduce downstream erosion, improve flood control, prevent and protect against storms, improve stormwater runoff management and maintain runoff volume. The environmental benefits of Green infrastructure include enhanced environmental stability and adaptation to climate change. As part of improving environmental stability, Green infrastructure works to improve water quality and conservation, preserve terrestrial and aquatic habitats, improve air quality and reduce carbon dioxide in the atmosphere, protect biodiversity, and reduce the ecological footprint. As part of adaptation to climate change, Green infrastructure mitigates the effects of climate change and works to reduce the need for grey infrastructure. As a result of interpolation of green and water surfaces into the built urban fabric, it is possible to reduce the effect of heat islands and reduce temperatures in cities.

The effects of Green infrastructure are economically measurable. The primary economic benefit of investing in Green infrastructure stems from avoiding new and unnecessary costs. The direct economic contribution is reflected in the expected reduction of heat islands in the city, whereby decreasing the temperature in living and working spaces can lead to savings in cooling energy costs. Green infrastructure also reduces the negative impacts of extreme weather events, indirectly reducing material damage from winds, extreme rainfall, and floods. An especially important economic

benefit is the impact of Green infrastructure on improving human health and reducing investment in disease treatment. Scientific studies show an increase in the life expectancy of people in countries with a healthy urban environment. Saving on the cost of treatment of diseases caused by a polluted environment is an economically important category. Green infrastructure provides direct economic benefits also through enabling food production in urban gardens, for instance on top of buildings or in fields and greenhouses. The most visible economic effect of Green infrastructure is seen in an increase in the value of real estate.

The social benefits of Green infrastructure are directly reflected in an improvement of the quality of life in cities through spending more free time outdoors and active use of publicly available recreational, sports, cultural, health and educational facilities within or next to green infrastructure. Green infrastructure connects different social groups and encourages their interaction, serving as a countermeasure to alienation and other psychological difficulties of modern urbanity. Urban areas are becoming safer and more accessible to more sensitive or less mobile residents. City districts with landscaped and accessible parks, streets with tree-lined avenues, urban gardens and parks, in addition to green areas around residential, public, and educational buildings make everyday life more pleasant, the value of these neighbourhoods higher and more desirable for housing.

Kim and Song (2019) identify three types of GI functions: economic, sociocultural, and ecological. Within the economic function, the main type of benefit is the one of enhanced economic capacity. Within the sociocultural function they have identified several types of benefits of GI: educational opportunities, improvement of the built environment, increase in social capital and landscape aesthetics. As for the ecological function of GI, the main types of benefits are runoff control, enhanced environment soundness, and climate change adaptation.

The benefit of GI, as the basis of sustainable development, is distinguished from the three abovementioned types of functions, as it has multifunctional character (Kim and Song, 2019). (Figure 2)

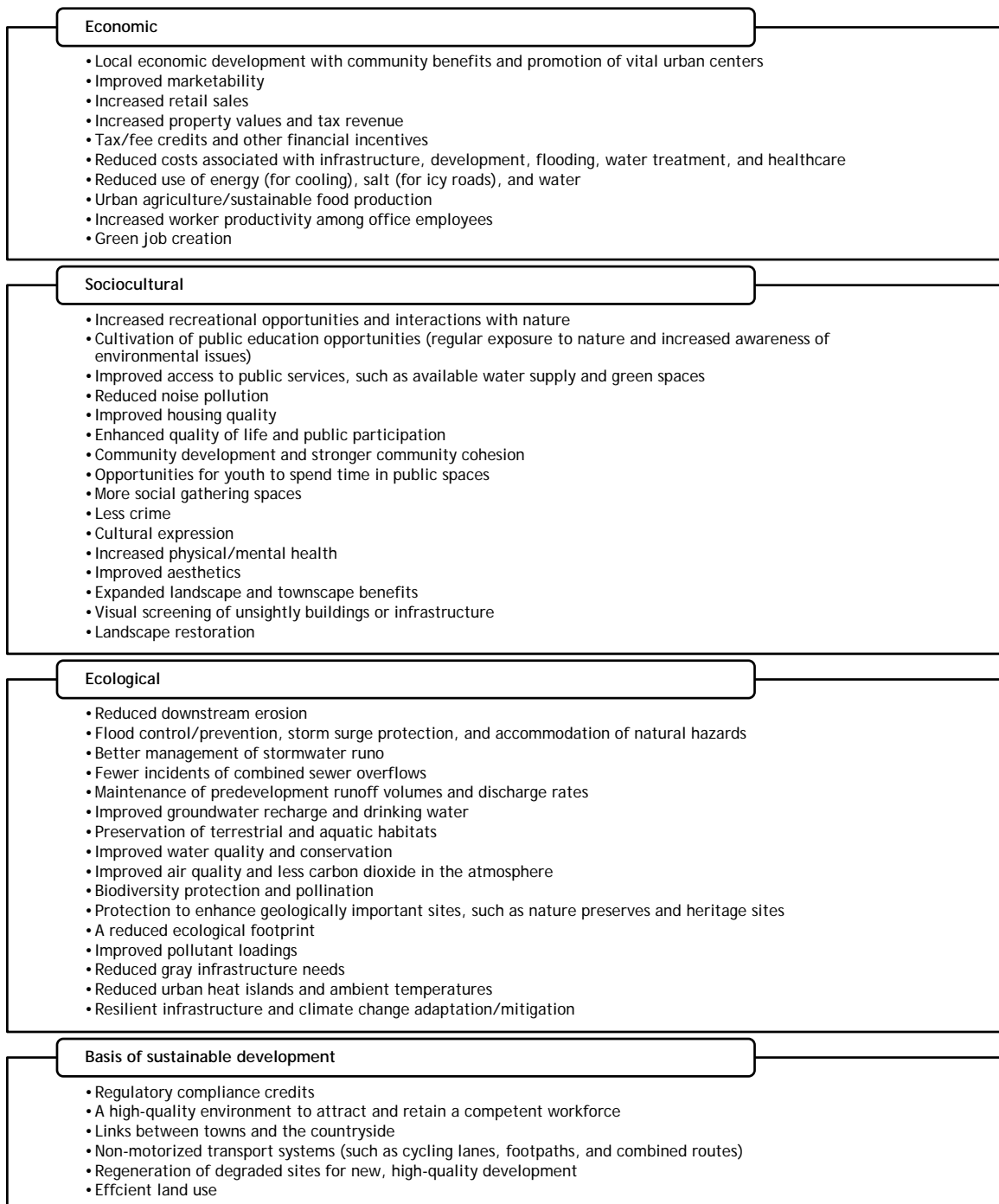


Figure 2 Benefits of Green infrastructure.

Source: Kim and Song, 2019

Due to the numerous benefits and the need to act in the direction of climate change mitigation and at the same time increase the quality of life, as well as achieve sustainable development, in the EU green infrastructure is recognized as

one of the key elements by which this can be achieved. Over the last twenty years, the presence of the concept of Green infrastructure, as well as related concepts (primarily the NBS), has been continuously growing in the EU policy

documents. At the same time, numerous programs and mechanisms for financing the implementation of green infrastructure have been developed.

A survey carried out as one of the activities aimed at developing a guide to financing the NBS under the Urban Agenda for the EU showed that 82% of the cities included in the survey have experience in implementing NBS projects. Since the concept of the NBS includes a number of other individual concepts, the respondents were asked about the type of NBS projects they have implemented so far. The results show that most projects are related to the development of green infrastructure (connecting individual green areas into a wider network), restoration of natural (green) areas in the city, mitigation of the heat island effect, projects related to sustainable drainage systems, coastal protection, rain gardens, reintegration of nature into built-up areas and arrangement of individual parks and green roofs. Here it is important to mention that many of the beforementioned types of projects were identified as the ones that have provided particularly high benefits to biodiversity (European Commission, 2020).

The most significant document regarding GI in the EU is the EU Strategy on Green Infrastructure (Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital, 2013). The strategy promotes investments in Green infrastructure in order to restore healthy ecosystems, ensure that natural areas remain connected, and allow species to thrive across their natural habitat, with the goal of keeping the benefits that nature delivers to us. The strategy further promotes the deployment of green infrastructure across Europe as well as the development of a Trans-European Network for Green Infrastructure in Europe. Green infrastructure is a key step towards achieving success of the EU Biodiversity Strategy for 2030, the main objective of which is bringing nature back into our lives. In recent years there has been a growing num-

ber of research projects related to GI, its implementation, and benefits. These researches are largely funded through EU funding programmes, such as Horizon 2020. The results of such research projects focusing on GI lead to an increase in our knowledge of GI, and subsequently also of more intensive implementation of GI, especially in cities.

It is important to note that the Croatian presidency of the EU took place in the first part of the year 2020. The objectives of the Croatian Presidency regarding Urban Matters were to support successful implementation of the Urban Agenda for the EU and to work on the roadmap for the renewal of the UAEU. Specific topics of Croatian presidency in this regard were Green Cities – green infrastructure in urban areas and Re-use of buildings and spaces in terms of transition to a circular economy. This shows that GI is becoming more and more present in discussions at EU level.

The focus of the following sections of this paper is on initiatives and policies that were recently developed, or are in the process of being developed, and have a major impact on the development of GI in the EU in the years to come – mainly the European Green Deal, Cohesion Policy, Urban Agenda for the EU, New Leipzig Charter and Territorial Agenda 2030. All of these documents and initiatives provide the framework for enhancing the GI in the EU.

### 3. Green infrastructure in EU policies and initiatives

In the EU, awareness of green infrastructure is continually increasing. Most recently, the European Green Deal was adopted, which focuses on the fight against climate change and other environmental objectives in areas such as transport, energy, pollution, agriculture, circular economy, and biodiversity. The European Parliament has already stressed that the EU should cut emissions by 55% by 2030 in order to become climate neutral by 2050 and that an ambitious long-term EU budget for 2021-2027



is needed. The European Climate Law should for the first time ever include a legally binding objective of achieving a climate-neutral EU by 2050. This means emitting less carbon dioxide and removing the already emitted carbon dioxide from the atmosphere. This further requires extending the Emissions Trading System, which already helps the EU reduce emissions from the energy and industrial sectors, to other sectors. Developing cleaner sources of energy and green technologies would enable us to produce, travel, consume, and live in a more environmentally responsible way. This means developing a truly circular economy and protecting biodiversity.

Green infrastructure is a significant part of EU Cohesion Policy in the 2021-2027 period, EU's main investment policy, which defines the long-term EU budget. Furthermore, it is important to point out that we are currently in a period in which two documents of exceptional importance for urban and territorial development of the EU are being adopted. These are the New Leipzig Charter and Territorial Agenda 2030, which set the guidelines for achieving sustainable urban development and balanced territorial development at the EU level. The New Leipzig Charter is also linked to the Urban Agenda for the EU, which has been active since 2016 and has become a major initiative within the scope of which partners across Europe work together on various topics of sustainable urban development.

#### 4. European Green Deal

The European Green Deal is a programme that was outlined in the political guidelines of the President of the European Commission, Ursula von der Leyen. It represents a new growth strategy that aims to transform the EU into a fair and prosperous society, with a modern, resource-efficient and competitive economy, where there are no net emissions of greenhouse gases in 2050 and where economic growth is decoupled from resource use. The

European Parliament has adopted the European Green Deal in an extraordinary plenary session on 11 December 2019.

To achieve the ambitious goals set by the European Green Deal, significant investments are needed. The magnitude of such an investment challenge requires mobilising both the public and private sector. The Commission will therefore present a Sustainable Europe Investment Plan to help meet additional funding needs. It will combine dedicated financing to support sustainable investments, and proposals for an improved enabling framework that is conducive to green investment. At the same time, it will be essential to prepare a pipeline of sustainable projects. Technical assistance and advisory services will help project promoters identify and prepare projects and access sources of finance. The EU budget plays a key role. The Commission has proposed a 25% target for climate mainstreaming across all EU programmes. The EU budget will also contribute to achieving climate objectives on the revenue side.

According to von der Leyen's political guidelines, making Europe the first climate-neutral continent is the 'greatest challenge and opportunity of our times'. The European Green Deal includes developing a new 'European Climate Law' that sets a climate-neutrality target for 2050. Pricing of carbon emissions is mentioned as a key element to ensure the contribution of every person and every sector. The Emissions Trading System (ETS) would be extended to the maritime sector, and free allowances allocated to airlines would be reduced over time. A further extension to cover traffic and construction is envisaged.

A new European Climate Pact should bring together regional and local authorities, civil society, industry and schools to agree on commitments to change the overall behaviour. Tax policies should be reformed in line with climate ambitions, which includes work on a carbon border tax and a review of the Energy Taxation

Directive. Additionally, a new Circular Economy Action Plan would promote sustainable use of resources, especially in resource intensive sectors with high environmental impact, such as textiles and construction. Europe should lead on the issue of single-use plastics, and extend the fight against plastic waste to micro-plastics.

Another objective of the European Green Deal is mainstreaming biodiversity across all policy areas and a Biodiversity Strategy for 2030, which was adopted in May 2020. Further elements of the European Green Deal include EU's zero-pollution ambition to safeguard citizens' health, and a new 'Farm to Fork' strategy for sustainable food. The European Green Deal is aligned with a new industrial strategy to render the EU a world leader in circular economy and clean technologies, and to decarbonise energy-intensive industries. The people and regions most affected by the low-carbon transition would be supported through a just transition mechanism that cuts across different funds and instruments and attracts private investment. More details on the European Green Deal are available on the following link: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1588580774040&uri=CELEX:52019DC0640>.

European Green Deal is significant in the context of GI development, as the GI is one of the main tools that can be used to achieve the objectives outlined in the document. The European Green Deal sets out not only the priorities related to objectives that need to be achieved, but it also proposes and defines the tools which can be used to achieve the desired results. This refers to greening the national budgets and pursuing green finance and investment as well as ensuring a just transition. It is clear that the European Green Deal encourages the applica-

tion of a wide range of types of GI, as many objectives outlined in the document can be achieved only (or mostly) through increased GI implementation.

## 5. EU Cohesion Policy

Cohesion Policy is the EU's main investment policy and one of its most concrete expressions of solidarity. For the next long-term EU budget 2021-2027, the Commission proposes to modernise the Cohesion Policy with an emphasis on five main objectives:

1. Smarter Europe, through innovation, digitalisation, economic transformation, and support to small and medium-sized businesses;
2. Greener, carbon free Europe, implementing the Paris Agreement and investing in energy transition, renewables, and the fight against climate change;
3. More Connected Europe, with strategic transport and digital networks;
4. More Social Europe, delivering on the European Pillar of Social Rights and supporting quality employment, education, skills, social inclusion, and equal access to healthcare;
5. Europe that is closer to citizens, by supporting locally-led development strategies and sustainable urban development across the EU.<sup>2</sup>

When considering GI within the context of the EU Cohesion Policy, policy objective 2 – a greener, carbon free Europe is focused on achieving the goals which can be reached by implementing solutions related to GI. The goals of this objective are related to promoting energy efficiency and renewable energy measures, developing smart energy systems, grids and storage at the local level, strengthening of climate change adaptation, risk prevention and

<sup>2</sup> More information on the new Cohesion Policy is available at [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/en/2021\\_2027/](https://ec.europa.eu/regional_policy/en/2021_2027/)

disaster resilience, furthering of sustainable water management and transition to a circular economy, enhancing biodiversity and spreading green infrastructure in the urban environment, and lastly, reducing pollution.

GI is an extremely important tool that can be used to achieve the abovementioned goals. More specifically, the Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Regional Development Fund and on the Cohesion Fund (2018) proposes result indicators related to GI, where indicators on GI development are explicitly mentioned as follows: surface area of green infrastructure supported in urban areas, population having access to new or upgraded green infrastructure in urban areas, rehabilitated land used for green areas, etc. Priority objective 2 allows for integrated, cross-sectorial approaches and it provides important support/opportunities for transition towards climate neutral, circular economy.

The GI has been clearly recognized within the EU Cohesion Policy as an important tool to be used in order to achieve the objectives of the European Green Deal and other related strategies. This also means that the financial resources for GI development will be widely available through EU funding, which provides opportunities to intensify GI implementation across the EU.

### 5.1. Urban Agenda for the EU

The Urban Agenda for the EU was launched in May 2016 together with the Pact of Amsterdam. It represents a new multi-level working method promoting cooperation between Member States, cities, the European Commission, and other stakeholders in order to stimulate growth, liveability and innovation in the cities of Europe and to identify and successfully tackle social challenges.

The Urban Agenda for the EU focuses specifically on three pillars of EU policymaking and implementation: better regulation, better funding, and better knowledge.

From the aspect of better regulation, the Urban Agenda for the EU focuses on a more effective and coherent implementation of existing EU policies, legislation, and instruments. Drawing on the general principles of better regulation, EU legislation should be designed so that it achieves the set objectives at minimum cost, without imposing unnecessary legislative burdens. It recognises the need to avoid potential bottlenecks and minimise administrative burdens for urban authorities.

Regarding the second pillar - better funding - the Urban Agenda for the EU aims to contribute to identifying, supporting, integrating, and improving traditional, innovative and user-friendly sources of funding for urban areas at the relevant institutional level, including from the European Structural and Investment Funds (ESIF) (in accordance with the legal and institutional structures already in place) in view of achieving effective implementation of interventions in urban areas. The Urban Agenda for the EU does not create new or increased EU funding aimed at higher allocations for urban authorities. However, it draws from and conveys lessons learned on how to improve the funding opportunities for urban authorities across all EU policies and instruments, including the Cohesion Policy.

Lastly, the Urban Agenda for the EU aims to contribute to enhancing the knowledge base on urban issues and exchange of best practices and knowledge. Reliable data is important for portraying the diversity of structures and tasks of Urban Authorities, for evidence-based urban policy making, as well as for providing tailor-made solutions to major challenges. Knowledge on how Urban Areas evolve is fragmented and successful experiences can be better exploited. Initiatives taken in this context will be in accordance with the relevant EU legislation on data protection, the reuse of public sector information and the promotion of big, linked, and open data (Pact of Amsterdam, 2016). Detailed information on the Urban Agenda for the EU are available on the official

website of the UAEU: <https://ec.europa.eu/futurium/en/urban-agenda>.

In 2019 two assessment studies of the EU Urban Agenda were carried out – one by the European Urban Knowledge Network (EUKN) and the second one by the European Commission. Urban Agenda was generally marked as positive, and the future actions were supported. All recognised shortcomings of the agenda, mostly related to implementation, will be considered while creating a new roadmap for the future Urban Agenda.

The actions within the Urban Agenda are currently being finalized - 12 out of 14 Action Plans have been completed and their implementation is coming to an end. Regarding the GI within the Urban Agenda for the EU, the most significant partnership is the one of Sustainable Use of Land and Nature-based Solutions (SUL NBS). The general aim of the SUL NBS partnership is to ensure efficient and sustainable use of land and other natural resources, to help create compact, liveable, and inclusive European cities for everyone. In the Partnership's Action plan, a total of nine actions was defined, whereby concrete results are expected to contribute to solving some of the most significant challenges related to sustainable land-use and nature-based solutions. These are the following:

- Including land take and soil properties in impact assessment procedures;
- Funding and financing guide for brownfield redevelopment;
- Identifying and managing under-used land;
- Indicators of land take;
- Promoting FUA cooperation as a tool to mitigate urban sprawl;
- Better regulation to boost NBS at European, national, and local levels;
- Better financing on NBS;
- Awareness raising in the areas of NBS and

sustainable use of land (urban sprawl);

- Agreeing on common targets and indicators for nature-based solutions, urban green infrastructure, biodiversity, and ecosystem services in cities.<sup>3</sup>

The SUL NBS partnership encompasses two aspects – sustainable land use and nature-based solutions. One of the most important issues related to urbanisation in the EU is continuous consumption of agricultural and natural land by urban growth. Diffused, low-density, sprawled cities show much higher levels of GHG emissions and air pollution due to longer traveling distances, as well as more energy consumption and land take. Consequently, sustainable strategies often promote compact urbanisation and are mostly characterised by provision of green areas, improved accessibility, optimised consumption of energy and resources, reduced pollution and land consumption, affordable housing, social inclusion, and good quality of life. An identification of efficient instruments and practices is crucial to achieve sustainable land-use. Importance of the NBS is recognized within the partnership, especially in the context of contributing to sustainable land use. As already mentioned, GI can be seen as one element within the concept of NBS (it can be argued that GI is actually a dominant element within the NBS umbrella, due to its significance and extent of implementation and recognizability). Therefore, it can be concluded that GI is an important aspect of SUL NBS partnership and the Urban Agenda as a whole.

Based on the abovementioned, it is clear that the partnership has two main objectives. The first one is related to promoting the liveable compactness city model, while the second one is to mainstream and promote the NBS. The partnership focuses on the priority of supporting sustainable land use through promoting

<sup>3</sup> Detailed information on all of the actions is contained within the SUL NBS Action Plan which is available online on the following link:

[https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/sul-nbs\\_finalactionplan\\_2018.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/sul-nbs_finalactionplan_2018.pdf)



compact city development, reducing urban sprawl, and minimising land-take, while NBS are regarded as one important tool in achieving sustainability. It is important to note that both sustainable land use and NBS have the capacity to reduce costs associated with running cities. They can boost ecological potential, support increased health and well-being of residents, and address environmental challenges.

Regarding Action plan implementation, as it can be seen from the actions presented earlier, they also focus on these two aspects - sustainable land use and NBS. In the context of GI, actions related to NBS are extremely relevant as they improve the knowledge, regulation, and information on the funding opportunities for NBS, including GI. The NBS actions aim to achieve several goals. The first one refers to both the European and national level, where actions aim to achieve a further level of integration to boost the implementation of NBS across cities in Europe. The second goal is related to the city level, where the partnership proposes to work on a review of existing funding mechanisms and on the development of appropriate minimum legal requirements, targets and indicators to be included within local strategies and planning instruments. Finally, at local level (neighbourhood, local scale), the Partnership wants to raise public awareness on NBS and their potential, and to include social issues within the design of such solutions (through co-creation with civil-society) (Sustainable Use of Land and Nature-Based Solutions Partnership Action Plan, 2018).

Several problems arise when implementing NBS into the urban structures of European cities. It can be said that, even with all the programmes and regulations, the concept of NBS has not been comprehensively integrated within the current EU legislation, which leads to issues related to the NBS' funding and financing. One of the key issues related to NBS implementation seems to be an information deficit with regard to existing financing opportunities, but also potentially higher investment

costs or perceived higher financing costs relating to NBS, with uncertainty what benefits will be seen in the long run. There are obstacles and structural barriers that complicate the blending of public and private financing and loan financing and grants. The full potential of NBS implementation in cities cannot be achieved without raising awareness and mainstreaming NBS funding options. Various challenges appear when the mentioned problems need to be solved. One of the most common challenges with NBS implementation is the bias and familiarity of authorities and local population toward existing and technically well-known solutions, patterns and routines as well as established interest and perception of higher initial investments cost in NBS that usually drives away potential investors. However, there are solutions that can be applied in order to make a great difference and improve the degree of NBS implementation in urban areas.

As NBS are not yet a standard form of solution used in urban planning, there is a need for motivation that can be achieved in different ways like financial benefits, through better visibility and familiar faces that are relatable and connected to the NBS or by legal requirement. Increased awareness about funding sources can reduce the pressure on the city on how to finance the NBS projects, which will lead to their greater implementation. One of the outcomes of the SUL NBS Partnership is also a guide that gathers all the information on available funding, methods and funding options, including both private and public funds, NBS reference framework and good practice examples of NBS projects implemented in EU cities (Sustainable Use of Land and Nature-Based Solutions Partnership Action Plan, 2018).

As it has been already mentioned, current partnerships of the Urban Agenda are finishing their work (apart from no. 2). Therefore, there is a need to ensure a coherent framework for the future urban development (as it was defined in the Bucharest Declaration - it is necessary to define the future of the Urban Agenda

and its relations to the new Leipzig Charter. Assessment results from EUKN and EC are at hand, and they can be a valuable resource of information and a starting point for drafting a new urban agenda. The European Commission identified the following key strengths and achievements of the Urban Agenda. Multi-level cooperation is seen as relevant and as qualified success. Also, stakeholders willing to invest in UAEU see it as a long-term project. The partnerships and action plans were set up in a relatively short time frame, the topics are relevant and plenty of Actions are progressing, while the UAEU has become a common framework for the EU urban policy. However, the Commission has also identified some shortcomings, such as the uncertainty of implementation of actions, heavy reliance / burden on active, engaged members with subject matter expertise, lack of involvement of some member states, certain DGs (other than REGIO) and some other stakeholders (because they perceive less benefits). Also, the guidance for the thematic partnerships and UAEU governance is widely seen as quite ineffective. There is a perceived lack of resources and a need for better cooperation across thematic partnerships and for integration in overall EU policy framework (European Commission, 2019).<sup>4</sup>

With these assessments at hand, we have an opportunity to improve all the identified shortcomings, and to build on good experiences. It is also important to note that the funding for the future UAEU is being prepared and there have been positive signals from the incoming new Commission regarding the new Cohesion Policy. Also, the setting for the necessary agreement on guidelines for the future UAEU is available: the German Presidency of the Council of the EU is planning to organise an informal Ministerial Meeting in Leipzig in late 2020. Therefore, a final draft of the new Urban Agenda

should be prepared by the time this meeting takes place. Furthermore, there is a need for process coordination of the Urban Agenda and the new Leipzig Charter. The new Leipzig Charter is currently being drafted, and its draft as well as the Implementation document for the new Leipzig Charter, have taken into consideration the conclusions of the assessment studies and the importance of continuing the work of the Urban Agenda for the EU. Therefore, it is expected that Urban Agenda partnerships will continue to be important aspects of urban development in the EU, including the continuation of work on the topics of NBS and GI. This presents opportunities for local, regional, and national authorities and organizations across the EU to join the partnerships and to contribute to the development of GI in urban areas.

## 5.2. The New Leipzig Charter

In 2007, the European Ministers for Urban Development and Regional Planning adopted the Leipzig Charter on Sustainable European Cities. The aim of the Leipzig Charter 2007 was to establish a city-wide Integrated Urban Development in order to strengthen and further develop European cities. Today, cities deal with new challenges that arose in the last 13 years, that is – since the adoption of the Leipzig Charter. German Presidency of the Council of the EU is preparing a new Leipzig Charter, where these new challenges will be recognized, and new guidelines and goals will be defined in order to continue the strengthening of the European cities.

The new Leipzig Charter is relevant not only from the aspect of its relation to the Urban Agenda for the EU, but also from the aspect of emphasizing the importance of further development of GI in urban areas across Europe. Draft of the new Leipzig Charter highlights “the green city” as one of the three dimensions of

<sup>4</sup> Assessment study of the Urban Agenda for the European Union is available at: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/assess\\_uaeu\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/assess_uaeu_en.pdf)

transformative power of European cities. It is stated that “the transformative power of cities contributes to combatting global warming and to high environmental quality for air, water, soil and land use. The development of high-quality urban environments for all includes adequate access to green and recreational spaces” (The New Leipzig Charter draft, 2020). Furthermore, the document states that well-managed and connected green and blue areas are a precondition for healthy living environments, adapting to climate change and preserving biodiversity in cities. The importance of the quality of public spaces including green and blue infrastructure as well as the preservation and revitalisation of built cultural heritage, is strongly emphasized. Additionally, the new Leipzig Charter identifies that cities need the steerability and shaping of infrastructure, including, among other, green, and blue infrastructure. GI is also emphasized in the context of wider urban regions – that is – core cities and their connection with surrounding suburban and rural areas.

Finally, when considering land use planning and land policies, one of the key elements to ensure resilient and long-term development is land-use favouring green and blue infrastructure, which will increase urban biodiversity and enable climate-neutral and environmentally sound urban development. Based on the abovementioned, it can be concluded that within the discussion on urban matters, GI is extremely important. This is largely due to the multifunctionality of GI and its numerous benefits that contribute to achieving a wide array of development objectives. It is clear that GI in urban areas is strongly supported through various documents and initiatives at the EU level, which indicates that the support when deciding to implement GI will be easier to gain.

### 5.3. Territorial Agenda 2030

The Territorial Agenda 2030 (TA2030) is a document which represents a continuation of work of Territorial Agenda 2011 on the topics of te-

rritorial development across the Europe. TA2030 is currently being drafted, however, due to a significant emphasis on GI and other aspects that can be achieved through GI development, the importance of TA2030 should be noted in the context of this paper. Furthermore, emphasizing the GI within the TA2030 provides a certain degree of support to stakeholders wishing to develop GI with the goals of contributing to territorial development.

To begin with, it should be mentioned that one of the two objectives of TA2030 is “Green Europe”, and the other “Just Europe”. From the very start, territorial development based on green and sustainable solutions has been promoted within TA2030. Within the objective of Green Europe three priorities have been defined: healthy environment, circular economy, and sustainable connections. Although solutions related to GI can be recognized within most of the priorities, they are explicitly mentioned within the priority of “Healthy environment”. Within this priority, it is stated that TA2030 supports the development of nature-based solutions and green and blue infrastructure networks that link ecosystems and protected areas in spatial planning, land management and other policies (Territorial Agenda 2030 draft, 2020). Document also proposes possible mitigating and adaptive actions related to climate change, which include sustainable land-use, open and public green spaces, restoration of degraded land and coast, combatting deforestation, preserving oceans and water bodies, preventing urban sprawl and urban heat islands, implementing green infrastructure, improving air quality, no net land-take by 2050, strengthening the delivery of ecosystem services, and improving the integration of terrestrial and maritime spatial planning. From the previously mentioned it can be concluded that GI, while also being explicitly encouraged, is a tool that can contribute to achieving numerous other goals that are being mentioned (e.g. Improving air quality, strengthening the delivery of ecosystem ser-

vices etc). More information on TA2030 is available at <https://www.territorialagenda.eu/home.html>.

Although it is not yet in its final form, TA2030 strongly promotes the development of GI and related concepts. GI within TA2030 will have a significant impact on overall GI development across the EU, as Member States align their policies related to spatial planning and territorial development with EU level documents such as TA2030. This will strongly contribute to sustainable development based on GI and all the benefits it provides.

## 6. Financing Opportunities for the Implementation of Green infrastructure and NBS Projects

Financing opportunities for project implementation are often the most important aspect of their preparation and implementation decision. For the project to be realized in accordance with the planned design and plan, it is necessary to provide sufficient financial resources. Speaking of the NBS, it is important to point out that NBS solutions in cities are rarely implemented through stand-alone NBS projects but are more often parts of larger projects or investment programs aimed at urban renewal. For example, NBS solutions can be applied in the implementation of various types of infrastructure projects, such as revitalization of brownfield areas, improvement of transport infrastructure, landscaping, development of residential or economic zones, and the like. It is therefore important to keep in mind the importance of broad thinking when it comes to the possibilities of financing the NBS, given that they can be financed within a wide range of projects of different types. Therefore, it is extremely important to strengthen the visibility of the NBS within larger urban projects that improve various aspects of the city.

As part of a survey conducted during the implementation of the Urban Agenda for the EU action aimed at developing a guide for NBS funding, respondents (representatives of cities

across the EU) listed the financial instruments through which they financed the implementation of NBS projects. Respondents mostly highlighted the European Structural and Investment Funds (ESIF) - primarily the European Regional Development Fund and the Cohesion Fund. This was followed by own budget/funds, EES Grants, state and regional subsidies, Horizon 2020, support from private investors and funds raised through donations. It is noticeable that EU funds and related investment programs are of exceptional importance.

The analysis of existing financial instruments and mechanisms shows how NBS projects can be financed from a large number of sources, whether it is NBS financing through the implementation of an independent NBS project or as financing NBS as one element of a larger and more comprehensive infrastructure project. In accordance with the stated complexity, the structure of financial instruments and potential financing mechanisms of NBS projects is presented below, presented according to the basic characteristics, the model of functioning and the goals to be achieved by their application.

The models that can be used to finance NBS projects in cities are divided into the following types:

- Instruments and mechanisms to increase public budget funds available for investment
  - Instruments within this model are related to measures aimed at increasing a city's revenue (e.g. land value tax, tax increment financing, strategic land asset management etc.), city receiving external funding (e.g. ESIF, EU programs such as Connecting Europe Facility, Horizon 2020, Interreg etc.), and city receiving external finance (e.g. European fund for strategic investments, EIB loans, Natural Capital Financing Facility etc.).
- Instruments and mechanisms that reduce the cost of investment from the public



budget by involving private sector developers

- Instruments within this model refer to the risk and benefit sharing between a city and a private developer (eg. public-private partnership), actions of city reducing the private developer's cost of financing (loan guarantees or tax incentives), and actions where city increases the private developer's cash-flow (e.g. development fee waiver, reduction or refund, subsidies and grants etc.).
- Alternative financing models developed outside the traditional (classical) financing system
  - Alternative financing models include those mechanisms and financial instruments that have emerged relatively recently as options that have not traditionally been encountered within the financial system. These models represent additional and innovative financing options for NBS projects for city authorities and other investors (e.g. blended finance, citizen cooperatives, crowdfunding, energy performance contracting, on-bill financing, etc.).
- It is important to emphasize the importance and availability of financial instruments that support the use of often necessary technical assistance in the development and preparation of the projects themselves. Some of the instruments that provide technical assistance are European Energy Efficiency Fund (EEEF), European Local Energy Assistance (ELENA), HORIZON 2020 project development assistance, etc.

Given the large number of different instruments and models of NBS financing, a database containing a list and description of all possible NBS financing options currently does not exist. As mentioned earlier, a similar guide is presently being developed as part of the SUL

NBS partnership. However, more detailed information on a large number of the mentioned instruments can be found at <https://www.covenantofmayors.eu/support/funding.html>.

Despite a large number of financing instruments available for NBS projects, it is important to point out that there is no single combination of instruments that would suit all types and models of NBS implementation, especially if we look at the broad level of the EU and its many member states. The use of individual financial instruments, or a combination of them, needs to be defined at the level of individual projects, given their nature, complexity, investors, strength of the public budget, availability of various funds, additional sources of funding and other characteristics.

## 7. Guidelines on Enhancing Green infrastructure

Encouraging the further development of green infrastructure and the NBS as an umbrella concept that combines a number of approaches involving the application of nature-based solutions is extremely important for achieving several goals defined at EU and global level. Given that green infrastructure is most often developed in the context of its importance at the local or regional level, it is necessary to encourage the action of stakeholders from these levels to improve the development of green infrastructure. On the other hand, at the national level it is necessary to create favourable preconditions and a framework that enables the development of green infrastructure, i.e. the implementation of projects related to its development.

At the national scale it is important to integrate GI across policy areas, which means including GI into strategic documents, policies, and legislation. Furthermore, and related to the previous point, it is important to develop national action plans on GI development to facilitate the implementation of the EU Strategy on Green Infrastructure in the national context. ESPON

(2020) states the importance of increasing awareness about GI in the national context, as well as ensuring the availability of data related to GI and spatial planning, but also to provide training on economic evaluation of GI development. When considering lower territorial levels, such as the one of regions, here it is important to take into account synergies and trade-offs between ecosystem services. This should be done to evaluate all the positive and negative impacts that certain types of GI can have in a wider area, and to use that information to make a proper decision. At regional scale, ESPON (2020) also recommends planning for GI implementation in adaptive cycles.

When considering the implementation of GI on a local scale, it is important to adopt a GI approach in planning, which means integration of different sector policies and different levels of governance in the planning process. When considering GI implementation, it is necessary to identify existing assets and opportunities, but also to identify benefits that a certain type of GI can have on a wider area. Planners and decision-makers should identify and quantify the main benefits and challenges of implementing GI for strategic planning and development, regardless of the scale of governance. When considering funding of GI projects, they should be a sustainable investment opportunity as part of the EU's integration of sustainability into financial policy frameworks while accounting for social, environmental and governance considerations (ESPON, 2020).

As the GI is a part of a broader concept of NBS, it is useful to present the recommendations on enhancing the NBS development in order to contribute to the intensification of the implementation of the NBS and green infrastructure. It is therefore important to improve the existing knowledge base, especially regarding the benefits of the NBS. Evidence of the long-term benefits and cost-effectiveness of NBS projects helps decision-makers to choose this approach, as opposed to traditional "grey" solutions. One of the priorities in encouraging the

implementation of the NBS in cities across Europe (and the world) is the development of a common single framework for monitoring the implementation and evaluation of the benefits of the NBS. There is a need to develop a range of indicators that will cover the overall broad picture of the benefits arising from the application of the NBS. Furthermore, it is necessary to strengthen cooperation and interaction between different disciplines and to adopt a participatory approach in the development of the NBS and green infrastructure. There is a multitude of views and systems of knowledge relating to the interactions between man and nature, which are central to the NBS. Taking them into account when developing and evaluating the NBS is crucial and requires a multidisciplinary approach as well as mutual cooperation of different actors.

Since the costs of individual NBS projects and solutions can be extremely high, it is necessary to develop products and solutions that are easy to replicate and apply. If the technical performance of the NBS solution, taking into account the overall costs that occur throughout the project life cycle (installation, operation, maintenance costs), would prove competitive in the market, it would support the selection of NBS solutions compared to traditional "grey" solutions.

Dissemination of knowledge is a crucial factor for the establishment and wider application of each new concept. In other words, it is very important to inform not only all potential stakeholders important for the implementation of the NBS, but also the overall public in order to consolidate this type of solution as a common and popular practice compared to other typical and existing practices. Networking can also be crucial for the purpose of disseminating knowledge about the NBS, in particular, participation in networks, associations, and other organizations, which are related to the development and dissemination of knowledge about the NBS, can be extremely important. In addition, it is important to work continuously on the

development of new financial and business models related to the financing and maintenance of NBS projects.

Policies at different levels and between different sectors are often very fragmented. Harmonization of legislation at international, national, regional, and local levels is crucial to ensure and encourage the implementation of the NBS, but also to encourage sustainable urban development in general. It is necessary to revise the development policies at the local level and clearly direct them towards achieving the goals related to the NBS. It is also important to point out that there are conflicts and inconsistencies in regulations at different levels, especially the EU and the national levels of the Member States, and they need to be harmonized. For example, directives should be clearly systematized and should form a cohesive legislative framework. Furthermore, they should be accepted and further elaborated (specified) at the national, regional, and local levels, taking into account specific development needs and potentials. The NBS presents multidimensional projects and solutions for the preparation, implementation, and management regarding which traditional management models and systems are often insufficient. In order to

properly prepare and implement NBS projects, it is necessary to explore innovative management systems, compatible with the characteristics of the NBS as solutions that often require a multi-sectoral approach, understanding the time aspect of implementation and the benefits of NBS, numerous financing options and the like. This requires an assessment of the effectiveness of existing policies while supporting cross-sectoral approaches and cooperation between different levels of government (Somarakis *et al*, 2019).

Given the numerous and wide benefits provided by the NBS and the GI, it is necessary to continuously work in accordance with the above-stated recommendations and guidelines in order to contribute to sustainable development at all levels, from local to European. The EU has recognized the importance of these concepts and is continuously adapting and shaping funding policies and development frameworks in a way that encourages and facilitates the implementation of GI. Numerous documents and programs that exist or are currently being drafted emphasize the importance of GI, which opens up numerous opportunities for its development at the EU level.

## 8. References

- Eisenberg, B. & Polcher, V. 2019. Nature Based Solutions – Technical Handbook, Stuttgart, Germany, European Union.
- ESPON. 2019. GRETA - "Green infrastructure: Enhancing biodiversity and ecosystem services for territorial development", Luxembourg, European Union.
- ESPON. 2020. Green infrastructure in urban areas – Policy Brief.
- European Commission. 2013. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital, Brussels, Belgium, European Union.
- European Commission. 2015. Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities – Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on "Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities"
- European Commission. 2018. Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the European Regional Development Fund and on the Cohesion Fund, Strasbourg, France, European Union.
- European Commission. 2019. Assessment Study of the Urban Agenda for the European Union (UAEU), Brussels, Belgium, European Union.
- European Commission. 2019. The European Green Deal, Brussels, Belgium, European Union.
- European Commission. 2020. Biodiversity and Nature-based Solutions: Analysis of EU-funded projects, Luxembourg, European Union.
- European Commission. 2020. EU Biodiversity Strategy for 2030 – Bringing nature back

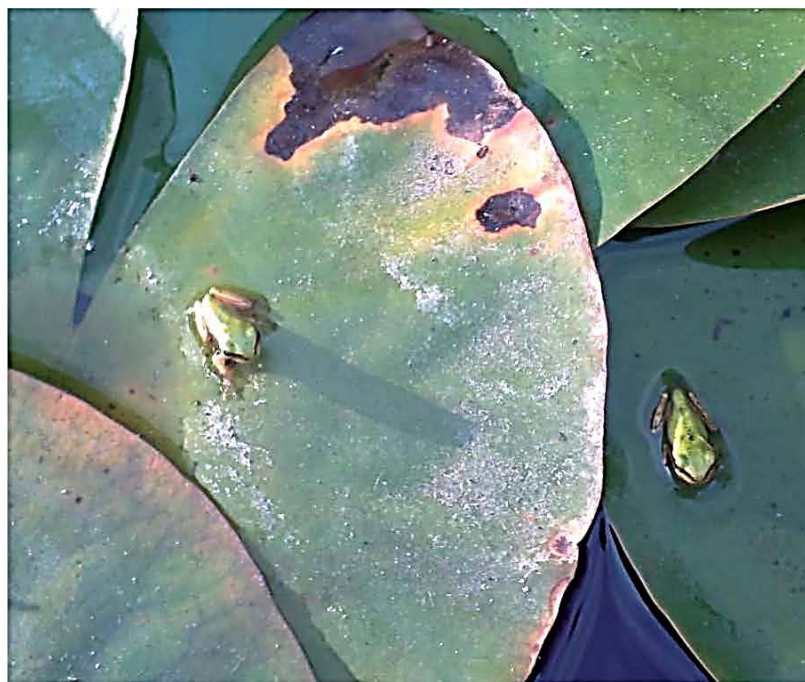
- into our lives, Brussels, Belgium, European Union.
- Kim, D. & Song, S. K. 2019. The Multifunctional Benefits of Green Infrastructure in Community Development: An Analytical Review Based on 447 Cases, *Sustainability* 11
- Pact of Amsterdam – Urban Agenda for the EU. 2016. Informal Meeting of EU Ministers Responsible for Urban Matters, Amsterdam, Netherlands, European Union.
- Somarakis, G.; Stagakis, S. & Chrysoulakis, N. 2019. ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook.
- Sustainable Use of Land and Nature-Based Solutions Partnership Action Plan. 2018.
- Territorial Agenda 2030 (draft). 2020.
- The New Leipzig Charter: The transformative power of cities for the common good (draft), 2020.
- United Nations. 2019. World Urbanization Prospects – The 2018 Revision, New York, United States

**5. Managing parks, gardens and other green spaces with sustainability and efficiency criteria, fostering biodiversity**

Reducing demand for water in green areas by using groundwater resources, undertaking comprehensive pest and disease control actions, using the most suitable soils, making use of plant remains and ultimately implementing management and maintenance procedures tailored to each type of vegetation... All these actions should allow city residents to enjoy a first-class urban natural heritage. Resource efficiency and optimisation are two pivotal concepts when it comes to implementing a sustainable urban greenery management model. The following actions are envisaged:

- 5.1 To improve the management of green spaces and street trees.
- 5.2 To prepare park dossiers.
- 5.3 To develop a park and garden rehabilitation programme following rationalisation criteria.
- 5.4 To optimise irrigation carried out in green areas.
- 5.5 To implement a biodiversity-friendly pest, disease and weed management programme.
- 5.6 To replace high water consumption lawns with warm climate cespitosa plants and carpeting plants.
- 5.7 To develop a protocol of action for greenery management in the event of weather-related incidents.

Galanthus



Jardins de Mossèn Cinto Verdaguer

Barcelona green infrastructure and biodiversity plan 2020  
[https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Barcelona\\_a%20green%20infrastructure%20and%20biodiversity%20plan%202020.pdf](https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/Barcelona_a%20green%20infrastructure%20and%20biodiversity%20plan%202020.pdf)



## LA ESTRATEGIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA VERDE Y DE LA CONECTIVIDAD Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICAS

María Pita Fernández<sup>1</sup>

### RESUMEN

A pesar de los avances conseguidos gracias a los Convenios, Estrategias y Planes en materia medio ambiental a nivel internacional, actualmente aún persiste una tendencia de degradación de los ecosistemas y sus servicios, y la propia Comisión Europea, en la reciente Estrategia Europea de Biodiversidad a 2030, reconoce que es preciso desarrollar y aplicar marcos nacionales y regionales que promuevan, entre otras medidas, la restauración y la infraestructura verde como herramientas fundamentales del cambio necesario. España ha incluido estos objetivos a nivel legislativo en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad y sus sucesivas modificaciones, y el pasado octubre el Consejo de Ministros dio visto bueno a la aprobación de la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, un marco estratégico que busca consolidar en España una infraestructura verde que garantice la conservación de la biodiversidad, la reducción de la fragmentación de hábitats y ecosistemas, la mejora de la conectividad ecológica del territorio y la provisión de servicios de los ecosistemas clave para el bienestar humano y la resiliencia frente al cambio climático. En este artículo se resumen los pasos llevados a cabo por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD) en pos de una infraestructura verde en España.

**Palabras clave:** conectividad, restauración ecológica, servicios de los ecosistemas

### SUMARIO

1. El contexto de la infraestructura verde. 2. La Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. 3. Conceptos importantes y metas de la estrategia nacional. 4. Próximos pasos. 5. Conclusiones.

#### 1. El contexto de la infraestructura verde

La actual política ambiental de la Unión Europea (UE) se basa en una serie de estrategias y programas con un marco común, en línea con los principales convenios internacionales en materia de medio ambiente. Desde el VII Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente "Vivir bien respetando los límites de nuestro planeta", que mantiene la consonancia con las metas de Aichi (2011-2020) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030) de la ONU, hasta la 'Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos' o el 'Plan de Acción de Medio Ambiente en pro de la naturaleza, las personas y la economía' de la Unión Europea, incluyen entre sus principales objetivos la conservación de la biodiversidad, en base a una reconocida tendencia de degradación de los ecosistemas y sus servicios, acompañada con una disminución

alarmante de la biodiversidad a nivel mundial. Ante esta situación, nace el Pacto Verde Europeo, como una hoja de ruta con acciones para impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, así como para restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación, contribuyendo con ello a paliar los efectos del cambio climático.

Concretamente, la Estrategia Europea de Biodiversidad a 2030 (en línea con el Plan Estratégico para la Biodiversidad 2011-2020 del Convenio de Diversidad Biológica de la ONU) cuenta entre sus objetivos el "Mantenimiento y mejora de ecosistemas y servicios ecosistémicos no más tarde de 2020 mediante la creación de una infraestructura verde y la restauración de al menos el 15% de los ecosistemas degradados". Esto implica, entre otras consideraciones, que los Estados miembros de la UE debían cartografiar y evaluar el estado de los ecosistemas y sus servicios en sus respectivos

<sup>1</sup> MITECO. Subdirección Gral. de Biodiversidad Terrestre y Marina

territorios, calcular el valor económico de dichos servicios y promover la integración de ese valor en los sistemas de contabilidad e información a nivel nacional y europeo. Igualmente esta Estrategia apunta a los enfoques sobre la mitigación y adaptación al cambio climático basados en los ecosistemas como alternativas rentables a las soluciones tecnológicas, brindando a la vez numerosas ventajas que van más allá de la conservación de la biodiversidad.

La reciente Estrategia europea de Biodiversidad a 2030, reconoce nuevamente el desarrollo de la infraestructura verde como una de sus herramientas principales para mitigar el impacto de los desastres naturales, aumentar la conectividad ecológica y desarrollar métodos, criterios y estándares para describir los elementos esenciales de la biodiversidad, sus servicios, valores y usos sostenibles. La ambición global es que todos los ecosistemas sean resilientes y estén adecuadamente restaurados y protegidos para 2050. De hecho, una de las apuestas más ambiciosas de la UE en esta Estrategia a 2030 es el Plan de Restauración de la Naturaleza, que incluye entre sus objetivos reverdecer las áreas urbanas y periurbanas, que se han revelado durante la pandemia del COVID-19 como fundamentales para el bienestar físico y mental de la población. Para todo ello, la Estrategia de la UE especifica que las prioridades de inversión deberán ir dirigidas a la Red Natura 2000 y a la infraestructura verde, concretamente un mínimo de 20 mil millones €/año deberían ser consignados para este propósito en la UE. Igualmente, un 25% del presupuesto dedicado a la acción climática deberá ser invertido en la restauración de la biodiversidad y soluciones basadas en la naturaleza.

La infraestructura verde viene a aunar estos diversos objetivos de conservación de la naturaleza, para asegurar la calidad de vida de la sociedad en el futuro. El concepto no es nuevo, ya hay terminología que guarda relación con la infraestructura verde en los años 70 y 80 en Europa Central y del Este, y surge con fuerza en EEUU en la década de los 90, para tratar de

poner en relieve en el ámbito de la ordenación territorial que los componentes naturales del paisaje son igual, si no más importantes, que el resto de usos a ordenar (Firehock, K. A. 2010). Es precisamente en el ámbito del urbanismo y la planificación urbana en EEUU donde surge el término de infraestructura verde para el reverdecimiento de las ciudades. Con esta idea de fondo, el concepto ha ido evolucionando hasta nuestros días, estando asociado con otros muchos, como las soluciones basadas en la naturaleza, la conectividad ecológica, el cambio climático, la ordenación territorial, la restauración ecológica, etc., sirviendo especialmente para la integración de la biodiversidad en la planificación territorial de las distintas políticas sectoriales.

El Grupo de Trabajo de la Unión Europea sobre infraestructura verde ha concluido que entre los objetivos de la infraestructura verde se encuentran (EU Working Group on GI, 2011):

- Fomentar, conservar y restaurar la biodiversidad mediante el aumento de la conectividad espacial y funcional entre ecosistemas.
- Fortalecer y restaurar la funcionalidad de los ecosistemas para asegurar la provisión de sus servicios.
- Reconocer el valor económico de los servicios de los ecosistemas.
- La mitigación y adaptación al cambio climático.
- Aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad a los desastres naturales como inundaciones, sequías, erosión costera, incendios forestales, coladas y avalanchas, así como el efecto urbano de isla de calor.
- Contribuir a la una vida saludable.

La importancia de la infraestructura verde radica en ser una herramienta que aporta beneficios ecológicos, económicos y sociales mediante soluciones naturales, y puede ayudar a comprender el valor de los beneficios que la naturaleza proporciona a la sociedad humana y a movilizar inversiones para sostenerlos y reforzarlos; asimismo contribuye a evitar la dependencia de infraestructuras artificiales cuya

construcción es costosa, y puede contribuir de manera significativa a la aplicación efectiva de todas las políticas cuando algunos o todos los objetivos deseados pueden conseguirse, parcial o totalmente, mediante soluciones basadas en la naturaleza. Es fundamentalmente una herramienta de ordenación territorial, ya que a la hora de establecer o modificar usos del suelo, es necesario tener en cuenta múltiples factores, incluyendo los naturales, pero no sólo en términos de especies o espacios protegidos, sino en términos de ecosistemas, de funcionalidad, de servicios y de conectividad ecológica.

En España tenemos una superficie protegida del 33,64% terrestre y del 12,29% marino, sin embargo, corremos el riesgo de que estas áreas se conviertan con el tiempo en islas de conservación. No se puede asegurar la conservación de nuestra biodiversidad si no aseguramos el intercambio genético entre poblaciones o la dispersión en busca de mejores condiciones climáticas, por ejemplo, condiciones sin las cuales estamos condenando la supervivencia a largo plazo de las especies. La infraestructura verde es una herramienta que proporciona criterios objetivos para determinar la necesidad de conservar o restaurar en términos de ecosistemas funcionales y conectados.

## **2. La Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas**

Según la Comunicación de la Comisión Europea Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa (2013), la infraestructura verde se concibe como una red ecológicamente coherente y estratégicamente planificada compuesta por un conjunto de áreas naturales y semi-naturales, elementos y espacios verdes rurales y urbanos, y áreas terrestres, dulceacuícolas, costeras y marinas, que en conjunto mejoran el estado de conservación y conectividad de los ecosistemas y con ello su resiliencia, contribuyen a la conservación de la biodiversidad y benefician a las poblaciones humanas mediante el mantenimiento y mejora de

las funciones que generan los servicios de los ecosistemas (Naumann S. et al, 2011).

Tiene por tanto un marcado carácter multiescalar, ya que combina elementos a escala continental, como grandes corredores transnacionales, hasta elementos de reducidas dimensiones a escala local. Es necesario por tanto la búsqueda de una articulación entre los diferentes actores y niveles de competencias que se superponen en el territorio (Figura 1).

Para dar respuesta a esta Comunicación de la Comisión Europea, en España la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, introduce un nuevo artículo (art. 15) en su modificación por la Ley 33/2015, de 21 de septiembre, donde se indica que "...el Ministerio [para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico], con la colaboración de las comunidades autónomas a través de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y de otros ministerios implicados, elaborará, en un plazo máximo de tres años a contar desde la entrada en vigor de la presente ley, una Estrategia estatal<sup>2</sup> de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas", que "tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones Públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas". Además, en el punto 4 de dicho artículo 15 se especifica que, basándose en las directrices de la Estrategia estatal, las comunidades autónomas desarrollarán, en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal, sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la estatal.

Para dar cumplimiento a este mandato, en 2015 el Ministerio encomendó al CSIC la elaboración de unas 'Bases científico-técnicas de la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y Conectividad y Restauración Ecológicas'. Estas

<sup>2</sup> Inicialmente se denominó Estrategia Estatal. La aprobación de la misma conllevó el cambio a Estrategia Nacional

bases fueron elaboradas con la colaboración de más de 150 expertos en distintas disciplinas, por lo que se cuenta con una base científica

sólida para comenzar nuestra andadura hacia la consolidación de una infraestructura verde en España.

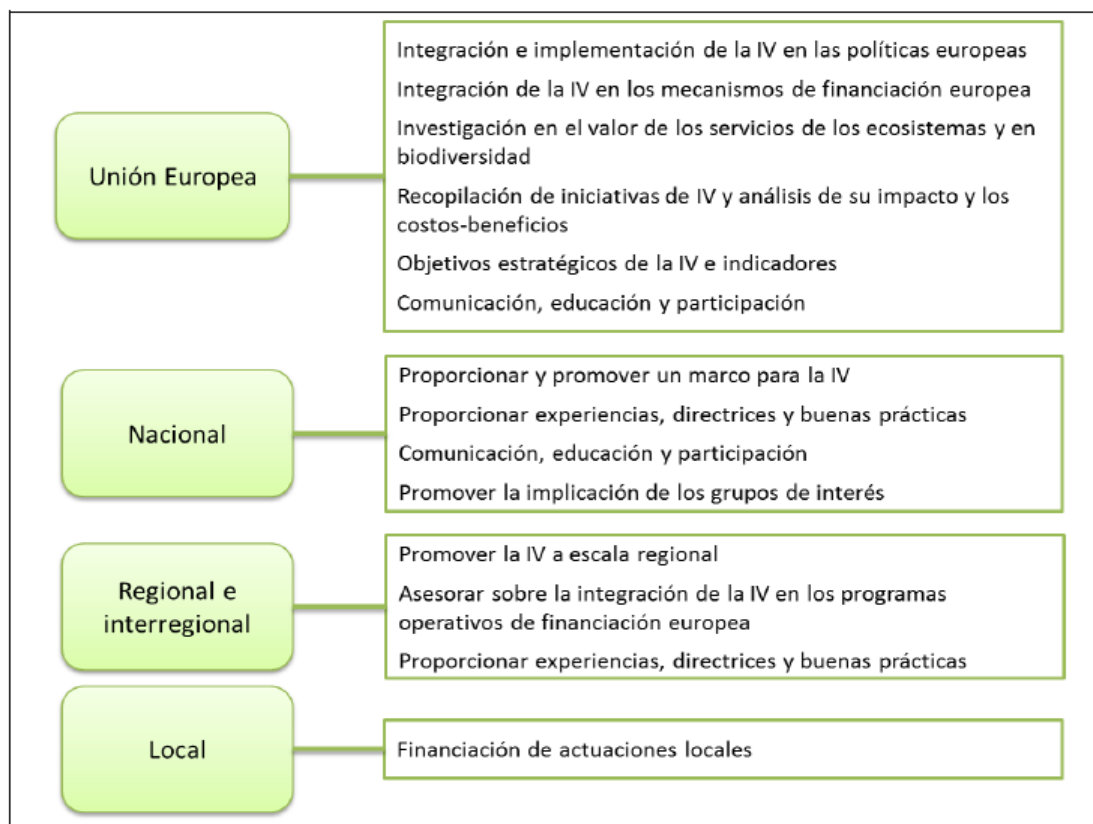


Figura 1: Acciones de la UE en materia de infraestructura verde en diferentes niveles competenciales. Adaptado de la Agencia Europea de Medio Ambiente (2011).

Posteriormente, se creó en el seno del Comité de Espacios Naturales Protegidos, de la Comisión Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, un Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde, con la participación del Ministerio, las comunidades autónomas, las ciudades de Ceuta y Melilla y la Federación Española de Municipios y Provincias. La función principal de este grupo de trabajo fue la de elaborar la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas (IVCRE) con el consenso generalizado entre las distintas administraciones. Igualmente necesaria fue la participación desde distintas áreas de la Administración General del Estado, debido al carácter multisectorial, multifuncional y multiescalar de la Estrategia estatal, para desarrollarla de manera coherente en los distintos sectores y ámbitos territoriales.

Una vez consensuado el borrador de la Estrategia estatal, el proceso para su aprobación comenzó, tal y como indica el citado art. 15, con la revisión del borrador por la Comisión Estatal de Patrimonio Natural y Biodiversidad, y fue sometido a informe del Consejo Estatal para el Patrimonio Natural y la Biodiversidad, así como a consulta e información pública. El borrador final, tras las diferentes aportaciones y mejoras integradas durante el proceso, se aprobó en Septiembre de 2019 por Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, órgano consultivo y de colaboración entre la Administración General del Estado y las administraciones de las Comunidades Autónomas para la coordinación de sus políticas y actuaciones medioambientales, presidido por la Ministra de Transición Ecológica y Reto Demográfico.



Tras el visto bueno dado por el Consejo de Ministros el 27 de octubre de 2020, la aprobación definitiva se producirá con la publicación en el BOE.

### 3. Conceptos importantes y metas de la estrategia estatal

La finalidad última de la estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas es “identificar, desarrollar, mantener y reforzar una infraestructura verde para el territorio español a través de la definición de unos objetivos específicos y un conjunto de orientaciones que, apoyadas en un diagnóstico general de la realidad territorial y medioambiental, impulsen su establecimiento y sirvan de referencia para la elaboración de las correspondientes estrategias autonómicas de infraestructura verde. Para alcanzar este objetivo, la Estrategia establece criterios comunes para la identificación, conservación y restauración de la infraestructura verde en todas las comunidades autónomas”.

La estrategia nacional considera las diferentes escalas espaciales. Concretamente, en los procesos metodológicos para la identificación e implementación de la infraestructura verde se han seguido los preceptos de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2014), que propone un acercamiento en dos escalas diferentes para la identificación de los elementos de la infraestructura verde, dependiendo de los objetivos que se persigan:

- Análisis a nivel de paisaje (resolución de 1 km): se identifican y cartografían elementos de la infraestructura verde o funciones y servicios de los ecosistemas.
- Análisis a escala local (recomendada <100 m): se identifica la infraestructura verde de carácter urbano como parques y zonas verdes, entre otros.

En cuanto a su contenido, la Estrategia Estatal consta de un diagnóstico, a partir del cual se articulan su finalidad, y objetivos generales, que se desarrollan en forma de metas estratégicas, y éstas a su vez en diversas líneas de actuación, siguiendo el marco lógico de la planificación. Este esquema general será la base sobre la que se elaborarán las distintas estrategias autonómicas, añadiendo para cada línea de actuación unas acciones específicas que cada administración deberá aportar para la consecución de sus objetivos.

Sus objetivos generales son cuatro:

- Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la biodiversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.
- Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la infraestructura verde.
- Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la infraestructura verde en los distintos niveles de la planificación territorial.
- Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la infraestructura verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.

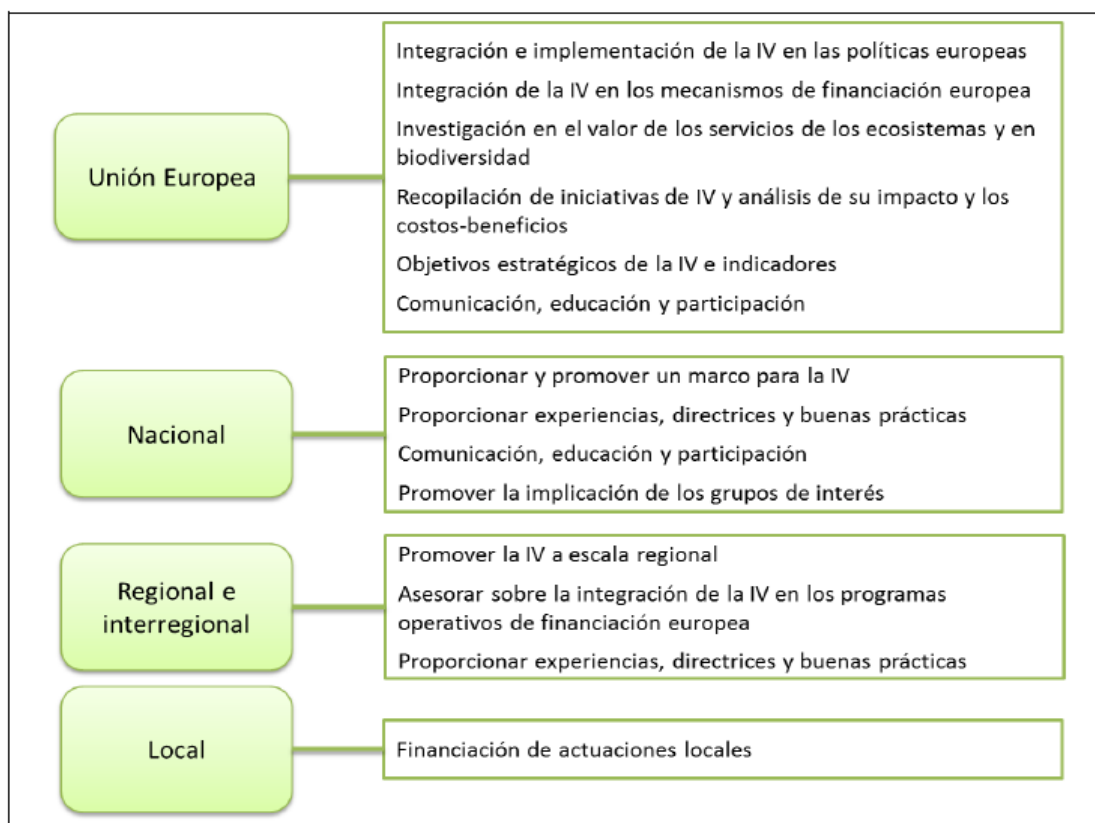


Figura 2: Esquema del Planteamiento Estratégico de la Estrategia nacional de IVCRE

Estos objetivos se dividen en 8 metas estratégicas que se complementan para conseguir el desarrollo de la infraestructura verde.

Cada una de estas metas obedece a unos objetivos concretos que las líneas de actuación van disgregando y concretando para poder abordarlos de forma sistemática. Este marco estratégico que supone la Estrategia estatal de IVCRE se desarrollará en documentos de gestión donde finalmente se incluyan las acciones concretas a llevar a cabo para cada línea de actuación (ver Figura 2). Cabe destacar que una de las problemáticas más comúnmente identificada en el diagnóstico ha sido la falta de conocimiento en muchos de los aspectos que rodean a los servicios de los ecosistemas, la conectividad o la restauración ecológica, entre otros, por lo que un objetivo común a casi todas las metas es, consecuentemente, la mejora del conocimiento. Las metas son las siguientes (ver Tabla 1):

- META 0. Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la infraestructura verde en España.

Los objetivos de esta meta se centran en armonizar los procesos de identificación, selección y declaración de la infraestructura verde, así como evaluarlos en cuanto a su estado de conservación, su contribución a la conectividad y provisión de servicios de los ecosistemas y sus necesidades de restauración.

- META 1. Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o como consecuencia de la presencia de infraestructuras. Esta meta se centra en mejorar la conectividad, a diferentes escalas, mediante la identificación de corredores ecológicos y áreas críticas encaminadas a asegurar la permeabilidad, coherencia e integración de los ecosistemas y sus especies con el entorno.
- META 2. Restaurar los hábitats y ecosistemas de áreas clave para favorecer la conectividad, la provisión de servicios ecosistémicos o la biodiversidad,

priorizando soluciones basadas en la naturaleza. Para poder abordar este objetivo se deben consensuar metodologías con criterios comunes para el diseño y desarrollo de proyectos de restauración ecológica, incluyendo el ámbito urbano y periurbano, y con especial énfasis en la priorización del empleo de soluciones basadas en la naturaleza.

- META 3. Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos ligados al desarrollo de la infraestructura verde. Esta meta se centra en la necesidad de identificar, cartografiar y valorar adecuadamente los servicios de los ecosistemas, evaluando su estado de conservación, gestionando adecuadamente y, en su caso, restaurando los servicios que se encuentren degradados.
- META 4. Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la infraestructura verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático. Esta meta busca contribuir a la mitigación y la adaptación al cambio climático y la resiliencia de los ecosistemas mediante la conservación y restauración de los elementos que componen la infraestructura verde del territorio.
- META 5. Garantizar la coherencia territorial de la infraestructura verde mediante la definición de un modelo de gobernanza que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas. Para poder asegurar el cumplimiento de las metas anteriores, es necesario establecer una colaboración eficaz entre las Administraciones Públicas a todas las escalas, para una coordinación eficaz en el desarrollo de las Estrategias de Infraestructura Verde en los distintos niveles, asegurando la coherencia territorial a todas las escalas.
- META 6. Incorporar de forma efectiva la infraestructura verde, la mejora de la

conectividad ecológica y las prácticas de restauración ecológica en las políticas sectoriales, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo, y la evaluación ambiental. Además de en las distintas escalas, también se debe garantizar y reforzar el desarrollo e implantación de la infraestructura verde mediante la correcta y completa integración de ésta en los distintos instrumentos estratégicos, de planificación y gestión de las diferentes políticas sectoriales. Se hace especial hincapié en la integración de la infraestructura verde en el planeamiento urbanístico municipal, los procedimientos de evaluación ambiental de planes, programas y proyectos y en el procedimiento de responsabilidad ambiental.

- META 7. Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad en el desarrollo de la infraestructura verde. La última meta se centra en crear y fortalecer de forma continua la información sobre la infraestructura verde, su calidad y el acceso a la misma, para implicar a los distintos agentes sociales relacionados con su desarrollo y conservación, conseguir unos técnicos formados, así como una sociedad informada y concienciada con la infraestructura verde, y conseguir el adecuado consenso social mediante la inclusión de procesos participativos de éxito.
- Obviamente, cuando hablamos de medio ambiente, hablamos de interrelaciones, equilibrios y dependencias, por lo que no podemos parcelar cada elemento individualmente sin pensar que, cualquier acción que conlleve la consecución de una de estas metas, no tendrá ningún efecto en el resto. Por ejemplo, la mejora de la conectividad ecológica (Meta 1) se llevará a cabo en muchas ocasiones gracias a la restauración de ecosistemas (Meta 2), y esa mejora proporcionará

espacios más resilientes a los movimientos de poblaciones de distintas especies debidos a los efectos del cambio climático (Meta 4). Por lo que muchas de las

acciones que se desarrollen dentro de una meta contribuirán al mismo tiempo a la consecución de otras.

Tabla 1. Resumen de los objetivos estratégicos y sus metas relacionadas.

<p><b>FINALIDAD:</b></p> <p>Identificar, desarrollar, mantener y reforzar una infraestructura verde (IV) para el territorio español a través de la definición de unos objetivos específicos y un conjunto de orientaciones que, apoyadas en un diagnóstico general de la realidad territorial y medioambiental, impulsen su establecimiento y sirvan de referencia para la elaboración de las correspondientes estrategias autonómicas de infraestructura verde. Para alcanzar este objetivo, la Estrategia establece criterios comunes para la identificación, conservación y restauración de la infraestructura verde en todas las comunidades autónomas.</p>
<p><b>META 0.</b> Identificar y delimitar espacialmente la red básica, a diferentes escalas, de la infraestructura verde en España.</p>
<p><b>OBJETIVO GENERAL 1:</b> Aplicar herramientas de planificación y gestión territorial diseñadas desde un planteamiento que vincule lógicamente las actuaciones con los resultados esperados de conservación de la diversidad, de mantenimiento y restauración de la conectividad y la funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios.</p>
<p><b>META 1.</b> Reducir los efectos de la fragmentación y de la pérdida de conectividad ecológica ocasionados por cambios en los usos del suelo o por la presencia de infraestructuras.</p>
<p><b>META 2.</b> Restaurar los hábitats y ecosistemas de áreas clave para favorecer la biodiversidad, la conectividad o la provisión de servicios de los ecosistemas, priorizando soluciones basadas en la naturaleza.</p>
<p><b>META 3.</b> Mantener y mejorar la provisión de servicios de los ecosistemas de los elementos de la infraestructura verde.</p>
<p><b>META 4.</b> Mejorar la resiliencia de los elementos vinculados a la infraestructura verde favoreciendo la mitigación y adaptación al cambio climático.</p>
<p><b>OBJETIVO GENERAL 2.</b> Fortalecer la coordinación efectiva entre las distintas Administraciones Públicas y sus respectivos órganos con el fin de implantar con éxito la infraestructura verde.</p>
<p><b>META 5.</b> Garantizar la coherencia territorial de la infraestructura verde mediante la definición de un modelo de gobernanza que asegure la coordinación entre las diferentes escalas administrativas e instituciones implicadas.</p>
<p><b>OBJETIVO GENERAL 3.</b> Maximizar la integración transversal de los conceptos, objetivos y planteamientos de la infraestructura verde en los distintos niveles de la planificación territorial.</p>
<p><b>META 6.</b> Incorporar de forma efectiva la infraestructura verde, la mejora de la conectividad ecológica y la restauración ecológica en las políticas sectoriales, especialmente en cuanto a la ordenación territorial y la ordenación del espacio marítimo, y la evaluación ambiental.</p>
<p><b>OBJETIVO GENERAL 4.</b> Promover la mejora del conocimiento, la investigación y la transferencia de información en el marco de los objetivos de la infraestructura verde, así como la difusión de información a todos los niveles de la sociedad, con el fin de conseguir una adecuada sensibilización acerca de la relevancia de este instrumento de conservación ambiental.</p>
<p><b>META 7.</b> Asegurar la adecuada comunicación, educación y participación de los grupos de interés y la sociedad en el desarrollo de la infraestructura verde.</p>



De hecho, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático serán beneficios derivados del desarrollo de todas las metas de la Estrategia nacional. La infraestructura verde asegura la provisión de servicios de los ecosistemas clave para la adaptación y mitigación del cambio climático, como la captura y almacenamiento de carbono, la regulación del clima y de los flujos hídricos o la purificación del aire y del agua. Proporciona desde soluciones locales, como los sistemas de drenaje urbano sostenible, o la atenuación del efecto "isla de calor" en las ciudades, a medidas a escala de paisaje, como la devolución del espacio fluvial en las llanuras de inundación, lo que permitirá al río recuperar las funciones de regulación de avenidas ante fenómenos climáticos extremos, o la restauración de corredores ecológicos entre zonas de alta biodiversidad, que permita a las especies realizar los desplazamientos necesarios en busca de las condiciones climáticas óptimas para su supervivencia.

Un claro ejemplo de este tipo de sinergias entre la infraestructura verde y las medidas frente al cambio climático lo encontramos en los humedales, un ecosistema seriamente amenazado a pesar de que proporcionan el 40% de los servicios ecosistémicos del planeta. Es bien conocida su gran capacidad como sumideros de carbono, pero además juegan un papel fundamental frente a riesgos

tempestad, reduciendo sus efectos, y los humedales continentales absorben el agua de lluvia, reduciendo las inundaciones y paliando las sequías. Un reciente estudio del Ministerio que analiza 78 proyectos de restauración de humedales en 15 CCAA concluye que se han restaurado en torno al 15% de la estimación de superficie húmeda del territorio nacional en los últimos 20 años (MAPAMA, 2017).

Entre los proyectos de restauración de humedales, podemos citar el del espacio natural de la Junta de los ríos Záncara y Zigüela, sitio RAMSAR "Lagunas de Alcázar de San Juan", restaurado en los últimos años con apoyo del MITERD y del Ayuntamiento de Alcázar de San Juan, donde se ha buscado renaturalizar el área recreando un humedal semipermanente alimentado con las aguas procedentes de la depuradora de Alcázar de San Juan, como una solución basada en la naturaleza para conseguir no sólo la recuperación del humedal, sino también la mejora de la calidad hídrica aguas abajo del mismo, a partir de su paso por una zona remansada, de forma que lleguen con la máxima calidad al cercano Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. Esto a su vez ha favorecido el desarrollo de comunidades biológicas (animales y vegetales) prioritarias, potenciando la recuperación de especies raras y amenazadas presentes en este tipo de ambientes, además de poner en valor los recursos naturales y de la zona para el uso público (ver Figura 3).



Figura 3: Ejemplos de infraestructuras verdes: Izqda, humedal restaurado en Alcázar de San Juan, que funciona como filtro verde de las aguas residuales del municipio, en su paso desde la depuradora hacia el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel. Drcha, zona húmeda en el Parque Nacional de Doñana

#### 4. Próximos pasos

A partir de la próxima publicación en el BOE de la Estrategia nacional de IVCRE, las comunidades autónomas contarán con tres años para elaborar sus respectivas estrategias, tomando como referencia las metas y líneas de actuación de la estatal y añadiendo las acciones que consideren oportunas para su consecución en el ámbito de sus respectivas competencias. La declaración oficial de los elementos de la infraestructura verde por los respectivos órganos competentes irá conformando la infraestructura verde en España, siendo una única red que incluirá elementos de distintas escalas (estatal, regional y local) y distintas administraciones, que a su vez pasará a formar parte de la infraestructura verde europea, según la Comunicación de la Comisión de 2013.

Para completar el desarrollo de la infraestructura verde en nuestro país, desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se trabaja en dos documentos que completarán el marco estratégico. Por un lado, se está concretando el Primer Programa trienal de Trabajo de la Administración General del Estado (AGE) para el desarrollo de la Estrategia nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, en colaboración con otros Ministerios implicados. Se realizarán programas trienales de trabajo donde se concretarán las acciones explícitas responsabilidad de la AGE para cumplir los objetivos de las distintas líneas de actuación de la Estrategia nacional, y por consiguiente, de sus metas estratégicas.



Figura 4: Esquema del desarrollo de la propuesta metodológica para la identificación de la infraestructura verde en España. Guía metodológica para la identificación de la infraestructura verde en España.

Por otro lado, se trabaja también en la Guía metodológica para la identificación de la Infraestructura Verde en España (ver Figura 4), como documento complementario a la estrategia y que guiará a las diferentes administraciones responsables en la identificación de infraestructura verde, en busca de la tan necesaria coherencia territorial. Este documento ha sido elaborado por el MITERD en colaboración con

expertos del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), la Universidad del País Vasco, la Universidad Politécnica de Madrid y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Se ha desarrollado a partir de un análisis bibliográfico de las principales metodologías existentes, tanto a nivel nacional como internacional, para identificar indicadores y metodologías que sirvan para ubicar la infra-

estructura verde en cuanto a la provisión de los servicios de los ecosistemas, las zonas más relevantes en cuanto a biodiversidad, así como las áreas importantes para conseguir la conectividad ecológica del territorio. Las metodologías incluidas en esta guía cumplen dos criterios fundamentales, la sencillez y la disponibilidad de información a nivel estatal para poder desarrollarlas, y tratan de ser una propuesta para un desarrollo coordinado y coherente de la infraestructura verde, independientemente de la administración responsable. El primer borrador de esta Guía fue presentado tanto en el Grupo de Trabajo de Infraestructura Verde como a los distintos departamentos ministeriales, y se ha puesto a su disposición para su revisión y propuesta de mejoras.

Se espera la publicación de ambos documentos una vez se publique la Estrategia nacional de IVCRE en el BOE.

## 5. Conclusiones

La actualidad fuerza cada vez más a la sociedad a fomentar una convivencia responsable y sostenible con la naturaleza, algo que desde los diversos convenios internacionales sobre medio ambiente se lleva solicitando hace décadas. Desde el cambio climático, pandemias y crisis económicas reflejan nuestra relación con el medio ambiente, ya no se trata únicamente de la conservación de la biodiversidad por un deber ético y moral, sino que hace tiempo que hay que apelar al instinto de supervivencia

colectivo, sólo unas políticas decididas y con la implicación de todos los sectores podrán hacer frente a lo que está por llegar.

Thomas Fuller (1.608-1.661) predijo "Nunca sabremos el valor del agua hasta que el pozo esté seco", hoy en día contamos con información suficiente para identificar donde y cómo se producen los servicios de los ecosistemas, la conectividad ecológica o los reservorios de biodiversidad, es el momento entonces de aplicar estas herramientas para tomar las decisiones adecuadas sobre el uso que hacemos del territorio, potenciando los beneficios que nos aporta el medio natural mediante soluciones basadas en la naturaleza y en la restauración ecológica.

La mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático pasan necesariamente por una mayor comprensión de los procesos ecológicos a niveles que trasciendan del ámbito exclusivamente científico, para que la gestión y ordenación del territorio sea más efectiva, económica y justa, tanto a nivel de los gestores y administraciones como de los propios usuarios, es decir, del conjunto de la sociedad. La infraestructura verde se convierte así en una herramienta con un enorme potencial como engranaje entre las zonas protegidas y las más antropizadas, poniendo en valor (ecológico) la matriz territorial, etiquetando algo que siempre ha estado ahí, para poder valorarlo a todos los niveles, gracias a una imprescindible colaboración interadministrativa e intersectorial.

## 6. Referencias

Comunicación de la Comisión "Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural", COM (2011) 244 final, Bruselas, 3.5.2011 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&qid=1458122485036&from=ES>

Comunicación de la Comisión "Hoja de ruta hacia una Europa eficiente en el uso de los recursos", COM (2011) 571 final, Bruselas, 20.9.2011 <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0571&qid=1458120764445&from>

- Comunicación de la Comisión "Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa", COM (2013) 249 final, Bruselas, 6.5.2013 [http://eur-lex.europa.eu/re-source.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/re-source.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b2df.0008.03/DOC_1&format=PDF)
- Communication from the Commission "An Action Plan for nature, people and the economy". COM(2017) 198 final, Brussels, 27.4.2017. [https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/fitness\\_check/action\\_plan/communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/fitness_check/action_plan/communication_en.pdf)
- Comunicación de la Comisión "El Pacto Verde Europeo", COM(2019) 640 final, Bruselas, 11.12.2019 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DCo640&from=EN>
- Communication from the Commission "EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives". COM(2020) 380 final, Brussels, 20.5.2020 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1590574123338&uri=CELEX:52020DCo380>
- Decisión 1386/2013/UE Del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de noviembre de 2013, relativa al Programa General de Acción de la Unión en materia de Medio Ambiente hasta 2020 «Vivir bien, respetando los límites de nuestro planeta». <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32013D1386&from=EN>
- EEA, 2014. Spatial analysis of green infrastructure in Europe. European Environmental Agency. Technical report Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EEA, 2015. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards. European Environmental Agency Technical report. 61pp.
- EU Working Group on Green Infrastructure, 2011. Task 1: Scope and objectives of Green Infrastructure in the EU. Recommendations. Brussels: European Commission, 2011.
- Firehock, K. A. 2010. Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature.
- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad
- Magdaleno Mas, F., Cortés Sánchez, F. M., & Molina Martín, B. 2018. Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Revista Digital Del Cedex, (191), 105-112.
- MAPAMA, 2017. Recopilación e identificación de acciones de restauración ecológica en humedales españoles. Madrid. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. ([https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/proyecto\\_rest\\_humedales\\_completo\\_tcm30-486719.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/proyecto_rest_humedales_completo_tcm30-486719.pdf))
- MITERD, 2020. Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid. Informe inédito.
- MITERD, 2020. Guía metodológica para la identificación de la infraestructura verde en España. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid. Informe inédito.
- Naumann S. et al. 2011. Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final report. Brussels: European Commission.
- Valladares Ros, Fernando, Gil Hernández, Paula M. y Forner Sales, Alicia (Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC): equipo coordinador. 2016. Bases científico-técnicas de la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Madrid: MAPAMA.



## LAS INFRAESTRUCTURAS VERDES METROPOLITANAS: CLAVES, RETOS Y PERSPECTIVAS DE UN INSTRUMENTO ESTRATÉGICO PARA LA SOSTENIBILIDAD URBANA

Santiago Ramos<sup>1</sup> y Jose María Feria<sup>1</sup>

### RESUMEN

La aplicación del concepto de infraestructura verde a escala metropolitana permite la conformación de sistemas de espacios libres de gran diversidad estructural y con un alto grado de multifuncionalidad, capaces de dar respuesta a algunos de los principales retos ambientales de la ciudad contemporánea. El presente trabajo aborda los condicionantes particulares que se derivan de esta escala de intervención, tanto desde el punto de vista teórico como aplicado. Para ello, se aporta una revisión de la experiencia acumulada en materia de ordenación del espacio libre en el contexto de la planificación metropolitana en España. Adicionalmente, se señalan algunos aspectos clave que se derivan del análisis espacial y funcional de diversas áreas metropolitanas. Tres ideas parecen especialmente relevantes a este respecto: el papel multifuncional de la matriz territorial, la importancia de la fragmentación ecológica y la necesidad de adoptar un enfoque multi-escalar de análisis y ordenación.

**Palabras clave:** Infraestructura verde; áreas metropolitanas; ordenación del territorio; espacio libre; servicios ecosistémicos.

### SUMARIO

1. Características y condicionantes de la aplicación del concepto de infraestructura verde a escala metropolitana. 2. La diversidad estructural de la infraestructura verde metropolitana. 2.1. La diversidad estructural de la infraestructura verde metropolitana. 2.2. El carácter multifuncional de la IV metropolitana. 3. La experiencia de planificación del espacio libre a escala metropolitana. 3.1. Diversidad estructural. 3.2. Multifuncionalidad. 3.3. Desarrollo y gestión de las propuestas. 4. Criterios derivados del análisis espacial y funcional de las infraestructuras verdes metropolitanas. 4.1. La multifuncionalidad de la matriz agrícola del territorio metropolitano. 4.2. Análisis de la conectividad y la fragmentación ecológica: el papel de los corredores. 4.3. La multiescalaridad en el análisis y la definición de la infraestructura verde. 5. Conclusiones: retos y perspectivas para la infraestructura verde metropolitana. 6. Referencias.

### 1. Introducción

El concepto de infraestructura verde, entendido como un nuevo enfoque de ordenación de los espacios libres, áreas naturales y zonas de valor ambiental de un territorio, está transformando nuestra forma de analizar, planificar y gestionar los recursos naturales a diferentes escalas. Se trata de un concepto-puente, capaz de integrar diferentes miradas disciplinares y facilitar el trabajo conjunto de expertos en ámbitos como la ecología, el urbanismo o el paisaje sobre una misma realidad territorial. Es también un concepto eminentemente aplicado y estrechamente vinculado a los instrumentos

de ordenación del territorio, que se propone como una herramienta estratégica para el desarrollo sostenible y la cohesión territorial, más allá de la mera conservación de la naturaleza.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA, 2011a) diferencia dos escalas básicas de implementación de la infraestructura verde. La primera de ellas es una escala amplia, regional, nacional o internacional. En este caso, la infraestructura verde se configura como una extensa red de áreas naturales, destinada prioritariamente a la conservación de los ecosistemas más valiosos presentes en un determinado

<sup>1</sup> Universidad Pablo Olavide. Sevilla. Departamento de Geografía, Historia y Filosofía.

ámbito territorial. Tomando como base los principios de la ecología del paisaje, la infraestructura verde pretende potenciar el carácter sistémico de las políticas de conservación de la naturaleza, sobre todo a través del refuerzo de la conectividad de los hábitats naturales. Por ello, uno de los componentes principales de este concepto son los corredores ecológicos, elementos de carácter lineal que sirven para conectar los principales nodos de conservación y contrarrestar los perjudiciales efectos de la fragmentación del paisaje y el aislamiento progresivo de los hábitats (AEMA, 2011b). Esta aproximación al concepto se está aplicando progresivamente a través de iniciativas de carácter internacional, nacional y regional, aportando nuevos requisitos y funciones a los sistemas ya consolidados de protección de la naturaleza.

La segunda escala de aplicación de la infraestructura verde sería la escala urbana, local o de barrio. En este caso, el concepto se asimilaría a grandes rasgos al sistema de espacios libres del planeamiento municipal, pero aportando a los planteamientos tradicionales del urbanismo dos nuevos atributos. Por un lado, el énfasis en la multifuncionalidad de los espacios libres, cuyo rol en la ciudad actual debe ir más allá de la mera provisión de espacios de ocio para abrazar un amplio catálogo de servicios ambientales, sociales y económicos esenciales para la sostenibilidad urbana. Por otro, el refuerzo de la interconexión física y funcional de los espacios libres urbanos y periurbanos, en este caso no tanto con una finalidad estrictamente ecológica, sino con el objetivo sobre todo de potenciar la movilidad sostenible, la mejora de la accesibilidad a las zonas verdes y la articulación física de los espacios urbanos que ofrecen una mayor calidad ambiental.

Entre ambas escala -nacional/regional y local- se situaría una tercera opción, de especial interés desde el punto de vista de la ordenación territorial. Se trata de la escala metropolitana, que corresponde al dimensionamiento de los

actuales sistemas urbanos y su territorio circundante. El carácter intermedio de esta escala de actuación es clave desde una doble perspectiva. Desde el punto de vista de los procesos naturales hace posible el establecimiento de conexiones físicas y funcionales entre las infraestructuras verdes regionales y locales, ofreciendo la posibilidad de unificar en una única propuesta de intervención las ventajas y beneficios asociados a las dos aproximaciones anteriores. Junto a ello, la asunción de una escala metropolitana representa en última instancia una necesaria adaptación de la noción de infraestructura verde a la dimensión y complejidad actual de los procesos urbanos, cuyos límites físicos y funcionales exceden ampliamente los límites del territorio municipal (Hall, 1998; OCDE, 2012). El ritmo de crecimiento de la ciudad metropolitana y su capacidad de transformar el territorio circundante hacen que sea imprescindible plantear respuestas más allá del ámbito estrictamente municipal, a fin de garantizar la sostenibilidad ambiental de los procesos urbanos contemporáneos.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar los condicionantes particulares y los retos pendientes de la aplicación del concepto de infraestructura verde a escala metropolitana. Para ello, se discutirán los fundamentos teóricos necesarios para comprender las características básicas de una infraestructura verde metropolitana. Asimismo, se revisará la experiencia acumulada en el ámbito de la ordenación territorial en materia de planificación del espacio libre metropolitano, desde la óptica de la infraestructura verde. Finalmente, se aportará un conjunto de ideas y criterios de ordenación y gestión derivados del análisis espacial y funcional de diferentes sistemas metropolitanos.

## 2. Características y condicionantes de la aplicación del concepto de infraestructura verde a escala metropolitana

### 2.1. La diversidad estructural de la infraestructura verde metropolitana

Debido a su extensión, el territorio metropolitano comprende una amplia diversidad de elementos y recursos territoriales potencialmente disponibles para la configuración de una infraestructura verde. Como se ha indicado, al tratarse de una escala intermedia, la infraestructura verde metropolitana puede incorporar elementos propios de escalas superiores e inferiores. Así, de un lado, la infraestructura verde metropolitana integraría los componentes propios de la red regional de espacios naturales protegidos que se encuentren dentro de los límites de la aglomeración urbana, con objeto de articularlos espacial y funcionalmente con el resto de los recursos y espacios propios del entorno urbanizado. De otro lado, la infraestructura englobaría el conjunto de redes de espacios libres de escala municipal, integrándolas dentro de un planteamiento unitario y sistémico a través de un adecuado engarce de sus

componentes desde una óptica supramunicipal (Tabla 1).

Aparte de los elementos anteriores, cabe señalar toda una serie de elementos territoriales disponibles para la configuración de infraestructuras verdes que tienen en sí mismos una entidad netamente metropolitana. Por ejemplo, los caminos rurales y vías pecuarias que interconectan diferentes municipios de la aglomeración urbana y facilitan el acceso a diferentes puntos de interés ambiental del ámbito metropolitano. O, de igual forma, los cauces fluviales, tanto principales como secundarios, que junto con los anteriores constituyen un recurso con un gran potencial para el diseño de redes y la mejora de la conectividad interna y externa del sistema verde. Otros elementos clave, como los parques metropolitanos, las grandes zonas cultivadas periurbanas, los sistemas de explotación agroforestal o, en general todas las áreas y recursos naturales de entidad supramunicipal que no estén integrados ni en la red regional de protección de la naturaleza ni en los sistemas de espacios libres municipales, pueden considerarse recursos potenciales propios de la escala metropolitana.

Tabla 1. Componentes potenciales de la infraestructura verde metropolitana

Elementos extensivos	Elementos lineales y de conexión
<i>Espacios ligados al tejido urbano</i>	Corredores ecológicos
Elementos arquitectónicos con vegetación (cubiertas y fachadas verdes)	Elementos de conexión para uso público: carriles bici, vías verdes...
Parques urbanos	Red fluvial
Parques periurbanos y metropolitanos	Vías pecuarias y caminos rurales
Otros espacios abiertos urbanos con vegetación	
<i>Espacios naturales / forestales</i>	Elementos puntuales
Áreas naturales protegidas: parques naturales y nacionales, reservas naturales, etc.	Elementos del patrimonio territorial: haciendas, monumentos naturales...
Áreas naturales sin protección: masas forestales, matorral, zonas húmedas...	Otros elementos puntuales: áreas de descanso, nodos de transporte...
Zonas multifuncionales con valor ambiental	
<i>Espacios agrarios</i>	
Huertos urbanos y periurbanos	
Parques agrícolas	
Zonas de cultivo (con carácter extensivo)	

Fuente: Elaborado a partir de AEMA (2011a).

## 2.2. El carácter multifuncional de la IV metropolitana

Desde el punto de vista funcional, la gran diversidad de elementos que pueden integrarse en una infraestructura verde metropolitana abre las puertas a la provisión simultánea de un amplio espectro de funciones o -en la terminología más habitualmente asociada al concepto de infraestructura verde- servicios ecosistémicos. Podemos agrupar los principales servicios en cuatro grandes bloques:

- En primer lugar, servicios ligados a la mejora de la calidad ambiental en el espacio urbanizado, a través de la reducción de la contaminación atmosférica, la gestión sostenible de los procesos hidrológicos urbanos, la mitigación de la isla de calor urbano, y la adaptación y la lucha contra el cambio climático.
- En segundo lugar, servicios ligados a la producción de alimentos y a otras funciones de carácter económico vinculadas tanto a la producción primaria como a la puesta en valor del patrimonio territorial local.
- En tercer lugar, servicios vinculados a la conservación de la biodiversidad y la protección de los hábitats naturales frente a la artificialización de suelo y fragmentación del espacio libre.
- Por último, servicios ligados a la aportación de beneficios intangibles de orden estético, cultural y recreativo y a la contribución a un ambiente urbano más saludable para los ciudadanos.

El abanico de funciones de la infraestructura metropolitana refleja el carácter de esta escala como puente entre las escalas regional y local. Así, varias de las funciones indicadas estarían intrínsecamente ligadas a planteamientos de escala regional, como las ligadas a la conservación de los hábitats, sobre todo a través de la configuración de redes de protección de la naturaleza y la creación de corredores ecológicos.

Aunque se puedan plantear este tipo de propuestas a una escala más reducida, por ejemplo mediante el diseño de corredores verdes urbanos o periurbanos, su objetivo adquiere pleno sentido cuando se sitúa en el marco de estrategias más amplias de protección de los espacios naturales y la biodiversidad, que tengan en cuenta la preservación de los principales flujos ecológicos de la región. El extremo opuesto sería el de las funciones asociadas a los espacios libres netamente urbanos; en este sentido, los servicios vinculados al uso público, la movilidad urbana y la mejora ambiental en entornos intensamente artificializados adquiere su máxima potencialidad en la escala local.

La escala metropolitana no solo representa una suma de funciones propias de escalas superiores e inferiores, sino que hacer emerger nuevas funcionalidades que cobran sentido cuando la ciudad es entendida como un sistema extenso y complejo que supera los límites administrativos municipales. De esta forma, algunas funciones de regulación ambiental como la captura y almacenamiento de carbono o la regulación de los procesos hídricos, así como los servicios ligados a la protección del patrimonio territorial y el paisaje periurbano, la contención de los procesos de urbanización y el fomento de una movilidad intermunicipal sostenible, podrían considerarse funciones propias de esta escala intermedia de intervención.

Como es lógico, cada componente individual de la infraestructura verde será capaz de aportar un número limitado de funciones o servicios específicos, en función de factores como su naturaleza, su localización, sus dimensiones y su grado de antropización. El diseño de una infraestructura verde debe asumir como objetivo último el maximizar la suma total de beneficios que es posible obtener del conjunto del sistema, y no de cada espacio individual. Este fin requiere, por un lado, de una selección estratégica de los elementos que integran la infraestructura, y de otro, del establecimiento de medidas orientadas a potenciar las complementa-



riedades y sinergias entre los distintos componentes y evitar posibles conflictos e incompatibilidades. Se trata de una tarea compleja, ya que los elementos a considerar, como se ha visto en el apartado anterior, difieren en cuanto a su régimen de propiedad, extensión, localización y vocación. En la medida en que los presupuestos teóricos de la infraestructura contemplan la incorporación desde extensos ámbitos naturales protegidos a elementos arquitectónicos como fachadas y techos verdes, la asunción de un enfoque multiescalar para la ordenación y gestión de este sistema y la potenciación de sus diferentes funciones se convierte en una necesidad.

La complejidad se vincula también con la propia diversidad de servicios y funciones en juego, muchos de ellos no compatibles a escala de espacio o elemento individual. Por ejemplo, las funciones recreativas pueden entrar en conflicto con la conservación de los hábitats más sensibles o con las actividades productivas de algunos espacios. La búsqueda de estrategias de gestión adecuadas, el reparto equilibrado de las funciones en el conjunto del sistema y el establecimiento de regulaciones específicas adaptadas a los condicionantes propios de cada espacio son vías para minimizar posibles conflictos. En definitiva, se trata de aplicar una lógica estratégica o, como se ha venido a llamar, de *"wise conservation"*, en la que la optimización funcional de los recursos se ponga al servicio de un proyecto de desarrollo territorial integral, orientado a la mejora de la calidad ambiental y la cohesión social.

### 3. La experiencia de planificación del espacio libre a escala metropolitana

La implementación del concepto de infraestructura verde a través de la ordenación territorial es aún limitada en nuestro país. Si bien se observa una progresiva consolidación del concepto a través de iniciativas de diferente naturaleza, ya sea a escala nacional –Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas-, regional –p.ej.

Plan de Acción Territorial de la Infraestructura Verde del Litoral de la Comunidad Valenciana, Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía: una Estrategia Andaluza de Infraestructura Verde- o local -p.ej. Infraestructura Verde de Vitoria Gasteiz, Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de Madrid, Programa de impulso a la infraestructura verde urbana de Barcelona-, la implementación a través de instrumentos de ordenación territorial de escala metropolitana es prácticamente inexistente hasta la fecha. La inclusión de la infraestructura verde como uno de los componentes básicos del Plan de Acción Territorial Metropolitano de Valencia (PATEVAL), en proceso de elaboración, es indicativa de la más que probable integración de esta noción en la futura generación de planes de ordenación.

Con independencia de esto, algunos de los elementos estructurales y funcionales que definen la noción de infraestructura verde se han venido aplicando desde hace tiempo en el contexto de la planificación de las áreas urbanas españolas, si bien bajo el paraguas de otros conceptos largamente asentados en la práctica, como son el de *sistema de espacios libres* o el de *sistema físico-ambiental*. En particular, la noción de espacio libre, sobre todo en su concepción más amplia, territorial y ecológica, puede entenderse como un antecedente directo de la idea de infraestructura verde. Merece por tanto la pena detenerse a analizar cómo se ha venido abordando este componente del territorio metropolitano por parte de los instrumentos de ordenación ligados a las grandes áreas y regiones metropolitanas españolas. Esta revisión no solo permite valorar el potencial de este tipo de instrumentos para el desarrollo de infraestructuras verdes, sino también extraer lecciones prácticas que ayuden a consolidar con éxito las futuras propuestas de actuación en este campo. En anteriores trabajos hemos abordado previamente esta tarea de análisis (Feria y Santiago, 2009; Feria y Santiago, 2017; Cruz, Oliveira y Santiago, 2017), ofreciendo un punto de partida para reflexionar

sobre un posible modelo de ordenación y gestión integral para las infraestructuras verdes metropolitanas en España<sup>2</sup>. Partiendo de estos estudios, es necesario poner el foco en tres dimensiones que son claves para la configuración de infraestructuras verdes: la consideración de los diferentes componentes del espacio libre metropolitano, es decir, su *diversidad estructural*; el tratamiento de la *multifuncionalidad*, especialmente el fomento de la conectividad; y el *desarrollo y gestión de las propuestas* de actuación.

### 3.1. Diversidad estructural

En relación con el primero de los aspectos señalados, cabe destacar que los instrumentos de ordenación en España han venido asumiendo una visión cada vez más amplia del espacio libre, pero sin alcanzar el carácter más integrador, comprensivo y sistémico de la noción de infraestructura verde. El catálogo de elementos, recursos y componentes del territorio metropolitano que son objeto de ordenación por parte de los planes, ya sea bajo la denominación específica de espacio libre o dentro de otras categorías relacionadas (sistema de espacios abiertos, malla verde, trama verde, etc.), es muy diversa y difiere en gran medida entre los diferentes documentos de planificación. Si bien la mayoría de los planes aún sitúan los espacios ligados al uso público como el objeto prioritario de sus propuestas de actuación, se puede observar cómo también adquieren peso otras tipologías de elementos en reconocimiento a los valores ambientales y paisajísticos que aportan al conjunto del sistema metropolitano. Así, es visible la tendencia a incorporar en la planificación metropolitana elementos de

carácter natural y rural no necesariamente ligados al uso público. Destaca sobre todo a este respecto la integración de los espacios naturales protegidos como componentes de los sistemas de espacios libres, en lo que sería un planteamiento muy próximo a la noción de infraestructura verde que ofrece la Agencia Europea de Medio Ambiente; los Planes de Ordenación de las Aglomeraciones Urbanas de Sevilla y Granada serían dos claras muestras de esta aproximación (Figura 1). Como enfoque opuesto, cabría señalar el caso particular del Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria, que incorpora de forma explícita el término "Red de Infraestructuras Verdes" para el tratamiento del espacio libre, pero que de forma intencionada desvincula los espacios protegidos del diseño de la red, a fin de proteger los hábitats naturales más valiosos o sensibles de la presión excesiva del uso público-recreativo. Este planteamiento es un reflejo de la dificultad, ya comentada, de compatibilizar ambas funciones, un conflicto ineludible en cualquier iniciativa de conservación del medio natural. La aplicación del concepto de infraestructura verde en su sentido más estricto exigiría, no obstante, un esfuerzo por integrar las áreas de protección y los ámbitos de uso público en un único sistema de escala metropolitana. Como se ha indicado, si se asume el objetivo de la multifuncionalidad como un fin para el conjunto del sistema y no para cada espacio, pueden establecerse fórmulas de intervención para que las actividades más impactantes no afecten a las zonas de mayor vulnerabilidad ambiental, mediante un adecuado reparto de las funciones entre los elementos que componen la infraestructura verde.

<sup>2</sup> Los documentos considerados en estos estudios son: Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Granada, Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla, Plan de Ordenación del Territorio de la Bahía de Cádiz, Plan Territorial Insular de Mallorca, Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria, Directrices de Ordenación Territorial de Valladolid y su Entorno, Plan

Territorial Metropolitano de Barcelona, Plan Territorial Parcial de El Camp de Tarragona, Plan de Acción Territorial del Entorno Metropolitano de Alicante y Elche, Plan de Ordenación del Territorio del Área Central de Navarra, Plan Territorial Parcial de Bilbao Metropolitano, Plan Territorial Parcial de Donostia-San Sebastián.

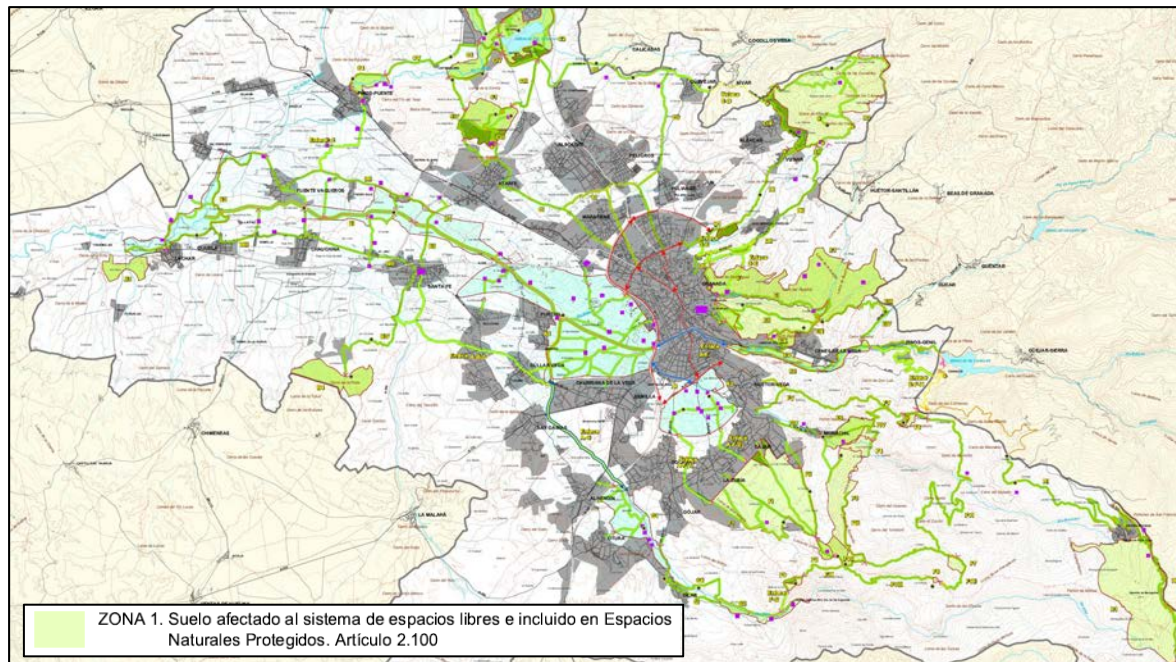


Figura 1. Los espacios naturales protegidos en el Plan de la Aglomeración Urbana de Granada

Fuente: Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Granada (1999)

Aparte de los espacios protegidos, un número significativo de planes incorporan el espacio rural y agrícola como objeto de interés para la ordenación metropolitana, aunque con un alcance y un enfoque muy variables. Las opciones desplegadas en los documentos son diversas, abarcando desde el establecimiento de figuras específicas de ordenación o protección -p.ej. los Parques Rurales Interurbanos del Plan Territorial Parcial de Donostia-San Sebastián-, al tratamiento particular de espacios especialmente significativos -como por ejemplo la Vega de Granada- o el desarrollo de categorías de protección de carácter más genérico -como la designación de Espacios Agrarios de Interés en el Plan de la Aglomeración Urbana de Sevilla. Finalmente, una aproximación alternativa al espacio libre metropolitano es la consideración de éste como un continuo territorial constituido por el conjunto del suelo no urbanizable. Dos ejemplos de este enfoque serían el Plan Territorial Metropolitano de Barcelona y el Plan Territorial Parcial de El Camp de Tarragona. Desde esta aproximación, el análisis del espacio libre se realiza desde una perspectiva más ecológica y paisajística, acorde a la visión

del territorio no construido como entidad unitaria, y deja en un segundo plano la más tradicional funcionalidad recreativa. En general, se puede concluir que los planes muestran una dicotomía entre la articulación de una red o sistema de espacios orientados esencialmente al uso público (que pueden incorporar otras funciones ambientales o territoriales adicionales) y el desarrollo de propuestas centradas en la protección de los componentes rural y natural del territorio metropolitano. Mientras que en el primero de estos casos los espacios de vocación recreativa suelen considerarse un componente funcional más del sistema urbano-metropolitano, los espacios rurales y naturales ligados al subsistema físico-ambiental tienden a ser tratados de forma independiente, desconectados de las dinámicas propias de la ciudad metropolitana y con un planteamiento de carácter eminentemente defensivo frente a procesos de urbanización. La consolidación del concepto de infraestructura verde como paradigma de ordenación del espacio libre exigiría integrar ambos enfoques, dando lugar a propuestas en las que todos los componentes del territorio no construido jueguen un papel

activo y vean reconocida su contribución funcional al sistema metropolitano.

### 3.2. Multifuncionalidad

Esta última reflexión nos lleva al segundo de los aspectos clave inicialmente identificados: el tratamiento de la multifuncionalidad del espacio libre. Si bien el uso ligado al ocio sigue siendo la principal finalidad asociada al espacio libre, cabe señalar que este concepto se ve ampliado en muchos planes para dar cabida a otras funciones cercanas a los denominados “servicios culturales” de la infraestructura verde, de índole social, cultural y educativa. En este sentido, más allá de la funcionalidad estrictamente recreativa, la mayor parte de las iniciativas de ordenación buscan acercar a la ciudadanía los valores paisajísticos y patrimoniales del entorno metropolitano a través del espacio libre, reforzando el “sentido de pertenencia” -como es el caso de Directrices de Ordenación Territorial de Valladolid y su Entorno-, o destacando el valor educativo de estos espacios -como en el caso del Plan Territorial Parcial de Bilbao Metropolitano.

La función de protección de la naturaleza y la biodiversidad -entendidos ambos conceptos más desde el punto de vista de su valor patrimonial que desde su contribución a la mejora ambiental y la provisión de servicios ecosistémicos- está implícita en muchos de los planes a través de la ya mencionada inclusión de los espacios naturales protegidos y de otras zonas naturales sobresalientes. Desde esta visión más patrimonial, la conservación de la naturaleza aparece en muchos casos ligada al objetivo de la preservación del paisaje. Aunque en ocasiones se hace un uso genérico de este término, en algunos planes como el de Barcelona se le otorga un interés central dentro de la ordenación y se convierte en objeto de medidas específicas de protección. Un concepto próximo al de paisaje sería el de patrimonio territorial, como suma de los elementos naturales y culturales más valiosos de un territorio, que es abordado en el Plan de la Aglomeración Urbana de

Sevilla mediante el denominado *sistema de protección territorial*.

En cuanto a la contribución de los ecosistemas naturales -o seminaturales, como el espacio agrícola- a la mejora de calidad ambiental del entorno metropolitano, si bien se trata de una idea mencionada de forma generalizada en todos los planes, apenas logra traducirse en ningún caso en actuaciones concretas en el plano propositivo. En este sentido, una aplicación directa del concepto de infraestructura verde en la ordenación metropolitana exigiría un tratamiento específico de funciones y servicios esenciales para el equilibrio ambiental de las grandes áreas urbanas españolas, como pueden ser el secuestro de carbono atmosférico, la mitigación de la isla de calor urbano, la captación de contaminantes atmosféricos o la regulación hídrica. A modo de ejemplo, la Tabla 2 muestra las funciones consideradas en los tres planes metropolitanos de mayor dimensión en España: Barcelona, Sevilla y Bilbao.

Por último, es necesario prestar especial atención a una función propia de las infraestructuras verdes de escala metropolitana: la mejora de la articulación y vertebración del territorio urbanizado a través de la ordenación del espacio libre. Los planes abordan esta función a través de dos vías principales. De un lado, se contempla el fomento de la movilidad no motorizada a través de la ordenación de sistemas alternativos para el desplazamiento de los ciudadanos, articulados sobre diferentes tipos de elementos: corredores verdes metropolitanos, redes de bicarriles, caminos rurales y vías pecuarias acondicionadas, etc. Por otro, se considera la preservación e interconexión de los espacios libres como un recurso estratégico para la contención de los procesos de crecimiento de los suelos artificiales y la prevención de la conurbación. Ambas funciones determinan que la ordenación del espacio libre asuma en la mayoría de los planes un planteamiento de red, en el que se busca dotar al espacio no construido de un cierto grado de continuidad.



De lo anterior se deriva el hecho de que la conectividad aparezca en la mayoría de los planes como uno de los pilares fundamentales de la ordenación del espacio libre metropolitano. La mayor parte de los documentos plantea la necesidad de reforzar la conexión física y funcional de los elementos nodales incluidos en el sistema de espacios libres por medio de la recuperación o creación de elementos de conexión de carácter lineal (Figura 2). Generalmente, la articulación de redes se apoya en recursos territoriales preexistentes en su mayor parte vinculados al dominio público, como la red fluvial y las vías pecuarias. En contraste con este plan-

teamiento, los planes de Barcelona y Tarragona ponen el foco en el mantenimiento de la continuidad del espacio libre -entendido éste como matriz biofísica del territorio y, como se ha indicado, asimilado al conjunto del suelo no urbanizable-, más allá de la constitución de redes. Si el primero de estos enfoques pone sobre todo énfasis en los elementos de conexión para el uso público-recreativo, la segunda aproximación busca sobre todo el fomento de la conectividad ecológica y paisajística en el territorio metropolitano frente al proceso de fragmentación originado por los desarrollos urbanos.

Tabla 2. Funciones de la infraestructura verde en los planes de Barcelona, Bilbao y Sevilla

Funciones	Plan		
	Barcelona	Bilbao	Sevilla
<i>Funciones recreativas y de ocio</i>			
Espacio para actividades recreativas y deportivas	NO	SI	PARCIAL
Contacto con la naturaleza	NO	SI	PARCIAL
Otras actividades de uso público (culturales, educativas...)	NO	PARCIAL	PARCIAL
<i>Funciones relacionadas con la biodiversidad</i>			
Conservación de hábitats naturales	PARCIAL	SI	PARCIAL
Desplazamiento de especies (conectividad, permeabilidad)	SI	NO	NO
<i>Funciones relacionadas con la calidad ambiental y la salud</i>			
Mitigación del cambio climático (captación y retención de CO <sub>2</sub> )	NO	NO	NO
Mejora de la calidad del aire / absorción de contaminantes	NO	NO	NO
Regulación de la temperatura urbana / isla de calor	NO	NO	NO
<i>Funciones hidrológicas</i>			
Protección de zonas inundables	SI	SI	SI
Drenaje y prevención de la escorrentía superficial	NO	SI	NO
Depuración del agua	NO	NO	NO
<i>Funciones relacionadas con el espacio agrícola</i>			
Producción de alimentos y seguridad alimentaria	NO	NO	NO
Conservación del suelo productivo	SI	SI	SI
<i>Funciones territoriales / urbanísticas</i>			
Regulación del crecimiento urbano y la conurbación	SI	SI	SI
Fomento de la movilidad no motorizada	NO	SI	PARCIAL
<i>Funciones relacionadas con el patrimonio cultural</i>			
Conservación del patrimonio histórico / cultural	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL
Preservación del paisaje	SI	PARCIAL	PARCIAL

*Sí:* se considera esta función de forma explícita y se establecen determinaciones para preservarla o potenciarla; *Parcial:* se menciona esta función, pero no se profundiza en ella ni se establecen medidas específicas; *No:* no se contempla esta función.

Fuente: Fera y Santiago (2017).

Ambas perspectivas reflejan en todo caso una tendencia hacia una concepción unificadora del espacio libre, próxima a la noción de infraestructura verde en su búsqueda de dotar al conjunto del espacio libre de un carácter unitario e

integrado. No obstante, si bien estas propuestas de conectividad se alejan de la visión ya superada del espacio libre como suma de elementos fragmentarios y aislados insertos en la trama urbanizada, aún queda un amplio margen para

avanzar hacia planteamientos verdaderamente sistémicos, más próximos a los presupuestos teóricos de la infraestructura verde. Sobre todo, en la medida en que la red verde metropolitana no debe ser definida en función de los crecimientos urbanos y a modo de instrumento de defensa frente a la artificialización, sino construida como un subsistema con entidad propia e integrado física y funcionalmente en el conjunto del sistema metropolitano.

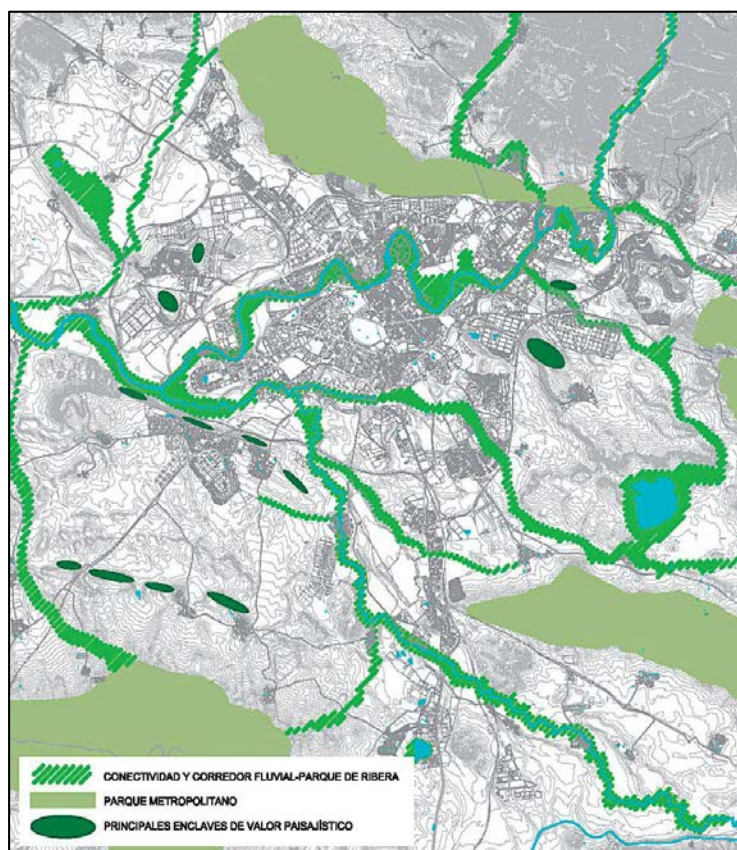


Figura 2. Conectividad y redes en el Plan del Área Central de Navarra .

Fuente: Plan de Ordenación del Territorio del Área Central de Navarra (2011).

### 3.3. Desarrollo y gestión de las propuestas

La falta de un enfoque verdaderamente estratégico en las propuestas de ordenación del espacio libre es quizá el aspecto que más les aleja de los principios teóricos de la infraestructura verde. Los planes recogen en todos los casos un catálogo de los recursos y elementos más destacados del espacio no construido y establecen una serie de medidas para su protección frente

a los procesos de urbanización. La apuesta por el concepto de infraestructura verde exige ir un poco más allá y avanzar hacia una posición más proactiva, en línea con la idea de “*wise conservation*” asociada a este concepto. En este sentido, los componentes del territorio incluidos en la infraestructura verde deben ser entendidos como recursos para el desarrollo territorial, la mejora ambiental y la cohesión social, y como tales deben ser tratados desde la perspectiva de su puesta en valor y del diseño de es-

trategias para optimizar sus beneficios ecológicos, sociales y productivos. Hasta el momento, los planes responden a una cierta inercia heredada del urbanismo, que otorga un carácter subsidiario del espacio libre en la ordenación del crecimiento urbano. El propio concepto de infraestructura verde, poniendo el énfasis en el papel del espacio libre como infraestructura básica del sistema urbano, supone revertir esta lógica y situar la planificación del espacio no construido en un mismo plano de importancia estructural y funcional que el otorgado al espacio construido dentro del proceso de configuración de la ciudad metropolitana.

Dos aspectos adicionales en los que se debe avanzar para garantizar una materialización efectiva de las actuaciones relativas a la infraestructura verde serían el au-

mento del grado de concreción de las propuestas en los planos normativo y presupuestario, y el establecimiento de mecanismos de ejecución, gestión y monitorización de las acciones. En relación con el primero de estos aspectos, es común encontrar en los planes un claro contraste entre los planteamientos de partida para la configuración de los sistemas de espacios libres y su traslación más modesta en el apartado normativo. Es evidente que la amplitud y

la complejidad administrativa del ámbito de ordenación son factores determinantes para alcanzar un mayor o menor nivel de concreción en el desarrollo de las actuaciones. Como es lógico, las áreas metropolitanas de mayor dimensión y complejidad, como por ejemplo Barcelona o Sevilla, están asociados a planes con un enfoque más estratégico. En contraste, los planes de ámbitos urbanos más reducidos se prestan a un mayor nivel de detalle en su ordenación como sucede por ejemplo con el Plan de Ordenación del Territorio de la Bahía de Cádiz, el Plan de Ordenación del Territorio del Área Central de Navarra o incluso el Plan de Bilbao. En uno u otro sentido, la mayoría de los planes trasladan a la redacción de otros instrumentos específicos el desarrollo de las propuestas, remitiendo de forma excesiva el desarrollo y gestión de las propuestas en planes subsidiarios de carácter sectorial o urbanístico. Algo similar sucede con la previsión de mecanismos para la gestión y financiación de las actuaciones, una carencia generalizada que afecta a la mayoría de los planes consultados. Sin concretar medidas y recursos en este plano resulta imposible alcanzar el objetivo de situar la infraestructura verde en un mismo plano de prioridad que el desarrollo de infraestructuras artificiales y del espacio construido.

#### **4. Criterios derivados del análisis espacial y funcional de las infraestructuras verdes metropolitanas**

Junto a las propias experiencias de planificación, conviene atender a su vez a las aportaciones que se realizan desde el plano teórico y analítico y que permiten trazar algunas líneas estratégicas para la ordenación de las infraestructuras verdes metropolitanas. Tres ideas parecen especialmente relevantes a tal efecto: la multifuncionalidad de la matriz territorial, la importancia de la fragmentación ecológica y la necesidad de un enfoque multiescalar.

##### **4.1. La multifuncionalidad de la matriz agrícola del territorio metropolitano**

La casuística tan diversa que hemos hallado en los análisis de los servicios ecosistémicos realizados para los ámbitos metropolitanos andaluces (Feria et al., 2020) invita a reflexionar sobre la configuración espacial óptima que debe adoptar una infraestructura verde. Así, cabe preguntarse cuál es el modelo más adecuado para potenciar al máximo aquellas funciones que más inciden en la calidad ambiental de un ámbito metropolitano. Los resultados analíticos apuntan a la necesidad de superar la idea tradicional de un sistema de espacios libres concebido exclusivamente como una red, siendo en cambio imprescindible reconsiderar el papel de la matriz territorial, de carácter agrícola en la mayoría de los casos abordados, como fuente potencial de servicios ecosistémicos.

Siguiendo esta línea, si se pretende tomar en consideración los servicios de provisión agrícola y forestal como funciones relevantes para la ordenación de las infraestructuras verdes metropolitanas, se hace imprescindible superar la concepción habitual del espacio libre centrada de forma prioritaria en los espacios dedicados al ocio o vinculados a la conservación de los hábitats naturales. Por ejemplo, en Andalucía, gran parte del territorio que rodea las principales ciudades ha sido objeto a lo largo de la historia de un intenso proceso de transformación antrópica, que ha dado lugar a paisajes agrarios periurbanos de enorme potencial productivo y fuerte carácter patrimonial. Fuera de los límites de la trama urbana, son fundamentalmente estos espacios agrícolas o agroforestales los que constituyen la matriz territorial, rodeando o englobando en su seno tanto a las grandes zonas verdes de la periferia como a las áreas naturales protegidas y los corredores ecológicos. El caso del área metropolitana de Sevilla (Figura 3) es un ejemplo significativo de la complejidad que puede alcanzar esta composición interna y su relevan-

cia para una adecuada estrategia de intervención; así, podemos diferenciar en el entorno de este territorio metropolitano ámbitos agrarios con muy diferente naturaleza y orientación productiva: el regadío de la vega del Guadalquivir, la campiña cerealista de secano, las extensiones de olivar o el paisaje arrocero en contacto con el entorno de Doñana. Esta diversidad interna no sólo se refleja en el abanico de funciones ambientales complementarias que pueden acoplarse a las funciones estrictamente productivas -captación de carbono, regulación climática, mejora de la calidad del

aire, prevención de la erosión, etc.- sino que también conlleva diferencias notables en cuanto al rendimiento económico de los cultivos y, con ello, un diferente grado de resistencia frente a las presiones urbanísticas y las dinámicas metropolitanas de cambio de uso. A pesar de su vocación productiva, estos espacios pueden reforzar o complementar muchas de las funciones ecosistémicas que desempeñan otros elementos territoriales de carácter más natural, siempre que se apliquen, claro está, las medidas de gestión adecuadas.

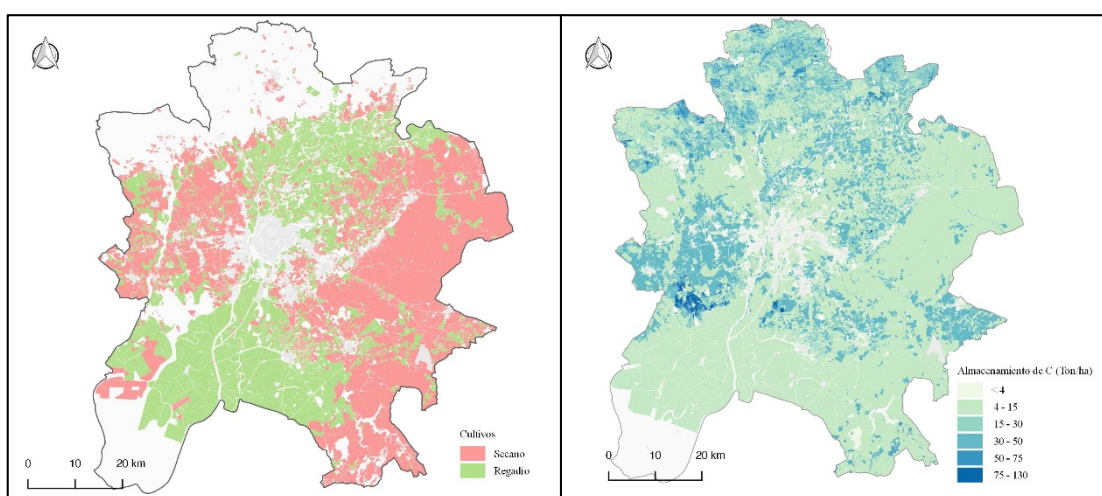


Figura 3. Matriz agrícola (izquierda) y captación de C (derecha) en el área metropolitana de Sevilla

Fuente: Feria et al. (2020).

En este sentido, una óptima gestión ambiental de estos ámbitos requiere tomar en consideración no sólo los potenciales servicios positivos que ofrecen, sino también los posibles impactos ambientales derivados de su manejo. Un claro ejemplo de ello es el impacto derivado de la sustitución de mosaicos de cultivos tradicionales por un modelo de agricultura intensiva y homogeneizadora, generalmente ligado a una mayor huella de carbono, una mayor alteración de los recursos edáficos y un incremento en la pérdida de biodiversidad. Por ello, para mantener un balance favorable entre servicios positivos e impactos es necesario analizar los modelos de explotación y gestión de los usos agrícolas y agroforestales metropolitanos y apostar por estrategias para el incremento de su sostenibilidad.

Sea por unas u otras razones, la incorporación del espacio agrícola como recurso en la ordenación del espacio libre se muestra como una apuesta de gran valor para la construcción de infraestructuras verdes multifuncionales en un contexto como el español y, en especial, en las áreas urbanas del ámbito mediterráneo. Para conseguir tal objetivo es imprescindible invertir su papel subsidiario, al menos en la práctica de la ordenación en España, no solo reconociendo su relevancia a niveles tanto analíticos como normativos, sino también ofreciendo soporte financiero, por ejemplo, a prácticas ecológicamente amigables o a la agricultura de proximidad.



#### 4.2. Análisis de la conectividad y la fragmentación ecológica: el papel de los corredores

Diversos estudios sobre los cambios de uso de suelo a largo plazo en las áreas metropolitanas andaluzas (Santiago, 2015a; Feria y Santiago, 2019) han permitido caracterizar el impacto del crecimiento urbano sobre las áreas naturales situadas en el entorno de las aglomeraciones urbanas. Un aspecto esencial señalado por estos estudios es que la alteración de la configuración espacial de los hábitats naturales -por ejemplo, su fragmentación y pérdida de conectividad- es al menos tan relevante en términos de impacto ambiental como la pérdida neta de suelos con cobertura natural. Este impacto no estaría ligado solo a la dimensión cuantitativa de los crecimientos urbanos, sino también a la disposición espacial de estos procesos sobre el territorio -es decir, el patrón espacial específico que adoptan dichos crecimientos. Por ejemplo, la fragmentación de los hábitats naturales estaría vinculada principalmente a la conformación de conurbaciones y a la expansión de las infraestructuras lineales -p.ej. vías de comunicación e infraestructuras energéticas- capaces de interrumpir la continuidad de las zonas naturales. Una implicación directa de estos resultados es que la regulación de la expansión urbana no debe limitarse al establecimiento de umbrales y límites cuantitativos de crecimiento, sino que debe atender también a su disposición sobre el territorio y su articulación espacial con el espacio libre.

Los análisis basados en la ecología del paisaje son especialmente útiles para abordar estos procesos de fragmentación y aportar posibles vías de actuación para su prevención y/o corrección a través del diseño de infraestructuras verdes. Los análisis realizados a escala metropolitana para diferentes ámbitos urbanos andaluces (Santiago, 2015b; Feria y Santiago, 2019; Feria et al., 2020) han permitido comprobar la utilidad de esta aproximación metodológica como herramienta de apoyo a la planificación. Al mismo tiempo, estos estudios ofrecen algunas pautas generales para la configuración

de los sistemas verdes desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad. Por ejemplo, los corredores ecológicos deberían tener una cierta amplitud espacial -mayor en general que la exigida para los conectores de uso público-, y contar con medidas para su óptima integración en la matriz del paisaje. Tanto la permeabilización para el paso de la fauna de los usos de suelo adyacentes a los corredores, como el establecimiento de medidas específicas para superar las barreras vinculadas a la presencia de infraestructuras artificiales, son fundamentales para preservar la movilidad de las especies a través del territorio metropolitano. En la mayoría de los casos estudiados, la red fluvial constituye el recurso con mayor potencialidad para la vertebración de corredores verdes en entornos metropolitanos.

Los resultados de estos análisis apuntan también a la necesidad de reconsiderar el carácter dual que los planes de ordenación otorgan con frecuencia a los corredores metropolitanos. En muchos casos estos elementos se plantean con una doble finalidad: la mejora de la conectividad ecológica y el fomento de la movilidad no motorizada y el uso público-recreativo. Aunque estas dos funciones pueden coincidir en determinados sectores de una misma infraestructura verde, parece aconsejable abordar ambas dimensiones de la conectividad de forma diferenciada tanto en los análisis previos como en el diseño de las actuaciones. La articulación de una red de conectores de uso público tendría como objeto central la integración de los espacios con interés para su uso social o cultural, que no tienen por qué coincidir necesariamente con los hábitats con mayor valor de conservación. Por otra parte, los elementos de conexión -vías verdes, carriles bici, etc.- suelen ser de menor anchura, contar en algunos tramos con una elevada intensidad de uso, y atravesar entornos más alterados por la actividad humana, lo que condiciona su utilidad potencial como corredores ecológicos. La Figura 4 muestra a través de un ejemplo cómo el reconocimiento y evaluación de los elementos y recursos

potenciales para la conectividad ecológica y la conectividad de uso público apuntan a la arti-

culación de redes complementarias y no necesariamente coincidentes en el espacio.

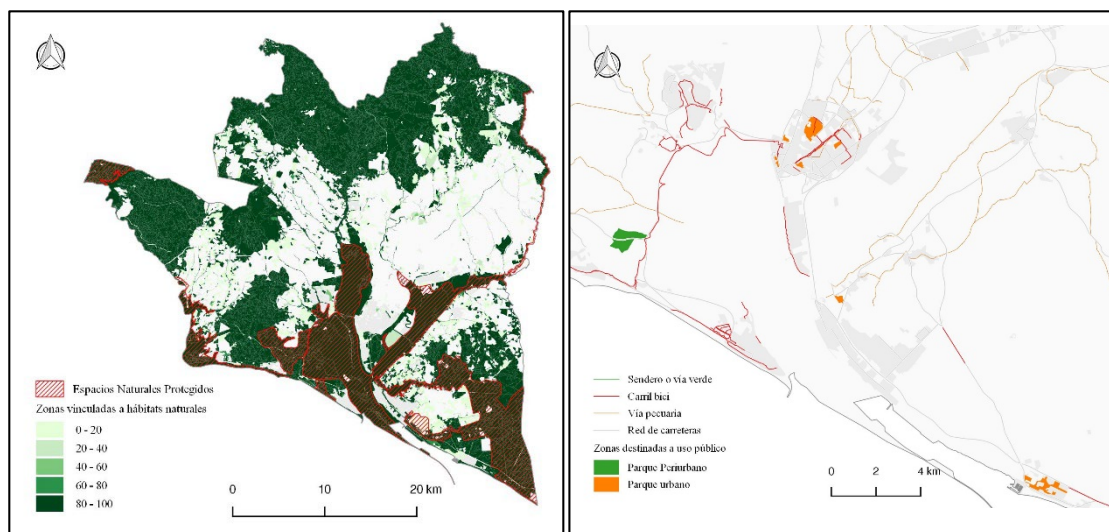


Figura 4. Conectividad ecológica y de uso público en el área metropolitana de Huelva  
Fuente: Feria et al. (2020).

#### 4.3. La multiescalaridad en el análisis y la definición de la infraestructura verde

Como se ha indicado, el entendimiento de la infraestructura verde metropolitana como un sistema intermedio entre las escalas local y regional hace imprescindible la adopción de un enfoque multiescalar para su ordenación y gestión. Así, aunque se considere el sistema verde metropolitano como una unidad a efectos de análisis, planificación y gestión, es necesario atender a las conexiones de dicho sistema con las redes de protección de la naturaleza de orden superior. Los resultados de los análisis de fragmentación de la cobertura natural realizados para el conjunto de Andalucía (Santiago y Feria, en revisión) refuerzan esta idea. Se ha comprobado cómo la conectividad ecológica ha descendido en toda la región desde mediados del siglo XX, siendo una de las claves de este fenómeno la pérdida de conexiones naturales en el territorio no protegido, y en concreto en algunas zonas próximas a las grandes aglomeraciones urbanas. Una de las opciones posibles para revertir este proceso es el refuerzo de la conectividad ecológica regional a través de las infraestructuras verdes metropolitanas, requiriéndose para ello de un diseño que tenga en cuenta no solo las necesidades internas del sistema urbano, sino

también su efecto sobre el sistema regional de protección de la naturaleza.

La otra faceta de la multiescalaridad sería la búsqueda de un adecuado engarce de la infraestructura verde metropolitana con los procesos y pautas espaciales que operan a una escala inferior. En este sentido, los resultados del análisis multiescalar del paisaje en el área metropolitana de Sevilla (Feria y Santiago, 2019) apuntan a que, debido a su naturaleza compleja y diversa, el territorio metropolitano no puede abordarse desde la planificación como un entorno homogéneo; en cambio, es posible identificar unidades territoriales con rasgos y dinámicas claramente diferenciadas del resto. Un enfoque de planificación multiescalar, que dote de un sentido unitario a la infraestructura verde metropolitana en su conjunto y, a la vez, adapte su configuración específica a los condicionantes particulares de cada unidad territorial, parece ser una opción eficaz para abordar la complejidad interna del territorio metropolitano. La utilización de unidades de escala sub-metropolitana puede resultar útil, por ejemplo, para identificar y monitorizar tendencias de cambio de uso del suelo que afecten a zonas concretas del sistema verde, así como para garantizar un acceso equilibrado de la población

metropolitana a las funciones y servicios de la infraestructura en todos los sectores del área, atendiendo a las necesidades y potencialidades propias de cada zona.

## **5. Conclusiones: retos y perspectivas para la infraestructura verde metropolitana**

La noción de infraestructura verde se caracteriza por su flexibilidad y adaptabilidad, tanto en lo que respecta a su escala de aplicación como a las perspectivas desde las que se puede orientar su análisis y su ordenación, lo que ha contribuido sin duda al éxito y rápida difusión del término. La gran diversidad de elementos que -al menos potencialmente- puede integrar una infraestructura verde y el amplio abanico de funciones que en teoría es capaz de ofrecer son una muestra de la versatilidad de este concepto. No obstante, este mismo rasgo puede abrir la puerta a un cierto riesgo de indefinición, o incluso, de banalización. Delimitar con precisión el concepto, sobre todo en lo que respecta a su aplicación a escala metropolitana, es imprescindible para dotarlo de una mayor operatividad.

Por otro lado, la utilización del término infraestructura, al que se recurre con objeto de equiparar la importancia estructural del espacio libre con la de la infraestructura gris o artificial, así como su estrecha asociación con la noción de servicio ecosistémico, orientan el concepto de infraestructura verde hacia un plano eminentemente funcional, ligado sobre todo a la dimensión ambiental. Se corre así el riesgo de dejar en un plano secundario el importante valor patrimonial y cultural que poseen muchos elementos del verde urbano y metropolitano. A este respecto, sería necesario reivindicar, por ejemplo, el papel en la configuración de la infraestructura verde de determinados espacios verdes históricos de gran potencia simbólica, o de ámbitos paisajísticos agrarios de enorme valor patrimonial. Otro condicionante ligado al término infraestructura es el peso quizá excesivo que se otorga al objetivo de configurar una

red interconectada de espacios verdes. Como se desprende de los análisis, parece necesario superar una concepción excesivamente restrictiva de la infraestructura verde en cuanto a red, para adoptar una visión más territorial sobre el espacio metropolitano en su conjunto, capaz de otorgar un papel relevante a la matriz del paisaje.

Como se ha podido comprobar, el interés de la noción de infraestructura verde no reside tanto en el carácter novedoso de sus planteamientos teóricos, sino en su capacidad para proporcionar un marco conceptual práctico, flexible y de carácter estratégico para la articulación de propuestas orientadas a la sostenibilidad del territorio metropolitano. Se ha visto cómo en el contexto español una parte significativa de los postulados de la infraestructura verde ya han sido asumidos -al menos implícitamente- por los principales planes metropolitanos, sobre todo en lo que respecta a la diversidad estructural del espacio libre, a la conectividad como principio básico de ordenación, y al reconocimiento del papel multifuncional de los sistemas verdes. No obstante, hay dos aspectos en los que la planificación debe avanzar para garantizar una efectiva materialización de los presupuestos teóricos de la infraestructura verde. El primero de ellos supone aprovechar la capacidad de los planes metropolitanos para construir, en un sentido proactivo, la infraestructura verde. Más allá de proteger o recuperar los recursos locales preexistentes, es imprescindible generar nuevos elementos cuando sea necesario para responder a demandas funcionales concretas o para mejorar el funcionamiento en conjunto del sistema. El segundo aspecto que debe ser reforzado es la previsión de mecanismos efectivos de gestión y monitorización. En este sentido, es fundamental establecer de forma concluyente un marco adecuado para la materialización de las propuestas relativas a la infraestructura verde, que contemple la asignación de competencias específicas, la articulación cuando sea necesario de procedimientos y mecanismos de coordinación supramunicipal,

la definición detallada de plazos y partidas presupuestarias, y la aportación de una cartografía de ordenación con el suficiente nivel de detalle para orientar el contenido de los instrumentos derivados o subsidiarios.

En definitiva, se puede afirmar que el conjunto de los elementos naturales y espacios no construidos en los territorios metropolitanos comienza a entenderse a través tanto del análisis como de la práctica planificatoria como una estructura cohesionada, a la vez en su configura-

ción física y en su dimensión funcional, emergiendo como un componente activo y valioso del sistema territorial. Si bien este hecho no es suficiente para considerar que existe a día de hoy una plena aplicación del concepto de infraestructura verde a escala metropolitana, las experiencias reseñadas sí se pueden entender como un valioso punto de partida –y en algunos casos, un referente– para una implementación efectiva y coherente del mismo.

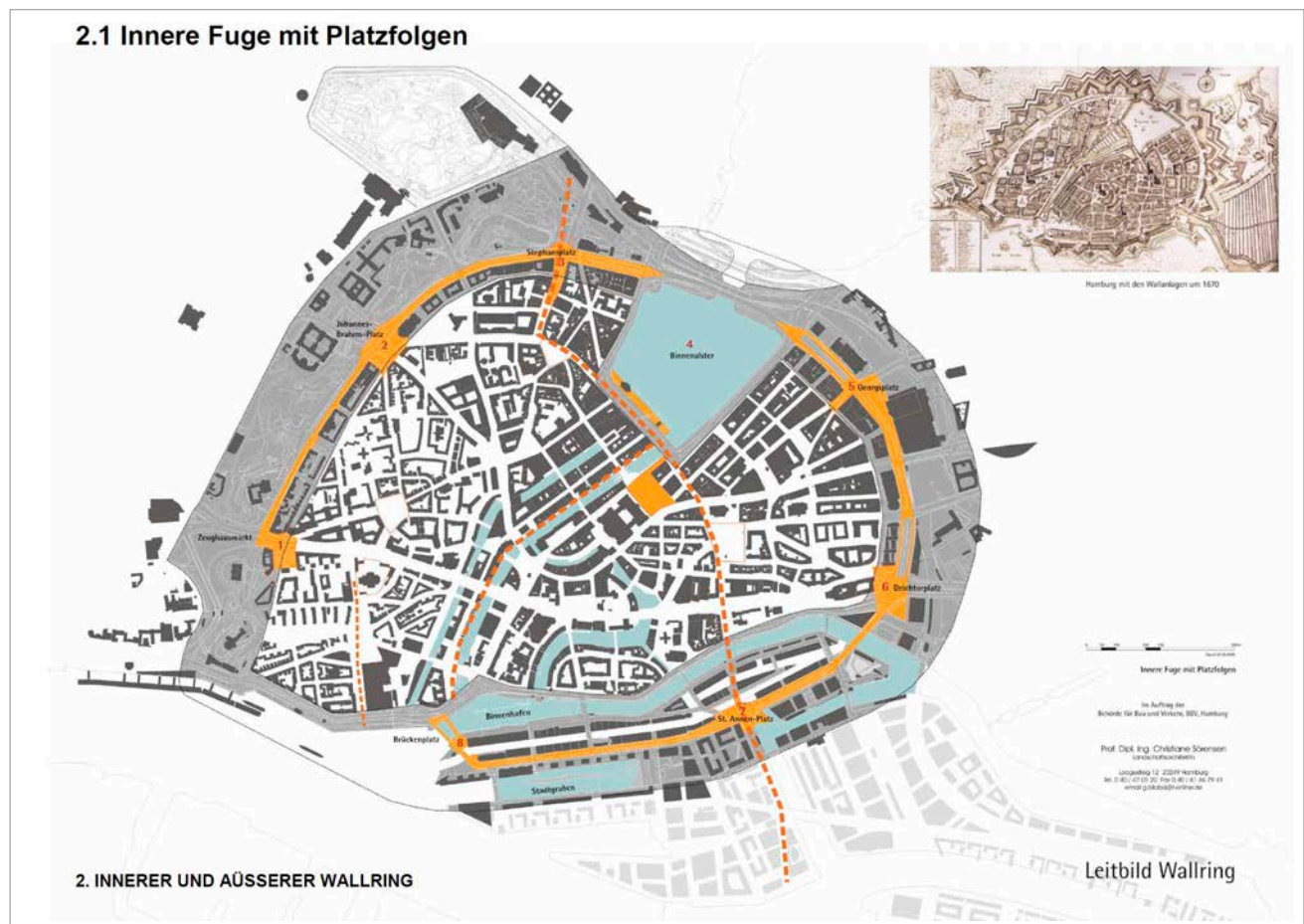
## 6. Referencias

- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (2011a). Green infrastructure and territorial cohesion. The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. Luxemburgo: Publications Office of the European Union. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/green-infrastructure-and-territorial-cohesion>
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (2011b). Landscape fragmentation in Europe. Agencia Europea de Medio Ambiente. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe>
- Cruz J., Oliveira G. y Santiago, J. (2017). El espacio libre en la planificación territorial. Análisis comparado de las áreas metropolitanas en España. Ciudad y Territorio. Estudios territoriales, 193, pp. 401-416.
- Feria, J. M. Y Santiago, J. (2009). Funciones ecológicas del espacio libre y planificación territorial en ámbitos metropolitanos: perspectivas teóricas y experiencias recientes en el contexto español. Scripta Nova, 13, nº 299. Feria y Santiago, 2017;
- Feria, J.M. y Santiago, J. (2017). Naturaleza y Ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 74 pp. 117-141.
- Feria, J.M. y Santiago, J. (2019). Landscape Spatial Analysis for Sustainable Land Use Planning: A Two-Scale Approach to the Seville Metropolitan Area. Journal of Planning Education and Research, 1-14. <https://doi.org/10.1177/0739456X19845439>
- Feria, J.M.; Santiago, J.; Iglesias, R.; Andújar, A.; Hurtado, C.; Gómez, F.J. y Gutiérrez, J.A. (2020). Ciudades inteligentes y sostenibles. Infraestructura verde y hábitats urbanos integrados. Sevilla: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Junta de Andalucía. Pp. 1-160. Disponible en: <https://www.centrodeestudiosandaluces.es/publicaciones/ciudades-inteligentes-y-sostenibles-infraestructura-verde-y-habitats-urbanos-integrados>
- Hall, P. (1998). Cities in Civilization: Culture, Technology, and Urban Order. New York: Pantheon Books.
- OECD (2012). Redefining “Urban”. A new Way to Measure Metropolitan Areas. París: OECD. Disponible en: <http://www.oecd.org/regional/redefining-urban-a-new-way-to-measure-metropolitan-areas.htm>
- Santiago, J. (2015a). Áreas Metropolitanas Andaluzas. Análisis Estructural del Territorio Metropolitano: Espacio Libre y Espacio Construido. Sevilla: Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía y Universidad Pablo de Olavide. Pp. 1-74. ISBN 978-84-606-8869-3
- Santiago, J. (2015b). Evolución y fragmentación de la cobertura natural en las áreas metropolitanas andaluzas. Un análisis comparado desde la perspectiva de la ordenación



del territorio. Actas XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles: Análisis Espacial y Representación Cartográfica. Zaragoza: Asociación de Geógrafos Españoles / Universidad de Zaragoza. Pp. 413-422. ISBN 978-84-92522-95-8

Santiago, J. y Fera, J.M. (artículo en revisión). Beyond nature parks: a multi-scale spatial analysis of habitat fragmentation and loss in the south of Spain.



Cinturón verde de Hamburgo.

Principio: la abundancia y el vacío.

Sin embargo, presumiblemente, el vacío está estrechamente relacionado con las peculiaridades del lugar y, por lo tanto, no es una falta, sino una creación.

Martin Heidegger

Fuente: <https://www.hamburg.de/contentblob/4129318/ec490a18bd782f8152294941fa1e7c90/data/leitbild-wallring.pdf>



#### PARQUE INUNDABLE DE "LA MARJAL". ALICANTE

Además de sus funciones ecológicas y sociales, la capacidad para recoger 45.000 m<sup>3</sup> de agua lo convierten en un aliado para mitigar los efectos del cambio climático.

Foto: Jorge Olcina



#### PARQUE DE SAN PEDRO. A CORUÑA

Núcleo (nodo) urbano de la infraestructura verde municipal de A Coruña. Paradigma de recuperación de un espacio militar para uso social y y potenciar los servicios ecosistémicos de tipo cultural.

Foto: Equipo de investigación de la Escuela Gallega del Paisaje.



## MEDITERRANEAN GREEN BELT: DE LA VISIÓN A LA REALIDAD

Fernando Prieto (1), Carlos Alfonso (1), Raúl Estévez Estévez (1) y  
Santiago González Alonso(1)

### RESUMEN

El cinturón verde mediterráneo será una gran infraestructura verde y azul de miles de kilómetros cuadrados, bosques bien conservados que infiltran el agua, que favorecen la evaporación y que regulan el ciclo hidrológico, que van a disminuir el riesgo de inundaciones, también de pastizales que mantienen una ganadería, de mosaicos que hacen que este paisaje sea resistente al fuego, de ciudades con aire limpio, que producen su propia energía, de zonas rurales conectadas con banda ancha, que fijan población, que reducen la emigración. de zonas agrarias bien conservadas que minimicen el uso de agroquímicos y pesticidas y fitosanitarios. Todo ello en la zona del mediterráneo, una de las zonas donde más han subido las temperaturas, se cifra en 1,7 grados centígrados y donde viven una gran parte de la población española, en torno a 17 millones de personas y europea. Un cinturón que se tendría que extender por el sur y abrazar el conjunto de la cuenca. Se trata de una gran infraestructura que generaría empleo, conservaría la biodiversidad y los bosques, reduciría el riesgo de inundaciones y mantendría el ciclo del agua posibilitando el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales claves del país especialmente para las poblaciones que viven en la costa mediterránea.

Se trata de un gran cinturón de sostenibilidad que envuelva la cuenca del Mediterráneo permitiendo una vida más segura. Las ayudas de Europa del Green Deal suponen una oportunidad magnífica para temas tan importantes como este.

**Palabras clave:** mediterráneo, corredores ecológicos, infraestructuras verdes, servicios ambientales, agua, cambio climático, inundaciones, población.

### SUMARIO

1. Introducción. 2. Visión. 3. Objetivo. 4. Necesidad de un cinturón verde mediterráneo. 4.1. Falta de coordinación entre políticas de conservación sometidos a diferentes regímenes administrativos en diferentes regiones y países. 4.2. Falta de protección de espacios clave para los procesos ecológicos esenciales como el agua, ciclos geoquímicos, etc. 4.3. Importancia de la preservación de la circulación regional y los patrones meteorológicos del mediterráneo occidental. 4.4. Conservación del ciclo hidrológico y fijación del suelo en zonas cercanas al litoral. 5. Metodología. 5.1. Ámbito del proyecto. 5.2. Soluciones basadas en la naturaleza. 5.3. Establecimiento de soluciones basadas en la naturaleza (Nature-based Solutions / NbS) y de infraestructuras verdes (IV). 5.4. Cooperación entre los países europeos de la cuenca mediterránea y participación pública. 5.5. Máximo consenso y participación pública. 6. Ventajas de la realización del proyecto MGB. 6.1. Efectos positivos ambientales y ecológicas. 6.2. Efectos positivos sobre la socio-economía. 7. Resultados finales esperables del proyecto.

### 1. Introducción

La Cuenca Mediterránea es un foco de actividad económica de primer orden (atracción de población y urbanización, turismo, alimentación, áreas de producción agrícola intensiva e industria) habiendo sido mucho más intensivo en las últimas décadas. En este territorio, a los problemas clásicos derivados de modelos de

desarrollo desequilibrados sobre ecosistemas frágiles se suma la magnitud del problema del Cambio Climático.

Así, la Cuenca Mediterránea Europea está sometida a un proceso de cambio acelerado de usos del suelo que repercute negativamente en la funcionalidad del ecosistema a través de procesos de compartimentación y desconexión

<sup>1</sup> Observatorio de la Sostenibilidad (OS)  
<https://www.observatoriosostenibilidad.com/>

ecológica, sobreconsumo de recursos (especialmente el recurso agua y el recurso suelo), aumento de la contaminación atmosférica e hídrica y de las emisiones difusas de gases de efecto invernadero. A los impactos de origen antrópico indiscutible sobre la biodiversidad se añade el proceso de modificación climática, más abstracto en cuanto a origen, que es especialmente patente en las fachadas mediterráneas de las montañas que, casi en su totalidad, la circundan.

La modificación del clima y sus consecuencias a nivel ecológico y socioeconómico forman parte de un bucle de realimentación positiva de gran complejidad. Los efectos negativos de la modificación climática sobre los elementos que intervienen en el funcionamiento del ciclo hidrológico, biocenosis incluida, producen el aumento y la acumulación de los efectos negativos a la entrada del sistema, es decir, fortalecen la modificación acelerada del clima de la región. La interrelación entre ecosistemas, biodiversidad y clima es indudable por ello se deben incrementar las acciones beneficiosas que vayan encaminadas al mantenimiento/aumento de la biodiversidad y extensión de los hábitats y de su conectividad, aumento de su resiliencia y de su capacidad de respuesta ante el Cambio Climático y otras agresiones para continuar ofreciendo bienes y servicios ecosistémicos.

A pesar de los antecedentes históricos especiales de una naturaleza especialmente transformadas por una sucesión de diferentes pueblos y culturas que han modelado históricamente el paisaje y los ecosistemas pero que a la vez y como consecuencia de la interacción del hombre con la naturaleza modeló una gran cantidad de paisajes agroforestales y urbanos de una extraordinaria diversidad y adaptación al clima y al entorno. Hoy y a pesar de haber sido transformado de una forma muy importante por grandes infraestructuras, y conurbaciones hasta la misma línea de costas y la intensa transformación de humedales, bosques, pastizales y otros ecosistemas naturales sigue te-

niendo una gran valor de biodiversidad y constituye una infraestructura verde esencial para los 42 millones de personas que vive en ese espacio y que necesita las aguas y los servicios de los ecosistemas que abastecen ese área y que son absolutamente estratégicos en un escenario de cambio climático.

Por estas razones se propone el Mediterranean Green Belt (MGB) que contendrá ecosistemas y representa un corte transversal de la biodiversidad de Europa y podría convertirse en la segunda red ecológica transfronteriza en Europa. El "CINTURÓN VERDE MEDITERRÁNEO" como patrimonio común estratégico de la naturaleza europea; la infraestructura verde del Cinturón Verde Mediterráneo es una red ecológica de aproximadamente 4,000 kilómetros largo que abarcaría desde el océano atlántico en Portugal pasando desde zonas de costa mediterráneas, zonas húmedas litorales, endorreicas, incluyendo desde paisajes casi desérticos hasta altas montañas con alturas de casi 3.500 metros, bosques y matorrales, pastizales mediterráneos, hasta los bosques atlánticos de Eslovenia y que conectaría con el cinturón verde europeo que abarca casi todas las regiones geográficas naturales de Europa, desde el Ártico hasta el Mediterráneo, y vincula diferentes tipos de paisaje, desde áreas muy intervenidas hasta prácticamente naturales, incluyendo paisajes culturales, y muchas reservas naturales importantes y grandes en toda Europa.

El Cinturón Verde del Mediterráneo es una gran propuesta para hacer frente a los grandes desafíos que se avecinan. Principalmente, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. La actual política de conservación ha quedado superada por los hechos. Las áreas protegidas proporcionan a nuestra sociedad múltiples beneficios, han sido herramientas útiles para conservar el patrimonio natural, pero el esquema actual ya no sirve. Cada vez es más evidente que, solamente con la protección de espacios reducidos, no se pueden solucionar los grandes problemas ambientales que tenemos. La plani-



ficación espacio a espacio, cuyo resultado son islas para conservar amenazadas por un conjunto de actividades humanas casi siempre desarrolladas sin un criterio o control razonable, cada vez tiene menos sentido. La amenaza del cambio climático obliga a considerar grandes espacios de gestión (prevención, conservación, restauración...), lo que trasciende la idea de proteger y gestionar pequeñas manchas aisladas con objetivos y programas limitados y parciales.

Ello hace preciso que la planificación de grandes superficies cobre cada vez mayor sentido, a escala supranacional, o de país (escalas cartográficas de 1:1.000.000 o menores), desde luego en territorios de superficies mayores que los municipios, comarcas naturales o áreas supramunicipales como mínimo, intentándose que coincidan lo más posible los límites ecológicos con los administrativos para facilitar la toma de decisiones y planificar con coherencia. Los dos grandes retos ante el futuro —por una parte, el cambio climático; y por otra, la conservación de la biodiversidad— quedarían de esa forma incorporados en la planificación integrada de una parte importante del territorio.

La idea de corredor de biodiversidad o de conservación de especies hace alusión a la supervivencia de las especies, pero estas no viven tan solo en los espacios protegidos, o se mueven por las zonas marcadas o que nosotros elegimos, no permanecen siempre dentro de sus límites, y no es compatible un sistema con tesselas territoriales dispersas protegidas con el paradigma de un desarrollo sostenible.

Por ello se propone la idea de grandes cinturones o corredores ecológicos, en su sentido más amplio, espacios amplios que incluyan varios tipos de ecosistemas pero que presenten continuidad. Se trata de conservar y mantener procesos vitales tales como el ciclo del agua, la adaptación o mitigación del cambio climático, y también por supuesto la protección de la biodiversidad en su conjunto, no únicamente de determinadas especies particulares o de ciertos

lugares emblemáticos. Estos espacios deberán ser conservados y restaurados.

Esta diferente escala de planificación está poniéndose en marcha en algunos países. Es el caso de Colombia que ha liderado una propuesta ambiental para crear un corredor ecológico que mitigue el cambio climático y preserve la biodiversidad, con el apoyo de los gobiernos de Brasil y Venezuela: se trata del Corredor Triple A (andino, amazónico y atlántico). Abarcará desde los Andes hasta el Océano en Brasil. Y tendrán que ser tres países los que colaboren en la planificación de escala supranacional: Brasil y algunas regiones de Venezuela y Colombia. Las dimensiones son colosales: será el corredor ecológico más grande del mundo, con una superficie de 135 millones de hectáreas. Este proyecto se presentó en la cumbre sobre el Cambio Climático de París en diciembre de este año 2015.

En Europa también existen iniciativas, ya en curso, de grandes corredores verdes como el European Green Belt (traducido, Cinturón Verde Europeo) tiene como finalidad realizar un inventario exhaustivo y una planificación basada en la sostenibilidad productiva y ecológica del patrimonio natural compartido a lo largo del antiguo Telón de Acero. Se pretende que dicho patrimonio sea restaurado y conservado como una red ecológica de conexión de alto valor, protegiendo los paisajes naturales y culturales y respetando las necesidades económicas, sociales y culturales de las comunidades locales. Se trata de construir una red ecológica extraordinaria a lo largo de más de 12.500 kilómetros, desde el Mar de Barents, en la frontera entre Rusia y Noruega, a lo largo de la costa del Báltico, a través de Europa Central y los Balcanes hasta el mar Negro. Sin quererlo expresamente, paradójicamente, una Europa que estuvo dividida propició de esta manera la conservación de hábitats valiosos, al igual que sucede en la actualidad en la frontera militarizada de las dos Coreas. La zona fronteriza, sin actividades antrópicas por motivos estratégicos, sir-

vió como refugio para muchas especies en peligro de extinción. Esos hábitats valiosos conservados pueden ser el motor de un desarrollo económico sostenible a través de la colaboración entre territorios separados históricamente durante décadas. Hoy en día el European Green Belt constituye la columna vertebral de la red ecológica paneuropea y proporciona una contribución significativa a la "infraestructura verde" del continente. El Cinturón Verde Europeo conecta 16 países de la UE, cuatro países candidatos (Serbia, Montenegro, Macedonia, Turquía), dos candidatos potenciales (Kosovo, Albania) y dos países externos a la UE (Rusia y Noruega). Casi 150 organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de estos países se han unido a la iniciativa.

## 2. Visión

El MEDITERRANEAN GREEN BELT (MGB) es todavía un proyecto que consiste en una colosal infraestructura verde que dé continuidad, conecte los diferentes espacios protegidos y otras zonas interesantes desde el punto de vista de la biodiversidad y la producción de bienes y servicios ecosistémicos, hasta conseguir un gran corredor que facilite la conectividad y dispersión de las especies, manteniendo así la biodiversidad y los procesos ecosistémicos en el Mediterráneo en un escenario de cambio climático.

Esta infraestructura preservará y mejorará los bienes y servicios ambientales en esta región y permitirá su conexión con el corredor ecológico europeo y otras infraestructuras verdes existentes en el continente. Esta realización es especialmente clave en un escenario de cambio climático como el que estamos inmersos. El "Cinturón Verde Mediterráneo", debe conformarse como una gran infraestructura verde y conectar las redes ecológicas ya existentes en Portugal, Francia, Italia y Eslovenia, desde el océano Atlántico en Portugal hasta el Adriático en Eslovenia, y conformar un gran espacio de sostenibilidad para unirse con Cinturón Verde Europeo la red ecológica propuesta a través de

Europa, desde Barents hasta el Mar Negro, se compone de objetos valiosos, únicos y en peligro de extinción.

Desde su formulación política en la legislación de la Unión Europea a través de la Comunicación de 2013, Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa se incorpora al ordenamiento jurídico español en la Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Esta Ley establece que el Ministerio para la Transición Ecológica, con la colaboración de las Comunidades Autónomas y de otros Ministerios implicados, elabore, en un plazo máximo de tres años, una Estrategia Estatal de Infraestructura Verde, y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, que "tendrá por objetivo marcar las directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que componen la infraestructura verde del territorio español, terrestre y marino, y para que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados". Establece también que las comunidades autónomas, basándose en las directrices de la Estrategia estatal, desarrollarán en un subsiguiente plazo máximo de tres años sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la Estrategia estatal. En la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones (COM(2013) 249 final), denominada Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa (SWD(2013) 155 final), del año 2013, se destaca el siguiente párrafo: "El patrimonio natural y cultural forma parte del capital territorial y la identidad de la UE. Los valores ecológicos, la calidad ambiental y los activos culturales son cruciales para el bienestar y las perspectivas económicas. La sobreex-

plotación de esos recursos naturales se considera una amenaza al desarrollo territorial. Trabajar de la mano de la naturaleza y en armonía con el paisaje local para proporcionar bienes y servicios esenciales mediante proyectos de infraestructura verde, aplicando un enfoque de base local, es rentable y preserva las características físicas y la identidad de los lugares”.

Dicha Comunicación define y resalta al European Green Belt como proyecto de infraestructura verde a escala de la UE. La Comunicación promueve iniciativas en las que la colaboración sea la base de las actuaciones: “Los proyectos de infraestructura verde se llevan a cabo a escala local, regional, nacional o transfronteriza. No obstante, para optimizar el funcionamiento de la infraestructura verde y maximizar los beneficios, los trabajos desarrollados a diferentes escalas deben estar interconectados y ser interdependientes, lo que significa que los beneficios aumentan considerablemente cuando se consigue un grado mínimo de coherencia entre las diversas escalas. Si no se toman medidas a escala de la UE, solo habrá unas pocas iniciativas independientes que no garantizarán la realización de todo su potencial en materia de restauración del capital natural y de reducción de los costes de las grandes infraestructuras. Por ello, las partes interesadas esperan un compromiso claro y a largo plazo de la UE respecto al desarrollo y despliegue de la infraestructura verde”.

El problema ecológico-climático se extiende a la totalidad de la Cuenca Mediterránea y precisa de actuaciones a dicha escala, tanto en el Norte como en el Sur de la Cuenca. La diversidad política (política común de la UE en la subcuenca norte y ausencia de organización supranacional entre los países del Magreb en la parte africana), la influencia diferencial del Sahara en el clima de cada subcuenca y la mayor vulnerabilidad de los ecosistemas del sur ante agresiones antrópicas (deforestación más temprana, menor implantación de políticas de sostenibilidad...) aconsejan limitar las primeras actuaciones

al ámbito europeo. Las diferencias climáticas entre las cuencas europeas occidental y oriental (Adriático, Egeo...) y el mayor conocimiento científico del sistema climático occidental (CEAM) sugieren comenzar las acciones en la Cuenca Noroccidental Mediterránea (España, Francia e Italia) y conectar el MGC con el European Green Belt (EGB) en el Adriático para fortalecer la conexión entre diferentes infraestructuras verdes en la UE.

En el año 2020 estos plazos se han cumplido sobradamente y todavía no existen estas infraestructuras sobre el territorio.

### 3. Objetivo

El “cinturón verde del Mediterráneo”, “Infraestructura Verde del Mediterráneo” o “Mediterranean Green Belt” (MGB) tiene como finalidad garantizar los bienes y servicios ambientales de la cuenca del mediterráneo, a través de mantener la conectividad ecológica y la restauración ambiental del territorio Mediterráneo. El Mediterráneo es una zona especialmente vulnerable ante el cambio climático, además de ser especialmente valiosa por la gran diversidad biológica que acumula y también por ser un ecosistema especialmente estratégico, donde viven decenas de millones de personas de los países ribereños mediterráneos que, además, generan actividades económicas de gran valor añadido como el turismo, el comercio, la industria, etc. La cuenca mediterránea se extiende a lo largo de unos 3 800 kilómetros de este a oeste, desde el extremo de Portugal hasta las playas del Líbano, y unos mil kilómetros de norte a sur, desde Italia hasta Marruecos y Libia. Dentro de la Unión Europea, la región mediterránea abarca siete Estados miembros, de manera parcial (España, Francia, Italia y Portugal) o total (Chipre, Grecia y Malta)<sup>i</sup>.

El MGB pretende ser una gigantesca intervención capaz de propiciar un avance estratégico sin precedentes para la sostenibilidad ambiental en el sur de Europa, intervención que per-

mita afrontar los grandes desafíos que se avecinan como el cambio climático y la alteración humana de los paisajes para posteriormente poder extenderse hacia la ribera sur del mediterráneo.

El objetivo principal del proyecto es incorporar enfoques ecosistémicos a gran escala territorial para solucionar las causas y consecuencias del insostenible modelo de desarrollo socioeconómico establecido durante décadas que ya han tenido graves efectos sobre la biodiversidad. Estos efectos se están agravando y serán muy probablemente mayores por los efectos previsibles del Cambio Climático en la Cuenca Mediterránea tanto por efectos de fenómenos meteorológicos extremos como sequías, inundaciones, temporales, etc..

Esta iniciativa vincula a 5 estados europeos (España, Portugal, Francia, Italia y Eslovenia) y así podría conectar con el cinturón verde europeo. La ruta del Cinturón Verde sigue el curso de las fronteras que durante la segunda mitad del siglo XX dividieron los países comunistas de Europa del Este y los países capitalistas occidentales. Se divide en tres secciones regionales:

- Cinturón Verde Fennoscandiano: Noruega, Finlandia, Rusia, Estonia, Letonia y Lituania.
- Cinturón Verde de Europa Central: Polonia, Alemania (la frontera interior de Alemania), República Checa, Eslovaquia, Austria, Hungría, Eslovenia, Croacia e Italia
- Cinturón verde de los Balcanes (o del sudeste de Europa): Serbia, Montenegro, Kosovo, Bulgaria, Rumania, Macedonia del Norte, Albania, Grecia y Turquía)<sup>ii</sup>

#### 4. Necesidad de un cinturón verde mediterráneo

La Cuenca Mediterránea es un foco de actividad económica de primer orden (atracción de población y urbanización, turismo, alimentación e industria). En este territorio, a los problemas clásicos derivados de modelos de desarrollo desequilibrados sobre ecosistemas frágiles

se suma la violencia del problema del Cambio Climático, en parte sustentado por el modelo de desarrollo establecido en la costa urbanizada y en las áreas de producción agrícola intensiva aledañas durante las últimas décadas.

Así, la Cuenca Mediterránea Europea está sometida a un proceso de cambio acelerado de usos del suelo que repercute negativamente en la funcionalidad del ecosistema a través de procesos de compartimentación y desconexión ecológica, sobre consumo de recursos (especialmente el recurso agua y el recurso suelo), aumento de la contaminación atmosférica e hídrica y de las emisiones difusas de gases de efecto invernadero. A los impactos de origen antrópico indiscutible sobre la biodiversidad se añade el proceso de modificación climática, más abstracto en cuanto a origen, que es especialmente patente en las fachadas mediterráneas de las montañas que, casi en su totalidad, la circundan.

En el caso español (posiblemente en toda la Cuenca Mediterránea), la funcionalidad o disfuncionalidad del ecosistema produce efectos sobre la socioeconomía y el desarrollo de importantes áreas productivas de la costa. El clima de la Cuenca Mediterránea española está muy condicionado por la altitud, la orografía y el alineamiento y orientación de los sistemas montañosos y de las divisorias de aguas. Las montañas costeras mediterráneas españolas proveen de servicios ecosistémicos esenciales para las áreas costeras, muy pobladas y sometidas a un proceso de degradación ambiental que puede en breve comprometer el progreso económico. En la mayor parte de los valles que miran hacia el Mediterráneo el régimen climático es complicado, estando relacionados los episodios de lluvia y de tormenta cíclicos (especialmente los episodios estivales de tormenta) con regímenes complejos de vientos, temperaturas de las masas de aire y de la superficie del mar, la disponibilidad de agua libre en superficie y la concentración basal de vapor de agua en atmósfera, correlacionados a escala local y regional con aspectos negativos del modelo de



desarrollo: cambios acelerados en el uso del suelo en las áreas costeras turísticas, urbanización y artificialización de extensas superficies, desequilibrios entre la demanda de recursos y la oferta del medio natural, superación de los límites de la capacidad de acogida del ecosistema.

La modificación del clima y sus consecuencias a nivel ecológico y socioeconómico forman parte de un bucle de realimentación positiva de gran complejidad. Los efectos negativos de la modificación climática sobre los elementos que intervienen en el funcionamiento del ciclo hidrológico, biocenosis incluida, producen el aumento y la acumulación de los efectos negativos a la entrada del sistema, es decir, fortalecen la modificación acelerada del clima de la región. La interrelación entre ecosistemas y clima es indudable: en la ESSEM COST Action ES0805 "The Terrestrial Biosphere in Earth System" (2.009-2.014) se han tratado de consensuar ideas en torno al grado de complejidad mínimo necesario para incluir los mecanismos adaptativos de las especies en los actuales DGVM (Modelos de Dinámica de la Vegetación) con el fin de comprender mejor las posibles consecuencias del cambio climático sobre los ecosistemas terrestres y viceversa. Las acciones seleccionadas van encaminadas al mantenimiento/aumento de la biodiversidad y extensión de los hábitats y de su conectividad, aumento de su resiliencia y de su capacidad de respuesta ante el Cambio Climático y otras agresiones para continuar ofreciendo bienes y servicios ecosistémicos.

Se pronostican grandes impactos sobre la Cuenca del Mediterráneo asociados a la pérdida de biodiversidad derivada del Cambio Climático y de las actuaciones antrópicas.

La UE ha elaborado una "Hoja de ruta hacia una Economía baja en carbono competitiva en 2050" por la que los 28 países acuerdan un recorte del 40% en las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2030 (respecto a los niveles de 1990), una cuota de energías renovables del 27% y alcanzar un

30% de ahorro energético, favoreciendo así la transición energética hacia un modelo con menos emisiones y una economía "verde y circular". Esta Hoja de ruta no es solo un marco filosófico intelectual y teórico, sino que responde también a una necesidad real. En ella se basan los programas de cofinanciación de la UE para los próximos años y a su alrededor se organizará la normativa futura. Por lo cual, es un documento eminentemente práctico que obliga a incorporar acciones concretas en las decisiones administrativas de cualquier país con un mínimo de responsabilidad: las ayudas a la economía y la creación de empleo dependerán en parte del acceso a la financiación europea y ésta primará actividades económicas que satisfagan en lo posible las consideraciones del documento. La Hoja de Ruta citada es el análisis económico de prioridades en el marco general de la conservación de la biodiversidad y de la lucha contra el Cambio Climático en la UE.

Diversos estudios sobre "empleo verde" informan acerca del potencial ocupacional de actividades económicas emergentes relacionadas con la evolución necesaria del modelo de desarrollo. La UE obligará en el futuro a efectuar inversiones en procesos sostenibles a través de normativas explícitas que no podrán ser eludidas por las legislaciones nacionales. Las costas mediterráneas europeas son centros de atracción de población (aumento de la población residente; fuertes máximos estacionales turísticos) y espacios productivos de importancia (la huerta de Europa; industria alimentaria de transformación). Al contrario, el arco montañoso ha sufrido importantísimas pérdidas de población (efectivos, envejecimiento, masculinización...) y de actividad económica. (abandono de prácticas tradicionales sostenibles adaptadas al territorio que, sin pretenderlo, realizaban una función agroecológica que fortalecía la biodiversidad y la resiliencia).

Las actuaciones de gran escala encuadradas en infraestructura verde derivadas de las inversiones y resultados de este proyecto contribuirán a crear empleo para su ejecución y a

crear oportunidades empresariales en diferentes ámbitos (forestal, agroganadero, turístico, depuración de aguas, reciclaje de residuos, restauración de viviendas y de cascos urbanos rurales, energías renovables...). Existe ya en las montañas mediterráneas españolas de manera incipiente un movimiento de recolonización de zonas rurales y de organización de comercio de cercanía y autoabastecimiento protagonizado por un segmento urbano con perfiles muy característicos que, en algunos pueblos, está invirtiendo la tendencia de la pirámide de población. Un proyecto como éste podría ayudar a fijar población en el medio rural y a incrementar esta tendencia. La propia población de algunos núcleos rurales acomete, sin ayuda alguna y sin asesoramiento adecuado, pequeños proyectos verdes de depuración de aguas, mantenimiento de sistemas tradicionales de riego, cultivo de huertas, reconstrucción de casas, limpieza de montes y uso de la madera para calefacción y cocina. Todas estas acciones son beneficiosas para el mantenimiento de los ciclos naturales y para la supervivencia de los núcleos urbanos. Un proyecto como éste ayudaría a impulsar y optimizar un tipo de economía sostenible y rentable, fortalecería el sentimiento de comunidad y restituiría el orgullo, disminuiría la sensación de abandono y de inutilidad de la población local (perceptible) simplemente fomentando el convencimiento de que la economía y el confort de enormes contingentes de población urbana situados a menos de 100 kilómetros dependen de la salud de los ecosistemas casi despoblados que ellos habitan y que pueden ayudar a mejorar.

#### **4.1. Falta de coordinación entre políticas de conservación sometidos a diferentes regímenes administrativos en diferentes regiones y países**

Las políticas hasta ahora diseñadas de protección de espacios y especies han tenido más un enfoque por comunidad autónoma y lagunas veces por país. Este enfoque presenta una escala de planificación mayor incluyendo estas

actuaciones dentro de una matriz y un "pattern" más amplio a escala continental, y de varios países. España cuenta con un 26% de superficie protegida sobre el papel (Red NATURA 2000) que dista mucho de estar realmente protegida sobre el terreno. Pero estos enclaves no están adecuadamente interconectados. En dicha Red, solo el 3% de las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y el 11% de los Lugares de Interés Comunitario (LIC) tienen su plan de gestión aprobado, incumpléndose así con los plazos marcados por la legislación nacional, y eso que en dicha legislación seguimos aún con la estrategia de proteger "teselas", y no territorios amplios.

#### **4.2. Falta de protección de espacios clave para los procesos ecológicos esenciales como el agua, ciclos geoquímicos, etc.**

Hasta ahora el diseño de la Red Natura a través de las ZEPAS y LICs se destinó sobre todo a la protección de especies de interés en lugares determinados. Este enfoque de protección pretende incluir otros aspectos esenciales como la producción de bienes y servicios ecosistémicos como el agua, los ciclos geoquímicos o el paisaje.

#### **4.3. Importancia de la preservación de la circulación regional y los patrones meteorológicos del mediterráneo occidental**

La zona mediterránea europea está rodeada de cordilleras en muchas ocasiones muy cercanas a la costa en las que el proceso de modificación climática es especialmente patente en las fachadas que miran al mar, cuya meteorología se explica a través de modelos climáticos de escala local y funcionamiento muy diferente al que caracteriza el régimen frontal atlántico, predominante en gran parte de Europa Occidental. La Cuenca Mediterránea es una de las regiones del mundo más intensamente transformadas por la actividad humana. La desaforada construcción sobre las costas que se desarrolló durante las últimas décadas, ralentizada a partir del año 2007, con tasas de artificializa-

ción del suelo de dos hectáreas al día en los primeros 500 metros de costa (en los primeros 10 kilómetros de litoral pasó de 246.582 hectáreas artificiales a 338.717 en tan solo 18 años), ha producido un gran impacto y es un claro ejemplo de modelo de desarrollo insostenible. Esta superficie artificial suprimió zonas húmedas, bosques, huertas tradicionales. Y ha modificado, según diversos investigadores, los ciclos de lluvia y, desde luego, los ecosistemas existentes en esas zonas. El mantenimiento de la capacidad del ecosistema para mantener unas condiciones de habitabilidad viene planteando en esta región un equilibrio cambiante desde hace más de 3.000 años en el que uno de los vectores de transformación más determinantes es el Cambio Climático.

El principal nexo de unión entre las áreas que conformarían el MGC sería estar gobernadas por el régimen climático mediterráneo matizado por la cercanía a la costa y sufrir importantes alteraciones ecológicas derivadas de la modificación climática y de hechos antrópicos.

En la variedad española de Clima Mediterráneo solo una pequeña **proporción de las precipitaciones tiene origen atlántico** (vientos del W que empujan sistemas frontales de nubes; en torno al 15-20% del total anual) y la dinámica de la meteorología está muy influida por hechos regionales y locales relacionados con la gestión de recursos, el impacto ambiental de la economía intensiva (agricultura, turismo, vivienda, transporte) los cuales, en sinergia con las manifestaciones globales del Cambio Climático (gases de efecto invernadero, temperatura general de la atmósfera y del mar...), **caracterizan el proceso acelerado de degradación de los servicios ecosistémicos**. El funcio-

namiento del clima posee características concretas y bien conocidas<sup>1</sup> en la Cuenca Occidental del Mediterráneo. Esta situación, con atributos particulares en cada porción de la Cuenca Mediterránea (no todos los procesos climáticos son iguales en todos los puntos de la Cuenca) y en cada país (los países han desarrollado normativas no idénticas para definir sus modelos de desarrollo), **exige un manejo coordinado entre todos a través de Infraestructuras Verdes y Soluciones basadas en la naturaleza para afrontar el problema**.

Los ecosistemas antropizados tradicionales presentes en la Cuenca Mediterránea son altamente biodiversos a la par que sumamente frágiles ante distorsiones antrópicas y climáticas, interrelacionadas. En el prólogo de **Las montañas y el cambio climático: una preocupación mundial (COP 20; Lima) Manuel Sager, director general de Cosude (Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación), y Jan Dusik, director y representante regional de la Oficina Europea del PNUMA (UNEP)**, advierten que "las regiones de montaña suministran agua dulce para la mitad de la población mundial. Esta agua es indispensable para el uso doméstico, la irrigación de las tierras bajas y la producción de energía hidroeléctrica. Las montañas son además centros de diversidad biológica, fuentes clave de materias primas e importantes destinos turísticos. Como proveedoras de bienes y servicios ecosistémicos vitales, las montañas son esenciales para un desarrollo global sostenible". De acuerdo con estas consideraciones, **la oportunidad de actuar es mayor en las áreas montañosas despobladas que en las áreas costeras debido al carácter irreversible de algunos de los cambios relacionados con la artificialización del suelo sufrida durante**

<sup>1</sup> Millán, M. M., 2009. "El modo de acumulación en la Cuenca Mediterránea Occidental. Consecuencias para la contaminación atmosférica y ciclo hidrológico en Europa". Tecno Ambiente, 200: 67-80; Millán, M. M., 2009. "Sequías en el Mediterráneo / inundaciones de verano en Inglaterra y Centroeuro-

ropa: cosas que los modelos no ven del ciclo hídrico en Europa. ¿Por qué?". En: Rubio, J. L. and Ferri, A. M., (eds.). XVII Foro Juan Luis Vives. Medio Ambiente, un medio de oportunidades. Vol. 1. 175-179. Ayuntamiento de Valencia – FIVEC).

décadas, tanto en el interior como en las zonas más cercanas a la línea de la costa, donde las actuaciones posibles son de carácter más puntual y específico.

La Cuenca Mediterránea Occidental posee una circulación regional de características muy particulares: "durante el día se establece una conexión directa entre los vientos de superficie (hacia tierra) y sus flujos de retorno (hacia el mar) en altura, que se ha documentado en los proyectos (de investigación) europeos. También se ha documentado que las "brisas combinadas", a lo largo de todas las costas de la cuenca, se auto-organizan durante el día y generan una circulación regional específica... Informaciones similares se han recibido desde Italia (provincias de Basilicata, Calabria, Cerdeña, Sicilia y otras islas mediterráneas)<sup>iii2</sup>. El CEAM (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo; organismo involucrado en la elaboración de la normativa medioambiental de la UE) ha constatado una pérdida importante de precipitación estival debida a tormenta y cambios evidentes en la tipología y distribución espacial y temporal de las precipitaciones por ciclogénesis mediterránea (conocidas popularmente como "gotas frías") en el resto de las estaciones del año.

#### 4.4. Importancia de la preservación de la circulación regional y los patrones meteorológicos del mediterráneo occidental

Por otra parte, en los últimos 70 años se ha producido el proceso muy intenso de artificialización de la costa. *Este importante incremento de superficie artificial, con sus correspondientes cambios de ocupación del suelo en huertas, regadíos, humedales, saladares, etc., ha determinado una menor cantidad de evapotranspiración que ha contribuido a realimentar el proceso de modificación climática.*

Como consecuencia de estos hechos, los primeros síntomas de un cambio climático a escala regional están emergiendo ya en latitudes superiores de la Cuenca Noroccidental Mediterránea. *El proceso de distorsión climática se está extendiendo hacia Cataluña y el S de Francia y su influencia llega a regiones de la Europa eurosiberiana, en las que se suma a las propias distorsiones de origen atlántico que tienen lugar en dicha área.*

Las investigaciones del CEAM demuestran que los cambios recientes en el clima comenzaron hace tan solo unas pocas décadas en las latitudes medias de la Cuenca. *El umbral de las condiciones que permiten el disparo de las series de tormentas estivales se ha superado recientemente y todavía cabe la posibilidad de adaptarse a las nuevas condiciones a la par que se establecen acciones de raíz natural (las menos onerosas financieramente) para revertir el proceso de degradación climática en los próximos decenios y tratar de recuperar el funcionamiento meteorológico anterior a 1980.*

### 5. Metodología

Se debe aplicar una metodología que debe basarse en el conocimiento científico, en la mejor ciencia disponible y en las técnicas existentes y contrastadas para el diseño de redes de reservas, y que debe ser consensuado con los diferentes agentes sociales y económicos y administrativos del territorio.

En el proyecto se propone la delimitación preliminar de un gran cinturón ecológico en el entorno de la Cuenca del Mediterráneo hasta su conexión con el European Green Belt, que conectará las zonas más naturales o menos antropizadas y se establecerán ACTUACIONES GENERALES DE ENVERGADURA EN EL ÁMBITO

<sup>2</sup> El Cambio Climático, procesos y efectos en la Cuenca Mediterránea-Comunidad Valenciana". 2002. Millán Millán Muñoz. Director de la Fundación CEAM). Esta información fue ofrecida por el autor en una conferencia el 2 de octubre de 2002 en el

Centro Cultural de Bancaixa, en Valencia, con motivo del 225º aniversario de la Real Sociedad Económica de Amigos del País.



DE LAS NATURE-based SOLUTIONS Y DE LAS INFRAESTRUCTURAS VERDES para salvar la biodiversidad y adaptarse/mitigar el Cambio Climático. Se contará con socios habituales de máxima referencia científica del país del OS tales como el Museo de Ciencias Naturales, Barcelona Super Computing Center, Instituto Geográfico Nacional, AEMET, etc. y por supuesto con los ministerios competentes como Ministerio de transición ecológica y reto demográfico, Ministerio de Fomento y administración autonómica: Comunidad Valenciana, Catalunya, Región de Murcia, Comunidad de Andalucía y con los municipios interesados en primer lugar y posteriormente con los que presenten las condiciones geográficas, ecológicas y sociales para pertenecer al MGB.

Las acciones de carácter general, dada la enorme escala territorial del proyecto y su carácter internacional, serán complementadas con PROYECTOS PILOTO DE GRAN NIVEL DE DETALLE EN LOCALIZACIONES SELECCIONADAS por diferentes razones: existencia de estudios previos en materia de biodiversidad y clima, detección de problemas de urgente solución, existencia de iniciativas de repoblación forestal y mejora de la biodiversidad sustentadas por administraciones públicas o por la empresa privada, etc.).

Las acciones generales necesarias para realizar la delimitación del MGB han de superar los obstáculos derivados de la internacionalidad y del funcionamiento interno de los países involucrados a través de la comunicación y del consenso: han de establecerse criterios comunes y bases de datos homogéneas. Las acciones específicas para la elaboración y ejecución de cada proyecto piloto han de ser replicables en otros territorios, exigencia frecuente en las campañas de cofinanciación medioambiental de la UE.

La metodología consiste en establecer directrices para la identificación y conservación de los elementos del territorio que compongan la futura infraestructura verde del Mediterráneo, terrestre y marino, y para que la planificación

territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados.

La gran franja de conexión que se propone incluir dentro de la infraestructura tendrá en especial consideración, entre otros, los espacios protegidos, los hábitats en peligro de desaparición y las áreas con especies en peligro de extinción, las áreas de montaña, las zonas de elevadas pendientes, los cursos fluviales, los humedales, las vías pecuarias, las corrientes oceánicas, los cañones submarinos, así como las rutas migratorias y de dispersión que faciliten la conectividad de las distintas regiones con valor ambiental, el mantenimiento de las poblaciones y la biodiversidad y el flujo de los procesos ecosistémicos clave como los relacionados con el ciclo del agua, el ciclo de carbono, la fijación de suelo, así como el mantenimiento de los sistemas de alto valor natural o cultural originados como consecuencia de las buenas prácticas aplicadas por los diferentes sectores económicos, los hábitats prioritarios a restaurar, los terrenos afectados por los bancos de conservación de la naturaleza y los instrumentos utilizados por las administraciones competentes en la aplicación del Convenio Europeo del Paisaje. Otros enclaves de interés no catalogados en absoluto hasta ahora por las figuras de protección existentes tales como (regadíos tradicionales abandonados, terrenos hoy improductivos en franca evolución hacia la naturalización, ramblas, cursos de agua intermitentes, patrimonio arquitectónico rural...) podían ser también utilizados en este análisis para conseguir una verdadera conectividad de espacios en el pasillo montañoso, un verdadero corredor verde, y establecer conexiones entre estos y las áreas fuertemente antropizadas de las zonas productivas agrícolas y las urbanizaciones costeras.

Utilizando la información cartográfica digital disponible sobre usos del suelo y diversas variables ambientales, la idea es generar redes de corredores alternativos que conecten los espacios de elevado valor ambiental identificados mediante Sistemas de Información Geográfica y de modelización capaces de estimar la adecuación ambiental de cada unidad espacial y diseñar redes de corredores. En este proceso resultará especialmente importante identificar aquellos territorios que dificultan o impiden la conectividad de las áreas clave. Estas “barreras” deben ser identificadas y priorizadas para diseñar ulteriormente planes locales de actuación que recuperen la conectividad perdida. El uso de información climática sobre escenarios de cambio futuros permitirá, además, proponer áreas que, en un futuro próximo, puedan servir como zonas de conectividad ecológica para las especies y los procesos ecosistémicos en diferentes escenarios de cambio climático previstos. En conclusión, se trata de definir un territorio especialmente rico desde el punto de vista de los bienes y servicios de los ecosistemas que son especialmente valiosos para el futuro en un escenario de cambio climático. Conservar y mantener procesos vitales tales como el ciclo del agua, la resiliencia (ecológica y socioeconómica) frente al cambio climático y la protección de la biodiversidad en su conjunto, no únicamente de determinadas especies particulares o de ciertos lugares emblemáticos cuya funcionalidad ecológica se ve amenazada por las actividades sometidas a control insuficiente situadas fuera de ellos.

### 5.1. Ámbito del proyecto

La propuesta es iniciar el proyecto de MGB en cuatro países, Portugal, España, Francia e Italia con el objetivo de unirse con la actual infraestructura verde europea hasta llegar a la actual infraestructura verde europea. No se descarta que en el futuro se pueda lanzar el proyecto en el sur del Mediterráneo involucrando a los países ribereños con el fin de seguir creando un gran anillo de conservación que abarque toda la cuenca.

El anillo verde se extenderá por la extensa costa española y seguirá por el sur Francia y norte de Italia hasta unirse con el European Green Belt en el Adriático, pero ambiciona abrazar a todos los países ribereños del Mediterráneo, algunos de los cuales han sufrido los efectos del Cambio Climático durante un lapso temporal más prolongado (la distorsión climática comenzó hace ya mucho tiempo en los países de la orilla meridional y se despliega hacia el norte a gran velocidad). La magnitud del problema obliga a considerar grandes espacios de gestión transnacionales (prevención, conservación, restauración...), lo cual trasciende la idea de proteger y gestionar pequeñas manchas aisladas con objetivos y programas limitados y parciales.

El principal nexo de unión entre las áreas que conformarían la Mediterranean Green Infrastructure sería **estar gobernadas por el régimen climático mediterráneo**. En éste, **una pequeña proporción de las precipitaciones tiene origen atlántico** (vientos del W que empujan sistemas frontales de nubes; en torno al 20% del total anual) **y la dinámica de la meteorología está muy matizada por hechos regionales y locales** como la cantidad y tipología de la biomasa (bosques, matorrales, pastos, cultivos), la capacidad de los usos del suelo para aportar o restar humedad a la atmósfera y al suelo (efecto “isla térmica” en ciudades, dificultad de infiltración en áreas artificializadas, evapotranspiración de cultivos y vegetación natural) los cuales, junto a la incidencia de los hechos globales (gases de efecto invernadero, temperatura general de la atmósfera y del mar...), caracterizan cualquier proceso de Cambio Climático.

### 5.2. Soluciones basadas en la naturaleza

Las soluciones de **adaptación/mitigación ante el Cambio Climático** deben abarcar todos los aspectos de la planificación territorial, ser consecuentes con las escalas en las que actúa el clima, escenarios amplios o más locales, ser

transversales a cualquier política sectorial y toma de decisiones. **Han de ser soluciones sistémicas basadas en la comprensión y el respeto de los ciclos naturales.** Cambio Climático y Ciclo Hidrológico están tan íntimamente relacionados en el Mediterráneo que cualquier actuación ha de considerar todas las variables implicadas en el funcionamiento de los frágiles hábitats que se extienden por la Cuenca, entre las cuales destacan **el estado de la vegetación natural, la salud de ríos, la desaparición de muchos humedales las prácticas agroganaderas tradicionales y modernas y la superdimensión de la urbanización y de la artificialización del territorio.**

### 5.3. Establecimiento de soluciones basadas en la naturaleza (Nature-based Solutions / NbS) y de infraestructuras verdes (IV)

Los objetivos de la “Estrategia sobre la Biodiversidad hasta 2020” plantean la implantación de infraestructuras verdes, la restauración de al menos el 15% de los ecosistemas degradados (2020) y evitar la pérdida neta de ecosistemas y servicios ecosistémicos antes de 2015. Asimismo, promueve la aplicación de medidas que potencien la biodiversidad en áreas agrarias y la gestión sostenible en áreas forestales a través de planes de gestión forestal adecuados.

Las áreas costeras muy urbanizadas y las de actividad económica intensiva (agricultura, ganadería e industria transformadora) han eliminado desde los años 60 extensas áreas naturales y compartimentado los hábitats. La conectividad ecológica, la funcionalidad ecológica y las condiciones abióticas están bajo mínimos en esta subregión, situándola en los L3 y L4 del 4-Level Model for Ecosystem Restoration (Restoration Priority Framework). Además, la extensa artificialización del suelo y la intensificación de las prácticas agrícolas restan humedad a las masas de aire basales inutilizando el mecanismo que regula la precipitación local estival. Este efecto es sinérgico a nivel regional con el Cambio Climático Global. Los datos son aterradores: la media de ocupación entre 1987 y

2005 fue de 2.800 has anuales (8 has/día transformadas). Todo esto supone que en menos de una generación un 43% del litoral mediterráneo español se haya convertido en artificial. Estos cambios son casi irreversibles en el corto plazo.

La oportunidad de actuar es mayor en las áreas montañosas despobladas, en su mayor parte dentro del L2 del 4-Level Model mencionado. Es la salud de estas áreas la que garantiza los servicios ecosistémicos imprescindibles para el desarrollo de las otras. Y su funcionalidad está amenazada por el Cambio Climático y, además, todos los modelos nacionales de distribución de especies pronostican decaimiento y banalización de los hábitats. Por ello son necesarias acciones prácticas de urgencia que delimiten el espacio afectado y concedan la importancia real de los servicios ecosistémicos asociados a los hábitats allí existentes.

El Marco de Prioridades de Restauración aconseja para el caso de efectos ecológicos del Cambio Climático ajustar las superficies de los ecosistemas para mitigarlo. Y adaptar la restauración de los ecosistemas existentes amenazados para aumentar su resiliencia y la funcionalidad de los ciclos naturales. Para ello es necesario cartografiar y evaluar con este objetivo ecosistemas y servicios adaptándose a la clasificación del Anexo IV (tipos de ecosistema y descriptores potenciales) del documento citado con el fin de contribuir a caracterizar su estado ecológico (GES, FCS, FRV, etc.) y establecer áreas prioritarias y potenciales de localización de infraestructuras verdes (Green Infrastructures/GI) y de Soluciones basadas en la Naturaleza (NbS).

### 5.4. Cooperación entre los países europeos de la cuenca mediterránea y participación pública

El Mediterranean Green Belt (MGB) se plantea como un gran corredor ecológico internacional en el que integrar los hábitats montañosos y costeros mejor conservados, los catalogados

en la Red NATURA 2000 de la UE, los espacios protegidos bajo normativas nacionales haciendo especial énfasis en las zonas transfronterizas. Pero, además, debería incluir áreas agrícolas tradicionales (la Cuenca Mediterránea es muy rica en adaptaciones productivas sostenibles ancestrales: mosaico agrícola mediterráneo, sistemas tradicionales de regadío en montaña y vega, red de vías pecuarias de la trashumancia...) y zonas urbanas en las cuales se deberían adoptar códigos de buenas prácticas que contribuyan desde las extensas áreas urbanizadas a la interconexión ecológica y el mantenimiento de los bienes y servicios ecosistémicos.

Este anillo verde pretende extenderse por la costa española y continuar por el S Francia y N de Italia hasta unirse con el European Green Belt en el Adriático (Figura 1), pero ambiciona abrazar en el futuro a todos los países ribereños del Mediterráneo, algunos de los cuales han sufrido los efectos del Cambio Climático y la destrucción de la biodiversidad durante un lapso temporal más prolongado (la distorsión climática comenzó hace ya mucho tiempo en los países de la orilla S y se despliega hacia el N a gran velocidad). La magnitud del problema obliga a considerar grandes espacios de gestión (prevención, conservación, restauración...), lo cual trasciende la idea de proteger y gestionar pequeñas manchas aisladas con objetivos y programas limitados y parciales (lo que contraviene el enfoque ecosistémico en proyectos promovido por la UE). Se trata de conservar y mantener procesos vitales tales como el ciclo del agua, la resiliencia (ecológica y socioeconómica) frente al cambio climático y de garantizar la protección de la biodiversidad en su conjunto, no únicamente de determinadas especies particulares o de ciertos lugares emblemáticos cuya funcionalidad ecológica se ve amenazada por las actividades sometidas a control insuficiente situadas fuera de ellos.

El corredor se extiende principalmente por la región biogeográfica mediterránea de España,

Portugal, Francia, Italia y sur de Eslovenia, y también por parte de la región alpina en los pirineos orientales, y la vertiente meridional de los Alpes, y la región biogeográfica Continental de Italia y Eslovenia; localizándose solo en la región mediterránea hasta 120 tipos de hábitats de interés de la Directiva 92/43; 120 en región mediterránea, 29 prioritarios, que junto con la distribución de las especies han propiciado la declaración de cerca de 1.300 lugares de la Red Natura 2000.

### 5.5. Máximo consenso y participación pública

La propuesta se deberá lanzar e implementar buscando el máximo de consensos entre los diferentes niveles de administración y las diferentes actuaciones humanas e intereses que gravitan hoy sobre el territorio. se deberá explicar con detalle los beneficios que tienen para que todas estas actuaciones de conservación de la biodiversidad y de mantenimiento del ciclo del agua en un presente y futuro enmarcado por el escenario de cambio climático.



Figura 1. Recorrido ideal de la MGB y conexión con el EGB en el NE de Italia



## 6. Ventajas de la realización del proyecto MGB

### 6.1. Efectos positivos ambientales y ecológicas

- aumento de la resiliencia ante el cambio climático.
- conectividad para las especies y los procesos y, por tanto, mantenimiento de la diversidad genética.
- mejora de la conectividad ecológica.
- para combatir las causas y los efectos del cambio climático mediante actuaciones de minimización y adaptación
- herramienta clave para la conservación,
- es totalmente estratégico para el mantenimiento de funciones básicas de los ecosistemas como productores de agua, fijación de suelos, ciclo del agua, ciclos del carbono y del nitrógeno.
- protección de biodiversidad como área de distribución, migración y colonización para numerosas especies terrestres de alto valor para la conservación, entre las que se deben destacar varias de las incluidas en las Directivas de Hábitats y Aves, 18 mamíferos entre los que destacan dos prioritarias, Lynx pardinus, el Canis lupus lupus; 7 reptiles con una prioritaria, 9 anfibios con dos prioritarias, y numerosas especies de peces con tres prioritarias, así como infinidad de aves, entre las que destacan aquellas que usan el mediterráneo dentro de su ruta migratoria, y las propias de hábitats húmedos litorales. y realizadores de funciones climáticas esenciales y que entronca con el cinturón verde Europeo es una importante ruta de migración para varios mamíferos en peligro de extinción como el oso pardo Ursus arctos, el lobo Canis lupus, el lince Lynx, el gato silvestre Felis silvestris de Wild Cat y Nutria Otter de Eurasia, Lutra lutra, contiene importantes áreas de nidificación para aves migratorias, y es un último retiro para altamente especies en peligro de extinción, como el gran

grillo de sierra de cola Polysarcus denticauda, Margaritifera margaritifera de mejillón de agua dulce y Ciconia nigra de cigüeña negra especialmente en los paisajes de uso intensivo de Europa central;

### 6.2. Efectos positivos sobre la socioeconomía

- garantizar la permanencia en el tiempo de los bienes y servicios ecosistémicos necesarios para el desarrollo socioeconómico.
- para reducir la asimetría dotacional entre el entorno costero severamente urbanizado e intensivo y el entorno rural montañoso despoblado y biodiverso, de cuya funcionalidad depende el primero.
- producción de bienes y servicios ambientales que pueden ayudar a mantener la economía productiva local.
- desarrollo de turismo sostenible, respetuoso e integrado con el medio ambiente
- mejor calidad de vida.
- conservación de prácticas tradicionales.
- interacción cultural con otras poblaciones incluidas en las rutas de conexión.
- monumento histórico y cultural vivo de historia europea reciente, una herramienta para el desarrollo regional sostenible, el turismo de naturaleza y sensibilización en materia de conservación de la naturaleza y conservación de la diversidad biológica en diferentes niveles sociales y políticos;
- el "Cinturón Verde Mediterráneo" es también una herramienta importante para cooperación a diferentes niveles, para promover el entendimiento entre las naciones y a largo plazo y convivencia pacífica

## 7. Resultados finales esperables del Proyecto.

El resultado final de la implementación real será el siguiente:

- I. una propuesta de cartografía que identifique corredores, núcleos de obstrucción,

condiciones ambientales distintas y usos variados del territorio, la cual deberá contrastarse con la existen en las propias administraciones nacionales, autonómicas y locales, pudiéndose proponer crear una figura de conservación nueva y de menor rango de protección que los actuales espacios protegidos, pero capaz de restringir la realización de algunas políticas territoriales y potenciar aquellas otras sostenibles que favorezcan los fines de la infraestructura verde del Mediterráneo.

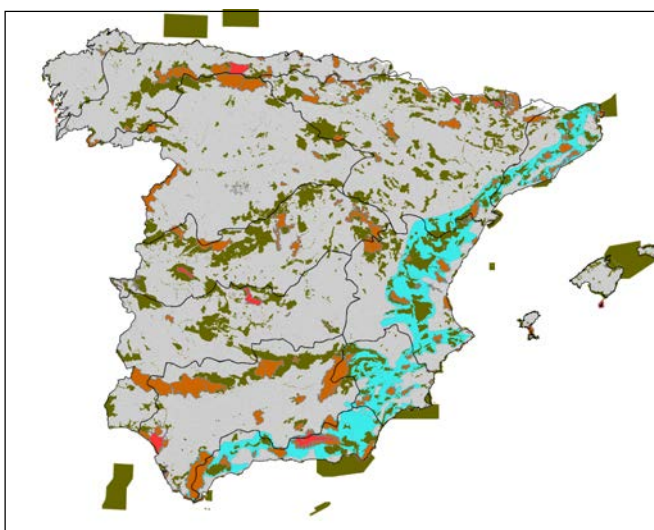


Figura 2. Espacios protegidos y catalogados y delimitación aproximada de la Mediterranean Green Infrastructure en España.

- II. una propuesta de gobernanza del territorio donde se incluyan una serie de acciones propositivas para mantener y restaurar los ecosistemas pero también se delimiten una serie de actuaciones que pueden ser o están siendo lesivas para el mantenimiento de esos bienes y servicios de los ecosistemas.
- III. realización de programas piloto a escala territorial inferior en localizaciones seleccionadas, según diferentes criterios, que sean exportables y aplicables al resto del territorio. Detalle de los aspectos innovadores de conservación de las especies y los ecosistemas y de extensión de buenas prácticas agrari-

rias, ganaderas y forestales, que puedan valer para el resto de los ecosistemas mediterráneos y para otras partes de Europa.

- IV. análisis de los ecosistemas con mayor interés para la conservación que se encuentren en las zonas fronterizas y que sean claves para la continuidad del MGB. Así las zonas de Pirineos entre Francia y España, el bosque mediterráneo de la raya entre España y Portugal y los humedales costeros del golfo de Cádiz y las riberas del Guadiana, o los ecosistemas de transición entre alta montaña pirenaica y monte mediterráneo en la frontera hispano-francesa (Figura 2), y los humedales costeros de dicha área; entre Francia e Italia los hábitats de alta y media montaña de los Alpes marítimos, especialmente en la conexión entre el Parc National du Mercantour y el Parco Naturale delle Alpi Marittime (aunque se escapan de los límites de la región biogeográfica Mediterránea), o los hábitats de monte mediterráneo de los espacios más cercanos a la costa (Figura 3), y entre Italia y Eslovenia,

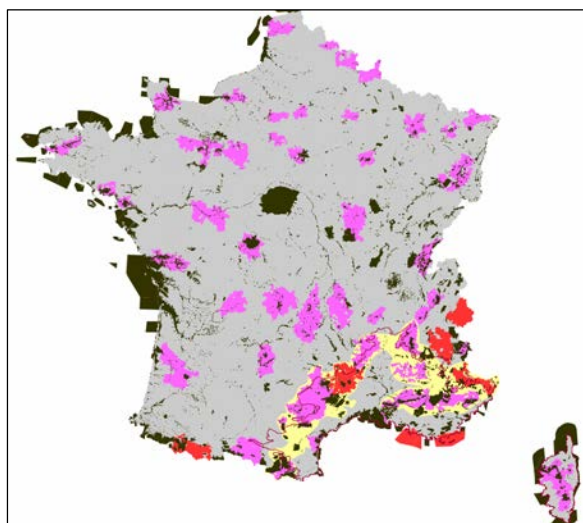


Figura 3. Espacios protegidos y catalogados y delimitación aproximada de la Mediterranean Green Infrastructure en Francia.

los hábitats que articulan la conexión entre la costa de Trento, los Alpes Dináricos y la península de Istria, donde conectan las regiones biogeográficas continental, alpina y Mediterránea (Figura 4). Es importante observar, que salvo entre España y Portugal, las demás fronteras implicadas coinciden con cuellos de botella en la conexión de la región biogeográfica mediterránea, por lo que a los beneficios para la inte-

gración transnacional que suponen los proyectos Interreg, se añade la conveniencia de actuar en puntos de destacada fragilidad para la conectividad biológica.

- V. El Mediterranean Green Belt aumentaría el nivel de coordinación en la gestión entre espacios sometidos a regulaciones particulares, demasiado inconexos entre ellos.

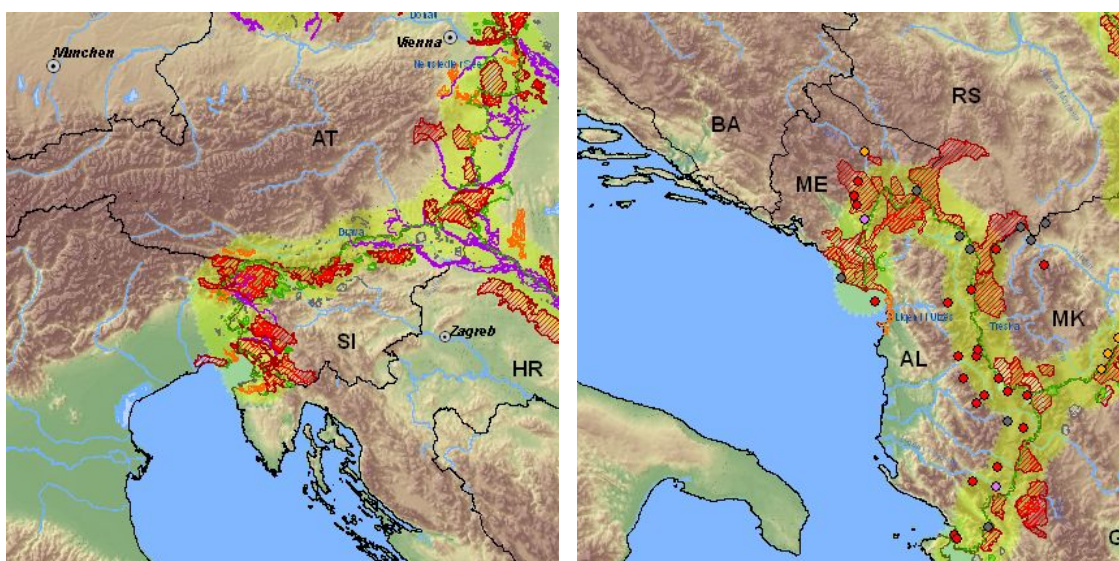


Figura 4. Posible área de actuación en Italia para establecer una conexión con el ex-tremo balcánico del European Green Belt en el Mar Adriático.

i [https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/biogeos/Mediterranean/KH7809610ESC\\_002.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/biogeos/Mediterranean/KH7809610ESC_002.pdf)

ii [https://en.wikipedia.org/wiki/European\\_Green\\_Belt](https://en.wikipedia.org/wiki/European_Green_Belt)





PLAN SIGMA. ÁREA DE DESCARGA DE INUNDACIONES. KALKENSE MEERSEN, FLANDES  
Pensado para hacer frente a las inundaciones del Río Escalda y sus afluentes sobre la región de Flandes, ha creado una zona de descarga para las crecidas del río de de 950 Ha,

Foto: (IMAFEN: <https://www.sigmaplan.be/en/>)



LAGUNA DE BALDAIO. A CORUÑA

Núcleo (nodo) de la red de infraestructura verde del área de A Coruña. Presenta un interés especial por sus valores ecológicos, su biodiversidad y por sus servicios de regulación, en particular el secuestro de carbono azul.

Foto: Equipo de investigación de la Escuela Gallega del Paisaje.



## REVEGETACIÓN URBANA COMO SOLUCIONES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Jon Laurenz<sup>1</sup>, Daniel Roehr<sup>2</sup>, Jone Belausteguioitia<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este artículo pretende analizar las soluciones urbanas de infraestructura verde desde el punto de vista de la arquitectura y el urbanismo. Se trata de un concepto muy amplio y transversal que engloba disciplinas y profesiones muy diferentes; las cuales deben alimentarse unas a otras para conseguir la mejor solución urbana posible.

Por ello, desde el enfoque de la arquitectura y el urbanismo, este artículo trata de aportar una serie de datos sobre cómo la infraestructura urbana verde contribuye a la mitigación y adaptación al cambio climático. De este modo, esta investigación analiza los beneficios urbanos que se alcanzan a través de una intervención urbana verde global; la cual incluye cubiertas vegetales, fachadas vegetales y soluciones urbanas de drenaje sostenible. Su contribución a la mitigación y a la adaptación al cambio climático se estudian desde diferentes aspectos tales como: la reducción en la demanda energética del edificio; la capacidad de bio-retención de las aguas torrenciales, y, por lo tanto, disminuyendo los riesgos de inundaciones; la reducción de espacios urbanos cálidos que contribuyen a la isla de calor; y la contribución a la salud urbana. Para ello primero se incluye una clasificación de soluciones urbanas verdes, analizando diferentes casos de estudio realizados en Alemania, España, Canadá, y EEUU; con el fin de identificar la contribución de estas soluciones urbanas verdes a la mitigación y adaptación al cambio climático. Tras este análisis se desarrollan una serie de herramientas urbanas para fomentar este tipo de soluciones tanto desde la administración pública, como desde la promoción privada. Se analizan una serie de herramientas urbanas para poder implementarse en las normativas urbanas municipales con el fin de ayudar a impulsar y a desarrollar estrategias y políticas urbanas en esta dirección. Finalmente, se proponen aplicar estas soluciones urbanas verdes a unos proyectos urbanos concretos en Amurrio (Araba, Spain) y Balmaseda (Bizkaia, Spain). El artículo concluye aportando datos sobre la contribución de los proyectos urbanos verdes planteados a la mitigación y adaptación al cambio climático y propone que se deberían extender en las ciudades, este tipo de intervenciones urbanas verdes, a mayor escala, para conseguir minimizar las consecuencias del cambio climático en los espacios urbanos.

**Palabras clave:** cambio climático, bio-retención, pavimentos verdes, fachadas verdes.

### SUMARIO

1. Introducción. 2. Metodología. 3. Clasificación de las infraestructuras urbanas verdes. 3.1. Envoltentes Verdes de los Edificios: Cubiertas y Fachadas Vegetales. 3.1.1. Fachadas Vegetales (en inglés se conocen como green walls o living walls). 3.1.2. Cubiertas Vegetales (conocidas en inglés como green roofs o living roofs). 3.2. Infraestructura Urbana Verde en el espacio público. 3.2.1. Sombreamiento Verde (en el término inglés: Green Canopies). 3.2.2. Sistemas de Infiltración Verde (Green Infiltration Systems). 3.2.3. Pavimentos Verdes. 3.2.4. Áreas de bio-retención. 4. Herramientas y estrategias de normativas urbanas. 5. Contribución de las intervenciones urbanas verdes para la mitigación y adaptación al cambio climático: casos de estudio. 6. Conclusión y discusión. 7. Referencias

### 1. Introducción

Este artículo defiende la necesidad de realizar intervenciones globales de infraestructuras

urbanas verdes como respuesta a las consecuencias del cambio climático. Tras el Acuerdo Internacional de París de 2015<sup>1</sup>, que resultó ser

<sup>1</sup> Arquitecto y doctorando por la Universidad del País Vasco

<sup>2</sup> Profesor Asociado de la Escuela de Arquitectura y Paisajismo de la Universidad British Columbia, Canadá

<sup>3</sup> Arquitecta y doctoranda por la Universidad del País Vasco

<sup>1</sup> <https://unfccc.int/>

un punto de inflexión en el compromiso internacional de los países para combatir los riesgos del cambio climático. Unido este acuerdo al último informe de octubre de 2018 del Panel Intergubernamental sobre el cambio Climático (IPCC)<sup>2</sup> en el que se insta a tomar acciones urgentes para limitar los impactos del Cambio Climático; esta investigación propone nuevos diseños de regeneración urbana basados en una profunda intervención urbana verde.

¿Pero tienen sentido este tipo de intervenciones urbanas verdes? ¿Merecen la pena? ¿En qué términos se logran los beneficios ambientales que se les presupone? En este escrito se analiza la idoneidad de este tipo de intervenciones, y pretende aportar datos sobre sus beneficios urbanos ambientales. Estudia en qué medida se alcanzan diferentes objetivos ambientales implementando estos conceptos de diseño urbano verde a dos proyectos concretos de diferente escala; a escala de edificio en Balmaseda, Bizkaia y a escala urbana en Amurrio, Araba. En el caso de la rehabilitación del edificio de Balmaseda, se combina una cubierta vegetal y la integración de un invernadero en el bajo-cubierta con un diseño de jardines de agua en el jardín contiguo al edificio. En el caso del diseño urbano verde propuesto en Amurrio se combinan soluciones de drenaje urbano sostenible, parkings verdes, y pérgolas vegetales. Mediante estos proyectos de regeneración urbana verde se comprueba la necesidad de integrar este tipo de soluciones urbanas verdes en proyectos de regeneración urbana que reducen considerablemente diferentes impactos del cambio climático; tanto mediante soluciones de mitigación (cubiertas vegetales) como mediante soluciones de adaptación (sistemas de drenaje urbano sostenible y sombreamientos vegetales). Finalmente, se proporcionan una serie de herramientas urbanas para poder implementar este tipo de soluciones urbanas verdes en las normativas urbanas.

## 2. Metodología

Este análisis comienza recopilando un compendio de buenas prácticas de infraestructura urbana verde en diferentes partes del mundo. Una vez analizadas las clasifica en dos principales categorías: a escala del edificio, como infraestructura urbana verde en el espacio privado; y a escala urbana, como infraestructura urbana verde en el espacio público. Estas dos principales categorías se desglosan a su vez en distintas subcategorías.

La investigación identifica entonces una serie de oportunidades que representan las infraestructuras urbanas verdes. Explora las contribuciones que este tipo de intervenciones urbanas verdes proporcionan para mitigar el cambio climático divididas en dos campos principales: el primero referente a las soluciones de adaptación al cambio climático; en cuanto a la reducción de los efectos de la isla de calor; de la escorrentía de las lluvias y por lo tanto de los riesgos de inundación; así como la contribución a las calidades del agua y del aire (salud urbana). El segundo referente a las soluciones de mitigación al cambio climático, en términos de eficiencia energética y la reducción en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

El estudio analiza además una serie de herramientas y estrategias urbanas para poder implementar este tipo de soluciones en las diferentes normativas urbanas municipales. Incluye un estudio sobre diferentes herramientas urbanas desarrolladas con la finalidad de impulsar este tipo de soluciones urbanas verdes, llevadas a cabo en diferentes partes del mundo; enfocadas tanto a los espacios urbanos públicos como privados.

Considerando todo este análisis previo, el artículo propone implementar una intervención urbana verde a dos casos de estudio reales, y analizar su contribución a mitigar y adaptarse

<sup>2</sup> IPCC Press Release, 2018/10/08.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr\\_181008\\_P48\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_en.pdf)

al cambio climático. De este modo, se proponen una serie de soluciones urbanas en un espacio urbano público de Amurrio (Araba) y en un edificio existente en Balmaseda (Bizkaia), incluido su espacio de jardín adosado. En el caso del espacio urbano de Amurrio, se trata de un espacio dominado principalmente por los coches, en el que el 95% de la superficie urbana es impermeable. El proyecto de regeneración urbana verde propone incrementar la superficie verde hasta el 25% de la superficie urbana total. Para ello combina diferentes soluciones urbanas verdes como las áreas de bio-retención y las pérgolas vegetales, como soluciones de adaptación al cambio climático.

Mientras que en el caso del proyecto de rehabilitación del edificio de Balmaseda y su jardín, se implementan soluciones de adaptación y mitigación al cambio climático. En el caso de las soluciones de mitigación, se proponen soluciones de eficiencia energética, mediante un importante aislamiento térmico de las fachadas del edificio, su cubierta y ventanas; llegando a reducir más del 55% de la demanda energética del edificio. En cuanto a las soluciones de adaptación el proyecto incluye un invernadero integrado en el bajo-cubierta del edificio; así como unas tejas vegetales y sistemas constructivos secos para minimizar la generación de residuos de la rehabilitación. En el jardín se proponen soluciones de jardines de agua, exponiendo el tratamiento natural de las aguas pluviales recibidas en el espacio verde. La investigación proporciona unos datos concretos sobre cómo las soluciones propuestas contribuyen a la mitigación y adaptación al cambio climático.

El artículo culmina con las conclusiones de la investigación y con la discusión que se pretende fomentar a través de este estudio. Reclama más estudios e investigaciones urbanas de este tipo para poder impulsar y desarrollar

intervenciones de regeneración urbana verde a mayor escala; y explora la contribución y barreras halladas al implementar este tipo de soluciones urbanas verdes en los proyectos de regeneración urbana.

### 3. Clasificación de las infraestructuras urbanas verdes

Cada vez son más los ejemplos que se pueden hallar en muchas ciudades de todo el mundo, dentro del concepto de infraestructura urbana verde. Existen, además, muchos términos utilizados para referirse a conceptos muy similares. En este apartado se pretende recoger y analizar dichos términos, así como clasificarlos en diferentes tipos de Infraestructura Urbana Verde. De este modo, en Europa es muy común referirse al concepto de soluciones de adaptación al cambio climático, como "Soluciones Basadas en la Naturaleza" (en inglés: Nature-Based Solutions: NBS); y Renaturalización de las ciudades (en inglés "Re-naturing Cities"<sup>3</sup>). Resulta también habitual encontrarse con el término usado en todo el mundo de los Sistemas de Drenaje Sostenible (en inglés Sustainable Urban Drainage: SUD) (Mrowiec, 2016); así como Re-vegetación Urbana (urban re-vegetation) (Schröder, Glan-dorf y Kiehl, 2018). En Estados Unidos, y más concretamente en la costa oeste del país, es muy común referirse a este concepto mediante el término de Desarrollos de Bajo Impacto (Low Impact Developments: LID) (Radcliffe, 2017); o en el caso de Canadá suele ser más frecuente usar el término de Calles Verdes (Green Streets) (Roehr, Laurenz y Kong, 2008). Este artículo propone englobar todos estos términos bajo el paraguas del concepto de las Infraestructuras Urbanas Verdes (Green Urban Infrastructure) (Mathey, Arndt, Banse. y Rink; 2018) considerando que es el concepto que mejor recoge la globalidad

<sup>3</sup> European Commission. Nature-Based Solutions; Policy Topics Online, <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>.

de los diferentes términos hallados durante el análisis internacional realizado.

Una vez realizado este análisis de los diferentes conceptos se realiza una clasificación de las Infraestructuras Urbanas Verdes dividiéndolas en dos categorías principales: Aquellas asociadas a los sistemas constructivos de un edificio – Envoltente Verde de los Edificios; y aquellas asociadas al espacio público urbano – Infraestructura urbana pública verde. Se recogen a continuación las diferentes subcategorías de cada una de estas dos principales categorías:

### 3.1. Envoltentes Verdes de los Edificios: Cubiertas y Fachadas Vegetales

Esta primera categoría de las Infraestructuras Urbanas Verdes en los edificios se compone de dos sistemas constructivos principales: Fachadas Vegetales y Cubiertas Vegetales; tal y como se describen a continuación.

#### 3.1.1. Fachadas Vegetales (en inglés se conocen como green walls o living walls)

Tal y como se reflejaba en una investigación anterior se clasifican las fachadas vegetales en fachadas vegetales transparentes y opacas. (Figura 1). Estos dos tipos principales de fachadas vegetales se dividen a su vez en otras cinco subcategorías: en cuanto a las fachadas vegetales opacas, se desglosan entre aquellas plantas trepadoras que cubren un muro opaco; aquellas que actúan como un tapiz vegetal; y aquellas que aquellas compuestas por paneles vegetales modulares.

Types of Green Façade	
1 OPAQUE	Greenery climbing through an opaque wall
	Greenery attached to an opaque wall as a green tapestry
	Greenery composed of green vertical panels
2 TRANSPARENT	Greenery between two transparent layers
	Greenery in the external layer and a transparent wall as the internal layer

Figura 1. Tipos de Fachada Vegetal. (Laurenz y Roehr, 2008)

En cuanto a las fachadas vegetales transparentes se desglosan en aquellas cuya vegetación se

dispone entre dos pieles transparentes; y aquellas en las que la vegetación cubre externamente una piel transparente a modo de celosía vegetal (Laurenz y Roehr, 2008).

#### 3.1.2. Cubiertas Vegetales (conocidas en inglés como green roofs o living roofs)

Al igual que en el caso de las fachadas vegetales, las cubiertas vegetales se clasifican también en dos grupos principales: cubiertas vegetales extensivas e intensivas (Bonoli, Conte, Maglionico, y Stojkov, I, 2013). El espesor de la capa vegetal es lo que determina una u otra tipología, que conlleva a su vez un tipo de plantas u otras. Si la capa vegetal es moderada, de entre 8-15 cm se consideran como cubiertas vegetales extensivas; mientras que a partir de ese espesor se tratan de cubiertas vegetales intensivas. (Figura 2).

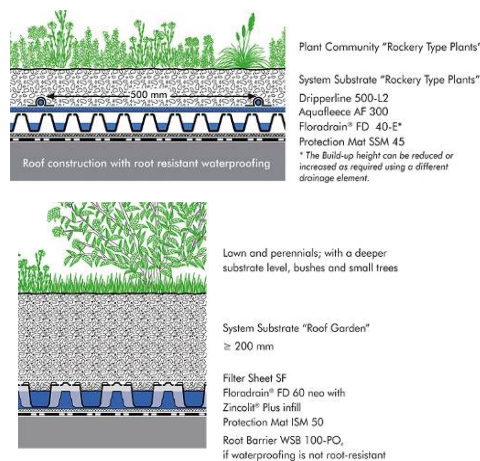


Figura 2. Sistemas de Cubiertas Vegetales de Zinco. <https://zinco-greenroof.com/green-roof-systems>

### 3.2. Infraestructura Urbana Verde en el espacio público

Si bien los parques urbanos son los espacios verdes clásicos de las ciudades, en esta clasificación de Infraestructuras Urbanas Verdes en el espacio público, no se incluyen estos espacios urbanos verdes, por ser suficientemente amplios para ser tratados en una investigación específica. Del mismo modo se han considerado los corredores o bulevares verdes. Por lo que en esta investigación se han tenido en cuenta los siguientes grupos de Infraestructuras Urbanas Verdes:



### 3.2.1. Sombreamiento Verde (en el término inglés: Green Canopies)

Se distinguen dos tipos principales de cubriciones vegetales urbanas: sombreamientos urbanos naturales, como los árboles; o las que requieren de elementos artificiales como las plantas trepadoras en pérgolas o entramados de diferente tipo; y las cubriciones verdes relacionadas con la generación de energía verde como los sombreamientos fotovoltaicos, o incluso eólico. Aunque estos últimos contribuyen definitivamente a la mitigación del cambio climático; no se incluyen en este análisis por centrarse más concretamente a los sombreamientos vegetales propiamente dichos. Las siguientes imágenes recogen algunos ejemplos de los sombreamientos vegetales (Figura 3).

### 3.2.2. Sistemas de Infiltración Verde (Green Infiltration Systems)

Se encuentran muchos diferentes tipos de ejemplos en esta tipología; los cuales se agrupan en cuatro grupos principales: Zanjas de infiltración; Pozos de infiltración; Drenes filtrantes; y Cunetas verdes (Figura 4).

### 3.2.3. Pavimentos Verdes

Esta investigación considera aquellos que son permeables, los cuales se distinguen en dos tipos: pavimentos permeables que pueden ser tanto modulares como continuos; y en ambos casos pueden además capturar la contaminación del aire. En esta clasificación no se incluyen aquellos pavimentos considerados como permeables pero que son impermeables y el agua filtra a través de sus juntas. Las siguientes imágenes muestran varios ejemplos de este tipo de pavimentos verdes (Figura 5).



Figura 3: Ejemplos de sombreamiento vegetal (Carponi, 1993) y pérgolas vegetales de la Exposición Internacional de Sevilla, 1992.



Figura 4: Ejemplos de Sistemas de Infiltración Verdes: zanjas y cunetas verdes. (Rodríguez-Rojas. 2015)



Figura 5: Imágenes de diferentes tipos de pavimentos verdes (imágenes por el autor)

### 3.2.4. Áreas de bio-retención

Las áreas de bio-retención se desglosan en tres tipos principales: estanques de retención;

humedales; y jardines de lluvia. Se incluyen a continuación varios ejemplos de estos tipos de áreas de bio-retención (Figura 6)



Figura 6: Diferentes imágenes de las áreas de bio-retención (imágenes por el autor)

## 4. Herramientas y estrategias de normativas urbanas

Este apartado analiza cómo desde la administración pública se puede fomentar e impulsar este tipo de intervenciones urbanas verdes. Para ello proporciona una serie de herramientas urbanas desarrolladas en diferentes partes del mundo y que han servido para facilitar la implementación de este tipo de intervenciones verdes en los proyectos urbanos municipales, o incluso en los proyectos de planificación urbana. Se han analizado, primero, diversas iniciativas plasmadas en normativas urbanas, que han facilitado la ejecución de infraestructuras urbanas verdes en diferentes ciudades. Se trata de las iniciativas conocidas como “factores verdes” que han impulsado y aumentado este tipo de intervenciones en las ciudades. El primer ejemplo analizado ha sido el caso de Berlín y Hamburgo en los 90 a través del Factor del área de Biotopo<sup>4</sup>. De manera similar, en 2001, en Malmö, Suecia, se desarrolló el llamado “Factor de espacio verde” (Kruuse, 2011); así como el caso del Factor Verde de Seattle de 2007<sup>5</sup>; o

más recientemente, 2017, el Factor Urbano Verde (Urban Greening Factor) desarrollado en Londres (Grant, 2017).

Destacan también las iniciativas para el impulso de las cubiertas vegetales en la ciudad llevadas a cabo en Toronto, mediante la conocida normativa “Green Roof Bylaw” (en 2009)<sup>6</sup> o, como ejemplo más cercano, en el caso del ayuntamiento de Barcelona que ofrece ayudas económicas para la rehabilitación y renaturalización de las cubiertas (en 2015)<sup>7</sup>

Tomando estas iniciativas como punto de partida se ha desarrollado un análisis de cómo se podrían implementar este tipo de factores verdes en normativas de planeamiento urbano estatales. Para ello se han identificado seis instrumentos urbanos de diferentes niveles del planeamiento urbano: desde los planes generales de ordenación urbana; a los de menor nivel como los planes especiales; o las ordenanzas urbanas; aplicados tanto a los edificios como a la escala urbana. Incluye un estudio de la integración de las soluciones de adaptación al cam-

<sup>4</sup> [https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/landschaftsplanung/bff/index\\_en.shtml](https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml)

<sup>5</sup> [https://www.seattle.gov/sdci/codes/codes-we-enforce-\(a-z\)/seattle-green-factor](https://www.seattle.gov/sdci/codes/codes-we-enforce-(a-z)/seattle-green-factor).

<sup>6</sup> <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/green-roofs/green-roof-bylaw/>.

<sup>7</sup> <https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/es/que-hacemos-y-porque/ciudad-verde-y-biodiversidad/azoteas-vivas-y-cubiertas-verdes>.



bio climático en los diferentes instrumentos urbanísticos, así como los desarrollos de normativas para las medidas de adaptación. Se han recogido estas iniciativas en una herramienta Excel que pretende ayudar a implementar las intervenciones urbanas verdes en las diferentes normativas urbanísticas. Se relacionan los instrumentos urbanos con las medidas de adaptación al cambio climático. Se dividen en 3 categorías principales, correspondientes a la identificación de los riesgos climáticos como las olas de calor; las inundaciones; y las sequías. Como resultado se han identificado 124 medidas de adaptación al cambio climático, los cuales se han relacionado con los seis instrumentos urbanísticos. Las diferentes medidas se han traducido a artículos urbanísticos que pueden ser incluidos en los seis diferentes niveles de las herramientas urbanas, con la finalidad de facilitar la implementación de este tipo de intervenciones urbanas verdes.

Finalmente se desarrollan en mayor detalle dos instrumentos urbanísticos concretos, como son las ordenanzas de edificación y de urbanización que integran varias de las soluciones urbanas de mitigación y adaptación al cambio climático; para poder implementarse en proyectos concretos de urbanismo y edificación.

## **5. Contribución de las intervenciones urbanas verdes para la mitigación y adaptación al cambio climático: casos de estudio**

Este apartado se basa en investigaciones desarrolladas para identificar las contribuciones de las infraestructuras urbanas verdes en la mitigación y adaptación al cambio climático. En cuanto a las soluciones de mitigación al cambio climático se centra en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la eficiencia energética aportadas por las envolventes vegetales de los edificios. En cuanto a las soluciones de adaptación al cambio climático se centra en la contribución de las infraestructuras urbanas

verdes en reducir los efectos de la isla de calor urbana; reducción de las escorrentías y por lo tanto en el riesgo de inundaciones; así como su contribución en la calidad del aire y del agua (y salud urbana). Estos datos se aplican, gracias a un proyecto LIFE europeo<sup>8</sup>, en dos proyectos reales concretos, unos a escala de edificio en la localidad de Balmaseda (Bizkaia); y otro a escala urbana en la localidad de Amurrio (Álava).

En el caso de la rehabilitación del edificio de Balmaseda, se proponen seis soluciones innovadoras de mitigación y adaptación al cambio climático: un invernadero integrado en el espacio de bajo-cubierta del edificio, con un amplio lucernario móvil; la propuesta de las tejas vegetales; el agua pulverizada en la cubierta; los sistemas constructivos secos; y jardines de agua en el espacio del jardín contiguo al edificio. Se adjuntan a continuación una serie de imágenes que muestran las diferentes soluciones planteadas (Figuras 7 y 8).

Se ha investigado la contribución de este tipo de rehabilitación de edificio en términos de soluciones de mitigación al cambio climático. Concretamente, la contribución de las cubiertas y fachadas vegetales a la eficiencia energética del edificio, y consecuentemente a la reducción de las emisiones del CO<sub>2</sub> derivado de esa eficiencia energética. De este modo, se toman datos basados en investigaciones relacionadas que muestran por ejemplo cómo las cubiertas vegetales reducen en hasta el 75% la necesidad de aire acondicionado del edificio (Liu y Baskaran, 2003). Otras investigaciones aportan datos de cómo las fachadas vegetales contribuyen a reducir la temperatura exterior de una fachada oeste en hasta 4°C en un día soleado de agosto en Japón (Hoyano, 1988); o de 5°C en Sudáfrica (Holm, 1989). Esta capacidad de la vegetación en reducir las temperaturas de las fachadas tiene un resultado directo en la reducción de la energía de refrigeración necesaria en el edificio de hasta el 31 %, o arbolados

<sup>8</sup> <https://goodlocaladapt.com/es>

frente a viviendas que las protegen del viento podrían reducir la demanda de calefacción en hasta el 15% (McPherson, Nowak et. al., 1993). Investigaciones basadas en simulaciones energéticas de ordenador muestran cómo en un clima cálido como el de Madrid, se puede reducir la demanda de refrigeración en hasta el 45% y la de calefacción en un 23% (Laurenz, 2005). Esto significa también que las emisiones de

CO<sub>2</sub> producidas al generar esa energía se reduce en el mismo porcentaje. Por lo tanto, basado en estos datos, esta investigación estima que en términos generales las envolventes vegetales contribuyen a reducir en un 10-15% la demanda energética de los edificios, y por lo tanto en las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>.



Figura 7: Soluciones de jardines de agua en el espacio del jardín contiguo al edificio

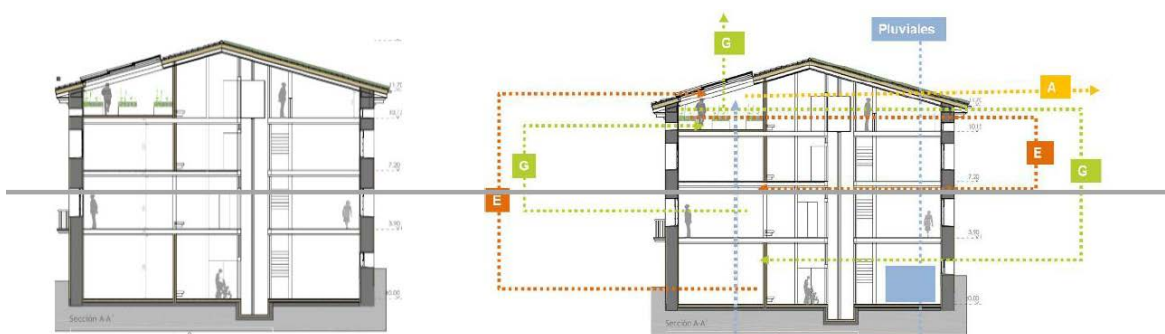


Figura 8: Invernadero, teja vegetal, acondicionamiento ambiental del edificio que aprovecha el funcionamiento del invernadero. Soluciones propuestas en la rehabilitación del edificio de Balmaseda.

En cuanto a las soluciones de adaptación al cambio climático, y más concretamente a las soluciones de áreas de bio-retención y de drenaje urbano sostenible; diferentes investigaciones que analizan la contribución de la vegetación en parques urbanos sugieren que por cada 100m<sup>2</sup> de vegetación la temperatura se reduce en 1 °C, y aumentando la ratio de superficie verde con respecto a la superficie dura en un 10%, la temperatura se reduce en 0,8°C (Dimoudi y Nicolopoulou, 2003). De manera similar, otras investigaciones muestran cómo Central Park de Nueva York reduce la temperatura del espacio cercano en 2-5°C (Rosenzweig, So-

lecki y Slosberg, 2006); y el parque Shinjuku Gyoen de Tokyo reduce el efecto de isla de calor urbano en 2°C, reduciendo también la temperatura del espacio adyacente en 80-90m de su perímetro. (Honjo, Narita et. al., 2002). Por otro lado, los patios vegetados reducen la temperatura del aire en unos 4-5°C (Reynolds, 2002); y las cubiertas vegetales reducen la temperatura en unos 0.5-2 °C (Missios et al. 2005). Además, considerando la capacidad que tiene la vegetación en atrapar y purificar los contaminantes del aire, como el CO<sub>2</sub>; esta investigación toma los siguientes datos para el cálculo posterior: la vegetación del tipo de césped



atrapa 4,38kg/m<sup>2</sup>; la vegetación del tipo de seto atrapa del orden de 8,76 kg/m<sup>2</sup>; y las plantas trepadoras atrapan del orden de 6,57 kg/m<sup>2</sup> (Schaefer, Rudd y Vala, 2004).

Todos estos datos se aplican al mencionado proyecto de rehabilitación verde de Balma-seda. De este modo, la teja vegetal propuesta tiene una superficie de 98,71 m<sup>2</sup>; la cual se asemeja a la vegetación de tipo césped y por lo tanto se estima que atraparán alrededor de 432,35 kg de CO<sub>2</sub> al año. Mientras que las plantas propuestas para el invernadero integrado en el bajo-cubierta del edificio, se estima que

actuará de manera similar que las plantas de tipo seto; y se trata de una superficie de 38,36 m<sup>2</sup> que atraparán del orden de 336,03 kg de CO<sub>2</sub> al año.

En el caso de la intervención de infraestructura urbana verde del proyecto de Amurrio, se proponen 4 soluciones urbanas verdes concretas: áreas de bio-retención del agua de lluvia; diseño de aparcamiento de superficie verde; elementos urbanos de sombreado vegetal; y nuevos pavimentos permeables; tal y como muestran las imágenes de la Figuras 9 y 10.



Figura 9: Imágenes del antes y después de la intervención del diseño urbano verde propuesto

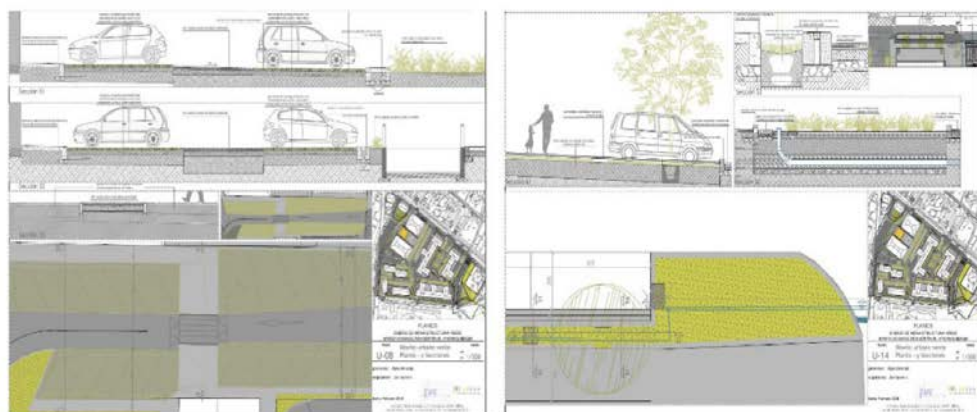


Figura 10: Planos técnicos de las áreas de bio-retención diseñadas en el proyecto.

La superficie urbana del espacio seleccionado es de una hectárea (10.987,10 m<sup>2</sup>), la cual está dominada principalmente por el espacio destinado al tráfico rodado y al pavimento impermeable, tal y como muestran los siguientes datos. La superficie urbana se divide en superficie de pavimento impermeable (6.667,31 m<sup>2</sup> de asfalto que supone el 60.7%; y 3.822,48 m<sup>2</sup> de pavimento peatonal de baldosa que supone el 34.8%); y de espacio verde (497,31 m<sup>2</sup> de vegetación, lo cual significa el 4,5% del total).

El nuevo diseño urbano verde propuesto incrementa en 2.305,89 m<sup>2</sup> la nueva área verde (principalmente mediante nuevas áreas de bio-retención 689,61 m<sup>2</sup> y diseño de aparcamiento verde 1.616,28 m<sup>2</sup>). Esto significa que en la nueva propuesta la superficie urbana verde alcanza el 21% del total de área urbana. Además, el nuevo diseño urbano incluye elementos de sombreado, tipo pérgolas vegetales, cuya superficie es de 610,59 m<sup>2</sup> (5,5%).

Al igual que para el caso de la rehabilitación del edificio, se calcula la contribución del nuevo diseño urbano verde en la mitigación al cambio climático, centrado principalmente en la estimación del almacenamiento de CO<sub>2</sub> atrapado por la nueva vegetación propuesta. Para ello se estima que la superficie del diseño de aparcamientos verde (1.616,28 m<sup>2</sup>) funciona como plantas de tipo césped. Esto significa que esta nueva área verde almacenará 7.079,31 kg de CO<sub>2</sub> al año (de acuerdo con la mencionada investigación de Schaefer (Schaefer et al., 2004). Por otro lado, las áreas de bio-retención (689,61 m<sup>2</sup>) se asemejan al funcionamiento de las plantas arbustivas; por lo que se calcula que almacenarán del orden de 6.040,98 kg de CO<sub>2</sub> al año. Por último, la superficie de las pérgolas vegetales (610,59 m<sup>2</sup>), se asemejan a las plantas trepadoras, por lo que se estima que atraparán unos 4.011,58 kg de CO<sub>2</sub> al año. Sumando todos estos datos, se estima que la intervención de infraestructura urbana verde propuesta contribuye a la mitigación del cambio climático, atrapando el CO<sub>2</sub> del ambiente y purificando los contaminantes en un total de **17.131,87 kg de CO<sub>2</sub> al año**.

En cuanto a la contribución de este tipo de intervenciones de infraestructura urbana verde a la adaptación del cambio climático se alcanza en términos de la reducción de la isla de calor, al reducir la temperatura de los alrededores entre 1-3°C; y consecuentemente se reducen los eventos de los golpes y olas de calor. Además, este tipo de intervenciones urbanas reducen los riesgos de inundaciones mediante las áreas de bio-retención propuestas que retienen las aguas de lluvia y retrasan las crecidas de los cauces de los ríos.

## 6. Conclusión y discusión

Esta investigación explora el potencial de las intervenciones de infraestructura urbana verde para reducir los impactos del cambio climático. Clasifica los tipos de infraestructura urbana verde en dos categorías principales; y las implementa en dos proyectos reales, tanto a escala de edificio como a escala urbana. Además, aporta datos concretos de cómo estas dos intervenciones contribuyen tanto a la mitigación del cambio climático (en cuanto a la reducción de la demanda energética, y por lo tanto de las emisiones de CO<sub>2</sub>); así como a la adaptación al cambio climático (en cuanto a la reducción de la isla de calor urbana, y su influencia en la esorrentía de las aguas de lluvia reduciendo los riesgos de inundación); contribuyendo además a un entorno urbano más saludable y resiliente.

Los resultados de la investigación muestran que, aplicando las soluciones de infraestructura verde en un proyecto de rehabilitación, como en el de Balmaseda, la demanda energética se reduce entorno al 10-15% (incluyendo la reducción del 100% de la refrigeración). Esto significa que se reducen en la misma medida las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del ahorro energético; contribuyendo de este modo a la mitigación del cambio climático. En cuanto a la contribución a la adaptación del cambio climático, los resultados muestran que la vegetación propuesta en el proyecto de rehabilitación contribuye a reducir la isla de calor reduciendo en

torno a 2°C la temperatura del entorno exterior. Además, la capacidad de la vegetación en almacenar y purificar los contaminantes del aire muestra que en el caso de la rehabilitación del edificio de Balmaseda se almacenan unos 768,38kg de CO<sub>2</sub> al año. Mientras que en la aplicación de las infraestructuras urbanas verdes al caso del proyecto urbano de Amurrio, los resultados muestran que las soluciones propuestas almacenarían en torno a 17.131,87kg de CO<sub>2</sub> al año.

De estos resultados se puede extrapolar, que, considerando las soluciones de mitigación al cambio climático, tiene más sentido implementarlas en proyectos de edificación, más que en proyectos de escala urbana, ya que se alcanzan valores más significativos en este tipo de proyectos. Además, incluyendo la vegetación en las envolventes de los edificios se consiguen resultados modestos para aumentar la eficiencia energética de los edificios; por lo que se propone combinarlos con soluciones de añadir mayor aislamiento térmico en la envolvente del edificio. En cuanto a las soluciones de adaptación al cambio climático resultan más eficientes implementarlas en intervenciones de mayor escala urbana, en lugar de en pequeñas zonas urbanas; para conseguir reducir de manera notable la isla de calor urbana y los riesgos de inundaciones.

Por lo tanto, la investigación muestra que, mediante las soluciones de infraestructura verde propuestas, se pueden reducir las consecuencias del cambio climático, creando entornos urbanos más saludables y resilientes. Sin embargo, sugiere que, para contribuir de manera significativa a los objetivos marcados en el Acuerdo de París, se deben realizar intervenciones urbanas verdes más ambiciosas y a mayor escala. Sugiere, además, que son necesarias mayores investigaciones que aporten más datos concretos de cómo este tipo de intervenciones urbanas verdes pueden además contribuir a otros aspectos medioambientales que han sido escasamente investigados hasta la fe-

cha. Sería necesario incluir por ejemplo un estudio de los costes y beneficios que este tipo de intervenciones urbanas verdes pueden suponer; así como su contribución a la salud urbana; a los materiales más amables con el medio ambiente; o a una recopilación de buenas prácticas de este tipo de intervenciones, entre otras.

Además, esta investigación proporciona una herramienta urbanística para ayudar a los agentes implicados en las normativas urbanas municipales, a facilitar la implementación de este tipo de intervenciones urbanas verdes. Destaca también las dificultades y barreras encontradas a la hora de implementar este tipo de soluciones en los proyectos urbanos y de edificación. Tras el análisis de los proyectos realizados en Balmaseda y Amurrio, se encontraron dos barreras principales: este tipo de intervenciones de infraestructura verde resultan muy nuevas para los técnicos de los ayuntamientos quienes son escépticos y prefieren realizar intervenciones más convencionales. Por otro lado, se ha constatado una notable falta de experiencia y de conocimiento técnico en este tipo de intervenciones. Los proyectos de este tipo y experiencias existente en el ámbito internacional no resultan ser argumentos suficientes para convencer a los responsables municipales para realizar este tipo de proyectos. Se encuentran pocos diseñadores, arquitectos, paisajistas, ingenieros o geólogos, o técnicos municipales, con conocimiento suficiente en esta materia. Del mismo modo, pocas son las constructoras que tengan experiencias en ejecutar este tipo de obras. Además, cuando se realizan licitaciones públicas mediante pliegos verdes o de compra pública verde, para impulsar este tipo de intervenciones urbanas verdes, son habitualmente declarados como licitaciones nulas.

Por lo tanto, no se trata sólo de una decisión gubernamental que se comprometa a implementar grandes intervenciones de infraestructura urbana verde para cumplir con los requisitos acordados en el Acuerdo de París; significa

nificación más profunda para alcanzarlo. Debería incluir cursos de formación para los diferentes agentes implicados involucrados en los desarrollos urbanos municipales, incluyendo las comisiones de urbanismo, los técnicos municipales, urbanistas, letrados, etc.

En definitiva, esta investigación muestra que son necesarias intervenciones de infraestructura urbana verde de mayor escala y más ambiciosas para alcanzar los compromisos acordados en el Acuerdo de París. Remarca también que debe haber mayor implicación en todos los agentes involucrados en este tipo de desarrollos de regeneración urbana. Si estamos todos de acuerdo en que ha llegado el momento de acometer este tipo de intervenciones para reducir las consecuencias del cambio climático, deberíamos remar todos en la misma dirección para implementar proyectos de regeneración urbana verde a gran escala.

## 7. Referencias

- Bonoli, A. & Conte, A & Maglionico, M. & Stojkov, I. (2013). Green roofs for sustainable water management in urban areas. *Environmental Engineering and Management Journal*. 12, 153-156.
- Carponi, M.S. (1993). Research project: Relevamiento del Arbolado Urbano de la Ciudad de Paraná. Entre Ríos: Entre Ríos University.
- Dimoudi, A. and Nicolopoulou, M. (2003). Vegetation in urban environment. Microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*, 35, 69-76.
- Grant, G. (2017). Urban Greening Factor for London. Research Report. *Greater London Authority*. London. [https://www.london.gov.uk/sites/default/files/urban\\_greening\\_factor\\_for\\_london\\_final\\_report.pdf](https://www.london.gov.uk/sites/default/files/urban_greening_factor_for_london_final_report.pdf). Consultado: 15 Mayo. 2020
- Holm, D. (1989) Thermal Improvement by means of Leaf Cover on External Walls. A Simulation Model. *Energy and Buildings*, 14, pp. 19-30.
- Honjo, T., Narita, K., et. al. (2002) Observation of thermal effect of Shinjuku Gyoen Park. *AMS Fourth Symposium on the Urban Environment*, Norfolk, pp. 84-85.
- Hoyano, A. (1988), Climatological Uses of Plants for Solar Control and the Effects on the Thermal Environment of a Building. *Energy and Buildings*, (11)1-3, 181-199.
- Kruuse, A. (2011) The green spacefactor and the green points system. *Town and Country Planning Association*. [https://malmo.se/download/18.d8bc6b31373089f7d980008924/1491301018437/greenspacefactor\\_green-points\\_grabs.pdf](https://malmo.se/download/18.d8bc6b31373089f7d980008924/1491301018437/greenspacefactor_green-points_grabs.pdf). Consultado: 5 Jul. 2019.
- Laurenz, J. (2005). Natural Envelope: The green element as a boundary limit. *The 2005 World Sustainable Building Conference*, 4653-4660.
- Laurenz, J., Roehr, D. (2008). *Living Skins, Opportunities, Critique and Appropriateness of Green Facades*. In proceeding of Sustainable Building 08 (2). Melbourne: Greg Foliente, 2047-2054.
- Liu, K. & Baskaran, B. (2003). *Thermal Performance of Green Roofs Through Field Evaluation*. In Proceedings of North American Green Roof Infrastructure Conference, Awards and Trade Show, pp. 29-30.
- Mathey, J. & Arndt, T. & Banse, J. & Rink, D., (2018). Public perception of spontaneous vegetation on brownfields in urban areas-Results from surveys in Dresden and Leipzig (Germany). *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 384-392.
- McPherson, E. G., Nowak, D. J., et. al. (1993). Chicago's Evolving Urban Forest: Initial report of the Chicago Urban Forest Climate Project. *General Technical Report NE-169*. Northeastern Forest Experiment Station, 40-41. Radnor, Pennsylvania.
- Missios P., Banting D, Doshi H, Yiuwah Li J., Au A., Currie B.A., Verrati M. (2005). *Report on the Environmental Benefits and Costs*



- of Green Roof Technology for the City of Toronto.* [https://mpa.ub.uni-muenchen.de/70526/1/MPRA\\_paper\\_70526.pdf](https://mpa.ub.uni-muenchen.de/70526/1/MPRA_paper_70526.pdf). Consultado: 5 Jul. 2019.
- Mrowiec, M. (2016) Sustainable Urban Drainage Infrastructure. *Problemy Ekorozwoju*, 11(2), 113-118.
- Radcliffe, J. (2017). The evolution of low impact development. *Water e-Journal*, 2, 1-17.
- Reynolds, J.S. (2002). *Courtyards. Aesthetic, social and thermal delight*. Ney York, John Wiley & sons Inc.
- Rodriguez-Rojas M.I., (2015). Guía para la Integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el Proyecto Urbano. Granada: Universidad de Granada. pp. 68, 82.
- Roehr, D., Laurenz, J. & Kong, Y. (2008). Green Envelopes: Contribution of Green Roofs, Green Facades, and Green Streets to Reducing Stormwater Runoff, CO<sub>2</sub> Emissions, and Energy Demand in Cities. International Low Impact Development Conference, pp. 1-8.
- Rosenzweig, C., Solecki, W. D. and Slosberg R.B. (2006). New York city's heat island with urban forestry, living roofs and light surfaces. New York State Energy Research and Development Authority, NY.
- Schaefer V., Rudd H., Vala J. (2004.) *Urban Biodiversity*. Ontario: Captus Press.
- Schröder, R., Glandorf, S. & Kiehl, K., (2018). Temporal revegetation of a demolition site—a contribution to urban restoration? *Journal of Urban Ecology*, 4 (1), 1-10.



#### AS BRAÑAS DE SADA. A CORUÑA

Núcleo (nodo) de la red de infraestructura verde del área de A Coruña. Presenta un interés especial por sus valores ecológicos, su biodiversidad y por sus servicios de regulación, en particular el secuestro de carbono.

Foto: Equipo de investigación de la Escuela Gallega del Paisaje

# GESTION DE LA INFRAESTRUCTURA VERDE TERRITORIAL: HACIA UNA METODOLOGÍA DE ESTUDIO A PARTIR DE LOS DATOS TERRITORIALES

Anxo Méndez Villar<sup>1</sup>, Francisco Castillo Rodríguez<sup>2</sup>, Manuel Borobio Sanchiz<sup>3</sup>

## RESUMEN

El presente trabajo recoge dos experiencias distintas realizadas sobre el estudio de la Infraestructura Verde a diferentes escalas, atendiendo a la provisión de Servicios ecosistémicos. La sostenibilidad territorial es una de las principales preocupaciones en los planes y programas de la Unión Europea, para los cuales la Infraestructura verde juega un papel clave mediante la provisión de servicios ecosistémicos y la creación de hábitats para la biodiversidad conectados con el medio natural. Nuestro objetivo es resaltar el trabajo realizado y los resultados obtenidos en dos lugares (Santiago de Compostela y Cantabria) a dos escalas diferentes (municipal y regional) para avanzar en la construcción de una estrategia de trabajo que permita sentar las bases de una secuencia metodológica que sistematice y agilice la praxis del diseño y gestión de una Infraestructura Verde partiendo de la información territorial disponible como punto de partida para la planificación y gestión de los potenciales desarrollos que se pudieran dar en el territorio.

**Palabras clave:** Infraestructura Verde, Servicios Ecosistémicos, Cartografía, Ecosistemas Urbanos, Ecología del paisaje

## SUMARIO

1. Introducción. La infraestructura verde y la planificación territorial. 2. El marco conceptual. La infraestructura verde y los servicios ecosistémicos. 2.1. Características de una Infraestructura Verde. 2.1.1. Multifuncionalidad. 2.1.2. Multiescalaridad. 2.2. La selección de los servicios ecosistémicos elegidos para los ensayos. 3. Ensayo a supramunicipal en la planificación a escala territorial. 3.1. Reflexión previa. 3.2. La propuesta de 2018 del PROT (PROT 2018). 3.2.1. Sistema de asentamientos. 3.2.2. Elementos de la IV de Cantabria. 3.3. Infraestructura verde a nivel local. Hacia un nuevo reparto de papeles. 4. Estudio de Santiago de Compostela. Cuantificación y mapeado de servicios ecosistémicos. 4.1. Introducción al estudio. 4.2. Metodología empleada. 4.2.1. Servicios ecosistémicos. 4.2.2. Análisis estadísticos empleados. 4.3. Resultados obtenidos. 4.3.1. Servicios ecosistémicos a lo largo del municipio. 4.3.2. Estructura espacial. 5. Conclusiones y propuesta. 6. Referencias.

## 1. Introducción. La infraestructura verde y la planificación territorial

El concepto de Infraestructura Verde se fragua en el seno de la denominada ecoplanificación o planificación ecológica. En su gestación podríamos citar numerosos autores de referencia (F. Law Oliste, Winston Sporn, Cedria Price, Patrick Jodes, Lewis Mumford), pero, disuadidos de realizar una prolija relación de las figuras que le han ido dando forma, hemos querido dejar

constancia en esta introducción del reconocimiento al trabajo pionero de Ian McHarg (1969), al que muchos consideran uno de los padres de la ecología del paisaje. El autor estableció en su obra más emblemática -Design with nature- el principio de que los procesos naturales que acontecen en la matriz biofísica han de ser el punto de partida de la ordenación territorial. En dicho libro podemos encontrar ya el embrión del concepto de servicios ecosistémicos.

<sup>1</sup> Biólogo investigador por la Universidad de Santiago de Compostela

<sup>2</sup> Geógrafo. Doctor en Geografía Física experto en clima

<sup>3</sup> Arquitecto urbanista. Abtemas, taller de estudios ambientales y sociales. Profesor en la Facultad de Geografía e Historia de la Universidad de Santiago de Compostela.

El término Infraestructura Verde se acuña en el ámbito académico en la década de los noventa del pasado siglo (Firehock. 2010). Desde entonces ha propiciado numerosas definiciones, entre las que se encuentra la realizada por la Unión Europea, que la considera una de las metas que hay que alcanzar en la estrategia europea de biodiversidad. Hasta el punto de que la institución europea publicó en mayo del 2013 una estrategia propia sobre la Infraestructura Verde (SWD, 2013, 155 final). En dicho documento se considera que la Infraestructura Verde puede ser “un marco estratégico para dar soluciones integradas a múltiples retos”. Su naturaleza estratégica deriva de su capacidad de contribuir a políticas y acciones determinantes en materia de conservación de la biodiversidad, gestión del riesgo de catástrofes y mitigación y adaptación al cambio climático. La reciente literatura científica coincide en afirmar que la Infraestructura Verde es una de las herramientas más factibles y viables económicamente para conseguir mitigar y adaptar los territorios a los riesgos derivados de los escenarios de cambio climático. Los méritos de esta infraestructura residen en su capacidad para contribuir a mantener los ecosistemas sanos, reducir la fragmentación de hábitats, impulsar la conectividad y restaurar ecosistemas. Una Infraestructura Verde permite mejorar la calidad y funcionalidad ecológica global de la matriz biofísica.

La Infraestructura Verde (IV) se erige hoy día en una pieza vertebradora en la restauración ecológica y en las denominadas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN). Término, este último, que engloba todo el paquete de medidas interrelacionadas para enfrentarse al desafío de la crisis ambiental derivada de la pérdida de la biodiversidad y la amenaza del cambio climático. En la IV convergen los esfuerzos en materia de conservación del capital natural-biodiversidad y la mitigación y adaptación a los escenarios de cambio climático. Por ello, existe cierto consenso en la comunidad científica al respecto de la importancia de esta infraestructura en una renovada ordenación territorial de

carácter integral, inspirada en los principios de la sostenibilidad.

En el presente capítulo queremos presentar los resultados obtenidos en dos ensayos realizados a escalas diferenciadas: La ciudad de Santiago de Compostela y su entorno y el territorio de la Comunidad Autónoma de Cantabria. La coincidencia en el tiempo de ambos trabajos nos permitió transferir algunas de las reflexiones de escala territorial que se estaban alcanzando durante el desarrollo del

Plan Regional de Ordenación Territorial de Cantabria (PROT), a un trabajo de investigación a escala local en Santiago de Compostela. La simultaneidad de los ensayos nos facilitó avanzar en la propuesta de una secuencia metodológica que sistematiza y agiliza la praxis del diseño y gestión de una Infraestructura Verde, mediante la información territorial disponible -cartográfica y bibliográfica-.

Durante el desarrollo de ambos trabajos intentamos dar respuesta a algunos interrogantes claves para alcanzar el objetivo implícito de construir una secuencia coherente de trabajo, partiendo de la información territorial disponible. Dichas cuestiones fueron, entre otras, las siguientes: ¿Una Infraestructura Verde es sólo un inventario cartográfico de espacios y/o elementos o va más allá? Es decir, ¿cómo podemos llegar a expresar cartográficamente el funcionamiento de los ecosistemas? ¿Cómo se aborda, por ejemplo, la conectividad ecológica desde la cartografía? O ¿cómo “cuantificar” las propiedades, valores y funciones ecológicas? ¿Cómo recoger el inventario y cualificación de los servicios ecosistémicos? A todos estos interrogantes hemos intentado dar respuesta en los ensayos que se recogen en el presente trabajo.

## 2. El marco conceptual. La infraestructura verde y los servicios ecosistémicos

La Infraestructura Verde se define como aquella red de zonas naturales y seminaturales y de



otros elementos ambientales que está planificada, diseñada y gestionada de manera estratégica para la prestación de una gama de servicios ecosistémicos (European Commission, 2013). En esta definición, por lo tanto, encontramos aquellos espacios considerados espacios verdes (o azules en el caso de los ecosistemas acuáticos), presentes en los entornos rurales y urbanos en contraposición con la tradicional “infraestructura gris” (entendida como las construcciones artificiales antrópicas), los cuales son en general monofuncionales y no proveen a la sociedad de beneficios ambientales o ecológicos (Dirección General de Medio Ambiente, 2014).

Por otro lado, el concepto de servicio ecosistémico (abreviado como SE) se refiere a todas aquellas contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano, alejándose de las tendencias más economicista que los define como todo aquello que el medio ambiente le reporta a la humanidad un beneficio medido de forma monetaria (Montes, Santos Martín y Benayas, 2011). Bajo este enfoque, los ecosistemas han de entenderse como un capital natural con integridad ecológica propia y resiliente que mantiene sus funciones y su capacidad de generar un flujo de servicios a la humanidad. En un mundo en el que, además, más de la mitad de la población vive en ciudades (Gómez-Baggeth y Barton, 2013), el mantenimiento de las funciones ecológicas en estas se vuelve un tema de vital importancia para la sostenibilidad de la vida. No se deben entender las ciudades como entidades aisladas de la naturaleza, sino que son permeables y dependientes de los flujos de materia, energía e información del medio natural adyacente (TEEB, 2011). Son los espacios más dependientes de la salud y funcionalidad de los ecosistemas.

## 2.1. Características de una Infraestructura Verde. Multiescalaridad y multifuncionalidad

En ecología se insiste en la necesaria coherencia ecológica de los territorios para garantizar

su funcionalidad. Así, la Directiva Europea de Hábitats recomienda a los países de la Unión establecer una adecuada gestión de aquellos elementos del paisaje que por su particular estructura lineal y continua o por su papel de enlace resultan, todos ellos, fundamentales para garantizar la biodiversidad. Por tanto, conectividad y coherencia son dos atributos consustanciales al diseño y posterior gestión de la infraestructura verde ya que permiten reducir la fragmentación y la pérdida de hábitat, y con ello, incrementar la resiliencia territorial gracias a la preservación de los procesos biogeoquímicos regenerativos de los ecosistemas. A continuación, queremos subrayar dos características diferenciales de la IV frente a otras propuestas de planificación territorial. Se trata de la multifuncionalidad y multiescalaridad.

### 2.1.1. Multifuncionalidad

La IV debe convertirse en un proyecto integral que va más allá de la conservación de la biodiversidad, ya que contempla un amplio abanico de objetivos, no sólo medioambientales -conservación y refuerzo de las funciones ecológicas para garantizar los servicios ecosistémicos, sino sociales, económicos y culturales. Hablamos de una planificación que abandona su sesgo sectorial para apostar decididamente por unos postulados sistémicos y multipropósito. Una planificación orgánica que requiere, por lo ambicioso de la propuesta, una aproximación multidisciplinar.

En el marco de la Infraestructura Verde, los servicios ecosistémicos suelen ser la unidad de trabajo básica con la que se establece su multifuncionalidad. En contraposición a la infraestructura gris, la IV provee a la ciudadanía de un elevado número de servicios ecosistémicos que garantizan la sostenibilidad ambiental de los territorios. Para garantizar dicha provisión, los ecosistemas deben tener un grado de conectividad mínimo entre sí mismos y los ecosistemas circundantes, permitiendo su funcionamiento y resiliencia (Dirección General de Medio Ambiente, 2014). Existe cierto consenso en

que estas dos características (multifuncionalidad y conectividad) son fundamentales para el establecimiento de una Infraestructura Verde funcional (Rolf, Peters, Lenz y Pauleir, 2018).

Estos servicios, no solo son entendidos como cuestiones medioambientales, sino que también atañen a procesos socioeconómicos, en especial en las ciudades y áreas pobladas. Así, por ejemplo, los sistemas agrícolas periurbanos y rurales, además de los beneficios ambientales derivados de la vegetación, presentan una serie de valores socioeconómicos potencialmente beneficiosos para el conjunto de la población local como es la reducción de las food miles (distancia que ha de recorrer la comida desde su lugar de producción hasta el lugar de su consumo) o la creación de agricultura comunal o cooperativa (Rosa y Privitera, 2013). Podemos definir este tipo de agricultura como aquella dentro de (intraurbana) o en la franja urbana (periurbana) de un asentamiento que genera, procesa y distribuye productos alimenticios y otros materiales bióticos, (re)usa recursos, materiales y servicios dentro de y alrededor del área urbana y devuelve los productos para su autoconsumo y para la provisión del área urbana (Mougeot, 2000).

### 2.1.2. Multiescalaridad

La escala contribuye a ordenar el conocimiento y acotar las acciones y la gestión de un determinado territorio (Castillo y Borobio, 2018). Pero sabemos que en cualquiera de ellos conviven formas y procesos que operan a escalas muy dispares. Por ello, el análisis territorial exige una aproximación multiescalaridad. Una de las principales virtudes de la Infraestructura verde es la intrínseca multiescalaridad que posee, tanto a nivel analítico como propositivo, facilitando su encaje en diferentes contextos territoriales. Toda IV está compuesta por diversos elementos de diferente tipología y alcance espacial, desde pequeños elementos como los cierres de setos integrados en la trama agraria, hasta amplios ecosistemas, tales como bosques, ríos, humedales, etc. Por tanto, hay que

asegurar la coherencia multiescalar en la planificación y gestión de las infraestructuras verdes en el marco de una planificación estratégica no sectorial.

¿Por qué nos centramos en la IV vegetal? Si bien es cierto que la infraestructura gris es portadora de cientos de metros de organismos fotosintéticos, nos centramos en las masas vegetales ya que son de las que sufren acción directa de la gestión local/municipal y de las cuales existe una gran cantidad de bibliografía. Los organismos colonizadores, a pesar de contribuir, entre otras cosas, a la fijación de carbono atmosférico no pueden ser gestionados y su variabilidad es muy grande (dependiendo de la orientación, recepción de luz solar...) por lo que está fuera de nuestras posibilidades cuantificar dicha aportación. Consideraremos nulo el aporte de SE de la infraestructura gris ya que el objetivo es valorar la IV vegetal.

Los suelos son otro factor a tener en cuenta en la planificación de la infraestructura verde, sin embargo, suponen un elemento muy variable y poco estudiado en el caso de las áreas urbanas. Debido a esta laguna de conocimiento y falta datos disponibles en los suelos de las ciudades y regiones periurbanas, junto con la dificultad de la actuación sobre ellos por parte de las administraciones, solo se consideraron los efectos de la Infraestructura Verde vegetal sobre el suelo. Entendemos que hay otros elementos en los ecosistemas que proveen de servicios ecosistémicos, pero nos centramos en la vegetación por su alta provisión de servicios y por ser un elemento sobre el cual se puede actuar con mucha más facilidad en los diferentes niveles administrativos.

### 2.2. La selección de los servicios ecosistémicos elegidos para los ensayos

Existen diferentes formas de organizar los servicios ecosistémicos de los cuales se ha seguido el propuesto por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EME) para ambos proyectos. El EME que considera 3 tipos esenciales de servicios ecosistémicos: I) SE de abastecimiento,

II) SE de regulación y III) SE culturales o de recreo.

Los servicios ecosistémicos de abastecimiento son aquellas contribuciones directas e indirectas al bienestar humano derivadas de la estructura biótica y geótica de los ecosistemas, siendo los fundamentales aquellos que proveen al ser humano de alimentos (agricultura, ganadería, apicultura, acuicultura, etc.), materias primas de carácter biótico (madera, fibras, etc.) o geótico (sal, minerales, etc.), así como energías renovables y la información genética y bioquímica contenida en la biodiversidad.

Por otro lado, si atendemos al propio funcionamiento del ecosistema, las contribuciones directas e indirectas de las que la humanidad se beneficia son los llamados servicios ecosistémicos de regulación. Encontramos en esta categoría la regulación del clima y la calidad del aire, el ciclo del agua y la regulación de la calidad hídrica, la polinización y el control biológico de especies y, de formas más general, la resiliencia de los ecosistemas.

Por último, podemos entender que la naturaleza provee de manera intangible a las personas de experiencias por el contacto directo con los ecosistemas. Se consideran servicios ecosistémicos culturales o de recreo a las actividades recreativas, la educación ambiental, la identidad cultural y religiosa, el ecoturismo o el conocimiento científico. Este tipo de servicios son más complejos de medir y evaluar debido a su carácter subjetivo. A nuestro entender su desarrollo se debe hacer de forma alineada con los procesos participativos puestos en marcha desde las políticas de paisaje de los diferentes países de la Unión Europea. Entre ellos España, donde se han desarrollado un elevado número de catálogos de paisaje en los que se han puesto en marcha mecanismos para obtener la visión que la sociedad tiene de sus paisajes, aportando una experiencia que debe ser objeto de consideración y análisis para su inclusión en estos procesos de evaluación de los servicios ecosistémicos.

### 3. Ensayo a supramunicipal en la planificación de escala territorial.

#### 3.1. Reflexión previa

Uno de los objetivos perseguidos en la propuesta del documento para aprobación inicial del año 2018 del Plan Regional de Ordenación Territorial de Cantabria (PROT 2018) es el desarrollo de un sistema equilibrado y policéntrico de ciudades con el que redefinir las relaciones entre el ámbito rural y el urbano y, a su vez, la protección del medio natural y la gestión del patrimonio territorial (Borobio Sanchiz et al., 2018). Tal y como se hiciera en las Directrices de Ordenación del Territorio de Galicia (Borobio Sanchiz et al., 2014) se establecieron dos ejes fundamentales en la propuesta: la eficiencia ambiental como base de la resiliencia territorial y, por otro lado, la cohesión social, evaluada en términos de igualdad, bienestar y calidad de vida. De esta forma, el Patrimonio Territorial se concibe como el agregado del patrimonio natural, entendido como el soporte biofísico de la actividad humana, y el patrimonio cultural, como legado de las formas de relación de la sociedad con su entorno. La convergencia de ambas dimensiones cuaja en el concepto de paisaje, entendido como la expresión formal del modo en que una sociedad se ha integrado, o no, con el entorno en el que se asienta.

La elección del lugar es la primera decisión que marca la relación existente entre un territorio y sus habitantes. Esa decisión debería estar fundamentada en la búsqueda de un equilibrio entre la eficiencia ambiental y la cohesión social, sin embargo, no siempre fue así e, igual que ahora, a lo largo de la historia las decisiones se han visto condicionadas por la oportunidad que las circunstancias brindaban. Ello explicaría por qué, en ocasiones, el sitio adecuado para la fundación de un asentamiento humano no fue siempre el mejor desde el punto de vista ambiental o social. Encontrándonos, con carácter general, que “al lado de pueblos y ciudades que han ido evolucionando de forma muy lenta, con

adaptaciones sucesivas a las condiciones del sitio, surgen formas arquitectónicas y de asentamiento absolutamente descontextualizadas y, normalmente, fruto de la necesidad de hacer las cosas cada vez con mayor rapidez. Poco a poco esta segunda forma de hacer ciudades y edificios ha ido tomando carta de naturaleza y, a día de hoy, es complicado relacionar las nuevas extensiones urbanas con un clima concreto, con un territorio específico o con una cultura determinada". (Fariña Tojo et al., 2013)

Esta afirmación cobra especial importancia en regiones como Cantabria cuyas estructura, geofísica y social, ha terminado derivando en un desequilibrio territorial entre la zona litoral y el interior. En la actualidad sigue presentando varios procesos de cambio asociados a la concentración progresiva de población, infraestructuras, servicios básicos y actividades económicas en los municipios costeros liderados por la centralidad de la ciudad de Santander. Sin embargo, estos procesos no son exclusivos de las zonas de costa o de la escala regional. También se dan, si cabe con un mayor impacto relativo, en las áreas de influencia de las ciudades y núcleos de población que, bajo el espejismo de una energía y capacidad de desplazamiento ilimitadas, han proyectado sus expectativas de crecimiento en las zonas apartadas de las tramas urbanas, provocando una elevada fragmentación territorial y social. Quienes actúan así cuentan, por un lado, con la complicidad del marco legislativo que es cada vez más laxo y permisivo en los procesos de autorización de licencias para las nuevas construcciones en el suelo rústico y, por otro, con la perversión del problema de la despoblación, especulando con intervenciones que ponen en riesgo la eficiencia ambiental a favor de una supuesta dinamización demográfica para potenciar la cohesión social.

Como ya se anticipaba en el documento del PROT de 2018, "este tipo de desarrollo urbano genera significativos problemas de sostenibilidad dado que implica un mayor consumo de suelo, la necesidad de la administración de

ofertar servicios y equipamientos en áreas más extensas y una gran dependencia de sus habitantes del vehículo privado para realizar cualquier actividad cotidiana".

Llevamos años insistiendo en la necesidad de reorientar las tendencias del urbanismo. Una disciplina científica, una política y una acción planificadora heredadas de la Revolución industrial, en la que el bienestar se asociaba con desarrollo, y éste a un crecimiento ilimitado, basado en la quimera de una energía barata e ilimitada y en la ilusión de que la tecnología siempre nos daría respuestas y alternativas a los diferentes escenarios a los que, como especie nos enfrentamos. La realidad actual se ha encargado de mostrarnos de manera descarada la magnitud del error cometido. La crisis actual exige una comprensión profunda de las dinámicas que operan en cada territorio. Exige entender sus esencias e intentar recuperar la integración con las lógicas de la proximidad, accesibilidad y eficacia de los sistemas locales es la base de la propuesta desarrollada. Este reto ya se recogía en la obra: en "Ciudades en evolución" en el que la región urbana se concibe como un instrumento para la educación de la ciudadanía desde el entendimiento de la identidad del lugar en el que se implanta (Geddes, 1915). Es hora de dar el paso de las musas al teatro y trascender la visión erudita y preclara De Geddes, para asumir la urgencia de su puesta en práctica necesidad. De seguir por este camino, de transformación y ocupación del territorio, asumiendo el crecimiento por el crecimiento, de espaldas a las dinámicas naturales y los servicios ecosistémicos que nos sustentan, entraremos en colisión con la capacidad de regeneración del territorio como ya adelantó, en cierta medida, Jean Gottmann en 1964 en la obra *Megalópolis* (Gottmann, 1964). El riesgo de obviar estos principios es elevado, pues compromete la supervivencia de nuestra especie.



### 3.2. La propuesta de 2018 del PROT (PROT 2018)

La propuesta del PROT 2018 define un Modelo Territorial basado en la imprescindible integración de dos modelos: el del desarrollo y gestión de los asentamientos y el de la eficiencia ambiental (Figura 1). Por ello, era necesario encontrar un sistema que permitiera reconducir la actual relación que los sistemas de ordenación y vertebración territorial y urbana mantienen con la naturaleza y la cultura. Un esfuerzo que resulta determinante en el actual escenario de adaptación ante los retos derivados del cambio climático.

Asumiendo que no se puede planificar el modelo de asentamientos sin considerar la matriz biofísica que lo soporta y, al mismo tiempo, comprendiendo que para hacer una propuesta viable y aplicable de infraestructura verde es necesario acometer el estudio previo del modelo de organización y vertebración territorial, pues sin estos, se puede concluir en un excelente trabajo académico de difícil o imposible aplicación.

Con este enfoque se concretó la estructura del modelo territorial sobre tres elementos clave: Organización territorial (OT), Vertebración territorial (VT) y Patrimonio territorial (PT), que podrían aproximarse a sociedad, economía y medio ambiente. Como ya se ha apuntado se consideró sobre la base de que cualquier modelo de asentamientos es inviable sino se concibe integrado con la mejora de la eficiencia ambiental. Se asume, por tanto, que la protección medioambiental debe regir la ordenación territorial y urbanística, promoviendo la utilización sostenible de los recursos naturales, la integración de los requerimientos de conservación y el uso sostenible del patrimonio natural, así como la aplicación del principio de precaución en las intervenciones en los espacios naturales y en las especies silvestres.

No es objeto de este artículo ahondar en todos los elementos del modelo. Nos centraremos en los dos elementos ya citados. Por un lado, dentro del Patrimonio natural en la Infraestructura

verde que, atendiendo a los servicios ecosistémicos, se plantea como la infraestructura básica territorial, mediante la lectura integrada de las dinámicas naturales y antrópicas en el sistema de asentamientos. Por otro lado, dentro de la Organización Territorial, nos centraremos en el Sistema de asentamientos, pues es clave para ofrecer una perspectiva diferente a la hora de definir el papel que pueden jugar los pequeños municipios, de estructura más rural o agraria, en las políticas y reparto de inversiones, reconociéndoles el valor que tienen para el buen funcionamiento de los municipios más urbanizados e industrializados.

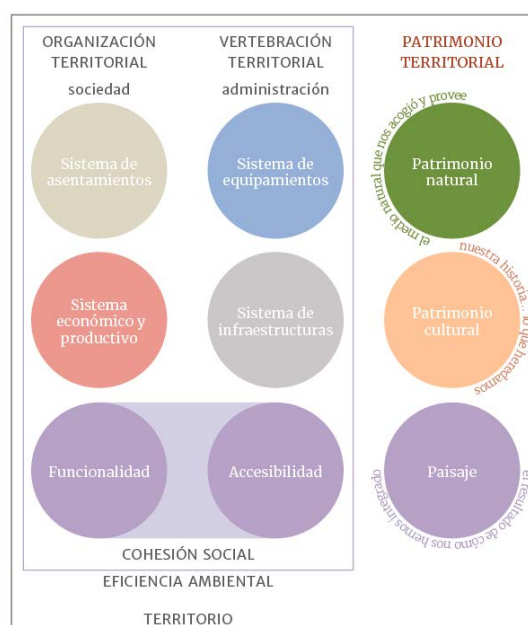


Figura 1 Esquema del modelo territorial del PROT.

#### 3.2.1. Sistema de asentamientos.

El sistema de asentamientos es, a escala territorial, un componente más que ha contribuido a lo largo de la historia a modelar los elementos con los que hoy en día hemos de conformar la infraestructura verde. En Cantabria, al igual que en muchos otros territorios, el proceso de construcción histórica del territorio "ha dado lugar a un modelo de ocupación formado por una gran cantidad de pequeños asentamientos, barrios, pueblos o villas vinculados a la gestión tradicional del territorio. Un paisaje singular modelado por la abundancia y dispersión de

estas pequeñas agrupaciones de población, íntimamente relacionadas con su entorno, gracias a un conocimiento que atendía a reglas y criterios precisos. Los procesos contemporáneos de transformación territorial se extienden sobre este mosaico mostrando un evidente cambio de los patrones y prioridades de ocupación previos. La rápida transformación que se está produciendo en este patrimonio territorial acentúa la necesidad de conocer y revisar criterios que permitan la gestión de sus valores.” (de Diego Celis et al., 2019).

La propuesta de clasificación realizada atiende a parámetros clásicos, como densidad, renta y

y centralidad de servicios; orientados por lo general, a establecer un sistema jerárquico de nodos territoriales agrupados en este caso en: Ciudades, Asentamientos intermedios, Centros locales y pequeños asentamientos, tal y como puede verse en la Figura 2. Pero, además, junto a estas variables, se inventariaron la totalidad de los asentamientos de Cantabria, caracterizándose desde una mirada integral, enlazando la herencia territorial actual con las necesidades presentes y su gestión futura (de Diego Celis et al., 2019).

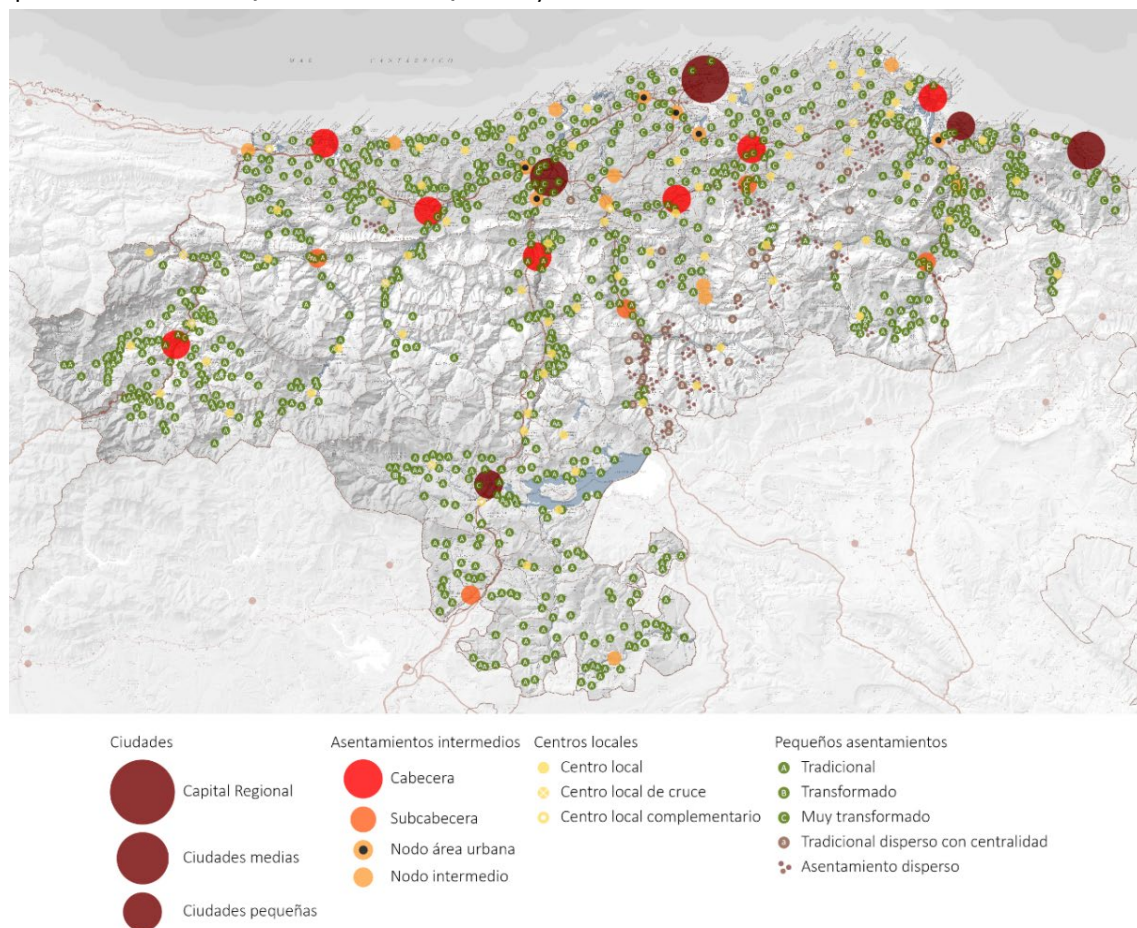


Figura 2 Sistema de asentamientos PROT 2018. Elaborado a partir de los datos del PROT

Esta caracterización se realiza con una triple finalidad: La primera de carácter administrativo, enfocada a la ordenación y a facilitar el establecimiento de reglas básicas que permitan preservar sus valores, tanto culturales como ambientales, cubriendo así la totalidad de los servicios ecosistémicos, es ahí donde residen la segunda

y tercera finalidad, en la comprensión del patrimonio cultural que ha conformado el paisaje en segundo lugar y en la caracterización del patrimonio natural como proveedor de dichos servicios en tercer lugar.

Teniendo en cuenta todas las singularidades históricas y la complejidad derivada de los procesos



de transformación contemporáneos uno de los aspectos más determinantes de trabajo fue la definición del concepto de núcleo y en concreto, para el caso que nos ocupa, los pequeños asentamientos. Para llevarla a cabo se partió de trabajos previos, se consideró la clasificación morfológica y, a partir de ellas, se evolucionó con el grado de transformación sufridos y las relaciones territoriales con otros asentamientos próximos. Se generó una cartografía detallada partiendo de las series históricas de información catastral y las ortofotografías aéreas, para analizar tendencias y el grado de consolidación. Este parámetro es de vital importancia a la hora de determinar la capacidad de un asentamiento de crecer dentro de sus límites antes de ocupar nuevos suelos, alterando las relaciones con otros asentamientos y el entorno más próximo. En este sentido, para cada asentamiento, se caracterizó el contexto territorial y, de este modo, reconocer los elementos condicionantes del soporte físico, caracterizadores de sus valores y determinantes de su capacidad de acogida.

Con toda esta información se llevó a cabo una ficha de cada asentamiento de las que se deducen regímenes diferenciados, según sea su cla-

clasificación, atendiendo, por un lado, a la extensión de aquellos pequeños núcleos que apenas se han transformado, y por otro, a los que han sido transformados con mayor intensidad y se encuentran inmersos en dinámicas de mayor complejidad. Es en estos últimos donde, fruto de las condiciones descritas, resulta más necesario identificar y delimitar áreas de proximidad que puedan resultar compatibles con los objetivos y criterios del Modelo Territorial, al objeto de lograr una ordenación racional que pueda permitir una cierta extensión de los asentamientos y evitar la urbanización difusa de su entorno. Para ello se ha identificado y delimitado, en los asentamientos transformados y muy transformados, áreas para su crecimiento compatibles con el modelo territorial, en base a criterios de proximidad, continuidad y proporcionalidad, grado de transformación, condiciones geográficas y valores territoriales, morfología, infraestructuras y carácter de los mismos, ajustando las delimitaciones a unidades territoriales y geográficas reconocibles y con límites precisos, evitando, de esta manera, la discrecionalidad de las delimitaciones en base a la parcela (Figura 3).



Figura 3. Áreas de proximidad en el núcleo de la Magdalena (Guriezo)

### 3.2.2. Elementos de la IV de Cantabria

Para dar cumplida respuesta a tales objetivos y en base a los postulados que lo orientan consideramos que la infraestructura verde debía convertirse en una pieza básica para la ordenación y gestión del territorio a todas las escalas de intervención. Atendiendo a la definición de

EME, se concretó la IV sobre los servicios ecosistémicos de conservación de la biodiversidad, conectividad ecológica, almacenamiento y captura de carbono, abastecimiento de alimentos, almacenamiento, suministro y regulación de los flujos de agua o defensa del litoral. (Figura 4)

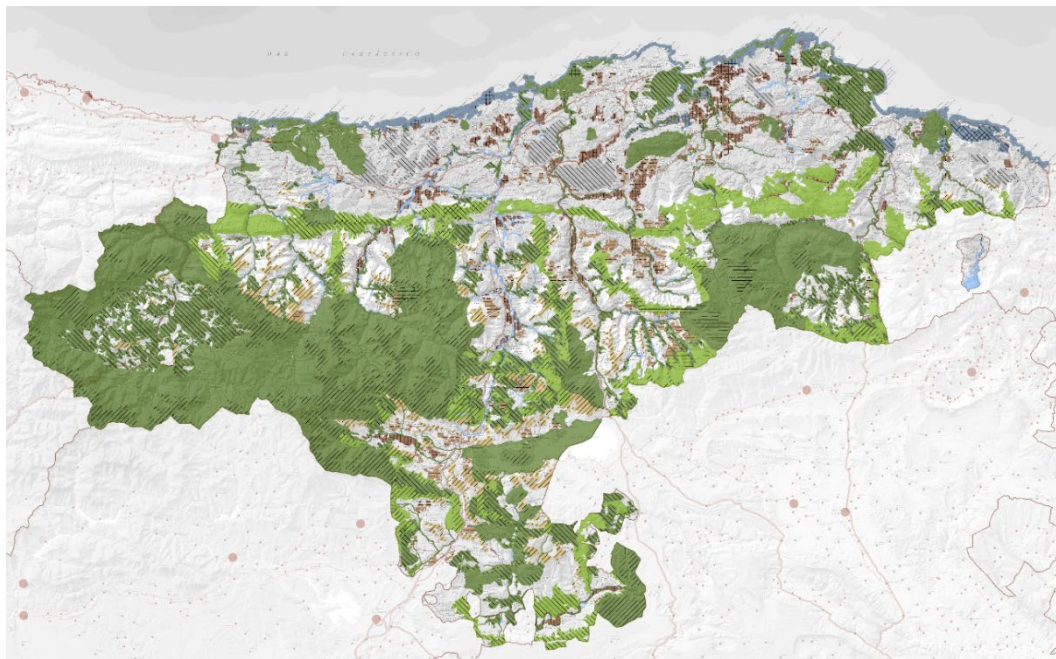


Figura 4. Infraestructura verde propuesta PROT 2018. Elaborado a partir de los datos del PROT

#### Conectividad ecológica y fomento de la biodiversidad

En este bloque se incorporan aquellos elementos y teselas que son esenciales para preservar la variabilidad genética de las especies y los ecosistemas. No quiere decir esto que no tengan otras funciones o presten otros servicios, sino que son piezas clave que contribuyen a reducir la fragmentación provocada por los asentamientos y las infraestructuras en la escala territorial, asociada a las cuencas.

Alcanza una superficie cercana a 273.000 Has lo que supone cerca del 51% de Cantabria en los que el PROT 2018, establece que debe propiciarse el mantenimiento del buen estado ecológico de los territorios, en particular apoyando las prácticas agrícolas, ganaderas y forestales sostenibles, y facilitarse la permeabilidad de las infraestructuras, de los ríos y de las barreras naturales.

#### Núcleos

Los núcleos están constituidos por la Red Autonómica de Espacios Naturales Protegidos de Cantabria, en la que están incluidos los espacios de la Red Natura 2000, bosques naturales, espacios acuáticos relevantes, bosques de ribera, así como otro conjunto de formaciones naturales, biotopos y hábitats que no forman parte de la mencionada Red, pero si son consideradas áreas territoriales asociadas a biotopos bien conservados (trabajo elaborado por Ecoestudios Cantábricos en el año 2015 para el Gobierno de Cantabria). Atendiendo a la cartografía de estos elementos y la información disponible en los citados estudios se llega a alcanzar 36% del total de la Comunidad. Toda esta superficie se considera que cumple funciones primordiales como espacios núcleo de conservación y reservorios de biodiversidad y se incorporan para:



- Fomentar la protección, conservación y recuperación de los ecosistemas presentes en dichos espacios.
- Promover acciones de desarrollo socioeconómico para los habitantes de estos espacios y zonas de influencia socioeconómica, fomentando un uso sostenible de los recursos, así como el mantenimiento de las prácticas tradicionales de gestión sostenible del territorio.
- Incentivar las actividades que potencien los servicios ecosistémicos atendidos por estos núcleos, en particular los de secuestro de carbono cuando están estructurados a partir de ecosistemas forestales.
- Excluir dichos espacios del desarrollo urbano y productivo, teniendo su ocupación un carácter excepcional, justificado por su objetivo y la falta de alternativas, y cuando sea compatible con la función o los servicios ecosistémicos prestados.

#### Conectores

Se definen para potenciar los biotopos existentes mediante la implantación de otros de menor resistencia a los movimientos de la fauna, en condiciones de compatibilidad ecológica. En ellos se debe de fomentar las repoblaciones forestales, especialmente con especies autóctonas, para evitar su pérdida de funcionalidad.

Atendiendo a la multiescalaridad mencionada y, conforme con las características del medio biofísico de Cantabria, se definen tres niveles de aproximación, todos ellos de igual importancia.

- Regional o territorial, entendido como elemento con una implantación geográfica que rebasa el ámbito de la cuenca hidrográfica o que, estando ligados a alguno de estos territorios de referencia, trascienden a los mismos en un contexto al menos supraprovincial.
- El nivel de cuenca, que incluye la infraestructura verde a una escala de la cuenca hidrográfica, y los elementos asociados a las mismas, los núcleos, aunque los mismos se concentren en un solo municipio.

- El nivel local. No se incluye su representación gráfica, pero sí los criterios que han de incluirse en la planificación local para su definición, e incorporación en la estructura general diseñada.

Dan soporte a los ecosistemas integrados en los Núcleos de Relevancia Ambiental y conectan a éstos a través de los dos niveles definidos, el Regional y el de Cuenca. Necesariamente han de complementarse con el nivel Local. De su cartografiado se deduce que el 15% de la superficie de Cantabria puede desempeñar esta función. Su delimitación debe entenderse como áreas de movimiento en cuyas orlas debe facilitarse la proliferación de otros biotopos, con especial atención a la mejora y respeto de la vegetación presente en los cursos de agua.

#### Los servicios de abastecimiento de alimentos

El mantenimiento del uso agropecuario del territorio con aptitudes y vocación para la producción alimentaria y de materias primas es un objetivo estratégico y han de ser preservados con independencia de su capacidad para prestar simultáneamente otros servicios ecosistémicos. En este sentido el PROT 2018, establecía que estos suelos delimitados por razón de su alta productividad, su interés para el vacuno de leche, o su singularidad como pasto de montaña, deberán ser considerados en los instrumentos de planificación urbanística, asignándoles a tal efecto la clasificación y régimen de usos más adecuada a su naturaleza, de tal forma que quedarán protegidos y, con carácter general, excluidos de la presión del crecimiento urbano e industrial. Esta consideración debería ser atendida de forma directa en el conjunto de prados, pastizales y tierras de cultivo identificadas y delimitadas, hasta una superficie aproximada de 93.000 Has, lo que supone el 17%.

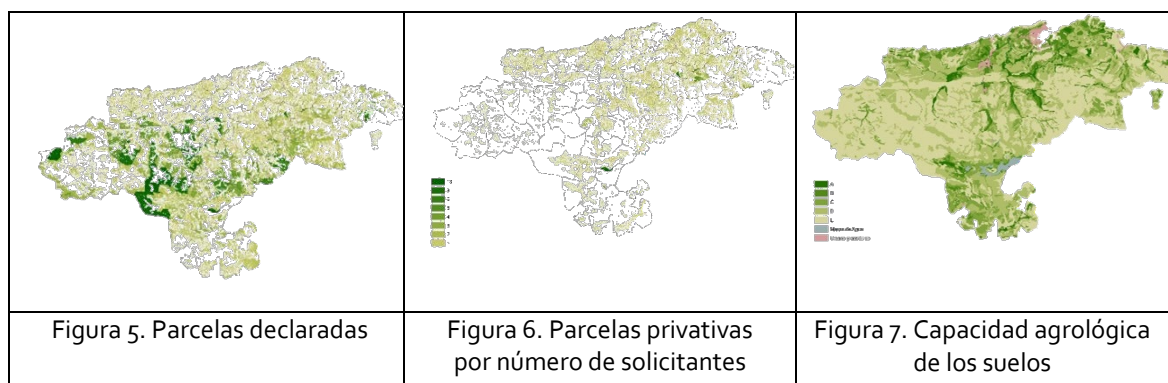
Considerando que el planeamiento debe de preservar de la urbanización y transformación estos suelos, y que su ocupación debería tener un carácter excepcional; se refuerza la necesidad de establecer sistemas de medición y evaluación que permitan ponderar las cualidades y

vocación productiva de los diferentes ámbitos frente a las necesidades de transformación de dichos suelos, ya sean construcciones aisladas o procesos de expansión urbanística.

Es en este punto dónde se hizo un mayor esfuerzo en el PROT 2018, pues para cada uno de los tres tipos se estableció una metodología propia, a partir de los datos y registros históricos asociados a la actividad agraria y ganadera, acudiendo a las fuentes oficiales y declaraciones de cada productor, agricultor o ganadero, y organizando la información a nivel de subparcela catastral.

De este modo se procesó la totalidad del territorio de Cantabria con el objetivo de delimitar áreas continuas de terreno rústico de Cantabria

con buenas condiciones agrológicas y de usos actuales para la producción agraria y ganadera. Se basa en el uso de varias fuentes de información oficiales que cubren todo el territorio rural de la región y la gran mayoría de sus sistemas productivos: la base de datos del Sistema de información geográfica de parcelas agrícolas (SIGPAC), la declaración de superficies de la PAC y el Sistema de Trazabilidad Animal SITRAN. Se manejaron series históricas de 13 años del SIGPAC, se cruzaron con los datos de los solicitantes privados de la PAC y los recintos declarados, identificando y diferenciando aspectos, como si es pasto comunal o no, el número de solicitantes y la aptitud del suelo según las clases A, B, C, D y E de la FAO. (Figuras 5, 6 y 7)



Para concluir se realiza el análisis con las clasificaciones del suelo realizadas por el planeamiento urbanístico. Llama especialmente la atención la existencia de solicitudes sobre suelos urbanos consolidados, equivalente a un 6'16% de la superficie solicitada. Así mismo hay que remarcar que cerca del 90% de la superficie solicitada es suelo rústico.

#### Suelos de alta productividad

Son los suelos identificados por su capacidad agrológica que conforman espacios continuos de suficiente dimensión para la concentración de la actividad profesional, este grupo de suelos es el de mayor interés y valor, por incluirse en él los de mayor potencial agrario y ganadero. Están situados en ámbitos de la zona litoral y de los fondos de valle. Su incorporación a la infraestructura verde no se agota en la escala

regional, sino que debe ser completada en la escala local (con independencia de otras posibilidades derivadas del desarrollo de las competencias sectoriales) Se ha identificado un 3,25% del suelo de Cantabria. (Figuras 8 y 9).

Tal y como se dice en la memoria del PROT 2018 son el resultado de considerar el potencial derivado de atribuirles su pertenencia a las clases A o B, según la tipología de la FAO para la potencialidad agraria (Figura 7), asociando las limitaciones para su uso agrícola, y valorando la mejora de esa potencialidad originada por haber formado parte de procesos de concentración parcelaria. Se tuvo en cuenta la necesidad de agregar espacios continuos de dimensión mínima, en función de las zonas en que se encontrasen, así como el contacto con las zonas más antropizadas del territorio.

Estos suelos cobran especial relevancia en las zonas periurbanas y en las áreas intersticiales, muchas veces de reducida dimensión, que requieren de un análisis de mayor detalle, para su incorporación a la infraestructura verde local. Estas zonas intermedias, se encuentran, por lo general sometidas a tensiones derivadas de su contacto con los suelos urbanos.

#### De interés de vacuno de leche.

Estos suelos se han delimitado en solución de continuidad, en áreas compactas, suficientemente grandes, de alto interés como base territorial para el mantenimiento y promoción de explotaciones de vacuno de leche, con alta disponibilidad de superficie forrajera concentrada en un área geográfica reducida. Se ha tenido en cuenta, además, que estén declaradas por ganaderos de leche en un porcentaje significativo. Estos suponen el 3,38% del suelo de Cantabria. (Figuras 8 y 10)

Para ellos el PROT 2018 establece que se evitará la extensión de los cultivos forestales y se incentivará la producción forrajera, como medida de apoyo al sector y contribución a la viabilidad futura de las explotaciones lecheras, se preservan para la obtención de recursos alimenticios para el ganado procedentes de la propia explotación.

#### De los puertos y pastos de montaña

En el grupo de pastos de montaña de la infraestructura verde regional, se han cartografiado los pastos de Cantabria catalogados como pastos en régimen común que presentan un carácter singular por su uso y funciones productivas, basado en la selección de aquellas unidades de pasto que presentan una cobertura mayoritariamente herbácea y que son aprovechados por un número significativo de ganaderos y cabezas de ganado.

Las unidades de pasto han sido delimitadas y fragmentadas atendiendo a su tamaño, con un mínimo requerido, y tomando como referencia elementos topográficos considerados relevantes en la compartimentación espacial de los mismos (ríos y canales, divisorias de

aguas, barrancos, etc.); debido a que rara vez existen límites artificiales (cierres) entre los pastos comunales de las diferentes entidades titulares (municipios y juntas vecinales), se ha considerado esta división muy útil desde un punto de vista funcional y ajustada al movimiento que realiza el ganado durante la estación de pastoreo. de mayor dimensión con coberturas herbáceas, atendiendo al número de ganaderos o cabezas de ganado. Estos suponen el 11,64% del suelo de Cantabria (Figuras 8 y 11).

Los pastos de montaña incluidos en la infraestructura verde mantendrán su utilización estacional para la ganadería y el aprovechamiento comunal, recogiendo en las ordenanzas que regulen su gestión el carácter preferente de su aprovechamiento como recurso pastable. Los gestores de dichos espacios comunales pastables adoptarán las medidas necesarias para mantener en adecuado estado la vegetación herbácea, realizando las labores agrícolas y de desbroce pertinentes para evitar la extensión del sustrato arbustivo y el riesgo de incendios forestales, aplicando las medidas que pudieran estar establecidas en los correspondientes Planes de Prevención y Lucha Contra Incendios Forestales aprobados.

#### **Los servicios ecosistémicos de regulación**

El PROT 2018 se consideraron por un lado los servicios de almacenamiento y captura de carbono que, con algo más de 69.000Has, llega a un 13% de la superficie de Cantabria, y por otro, los servicios de regulación de fluvial y costera que con algo más de 21.000 Has llega al 4% de la superficie de la comunidad. Siendo objeto de una cartografía específica los primeros (Figura 12), pues los segundos se encontraban en su mayoría en el análisis de inundabilidad del litoral y en los conectores fluviales de la infraestructura azul.

Los servicios de almacenamiento y captura los prestan principalmente las formaciones vegetales arboladas terrestres, que actúan como sumideros de gases y en especial de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático.

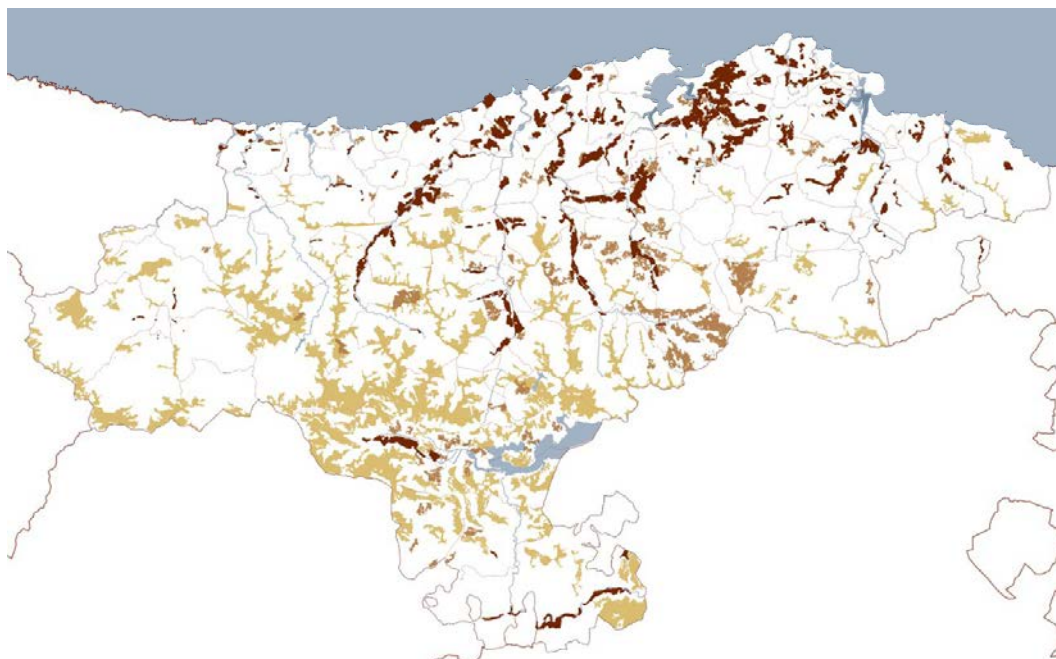


Figura 8. Servicios ecosistémicos de abastecimiento



Figura 9. Suelos de alta productividad



Figura 10. Suelos vacuno de leche

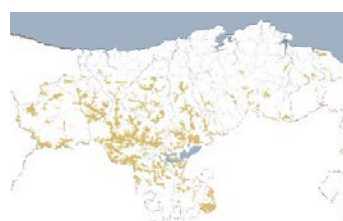


Figura 11. Suelos pastos de montaña

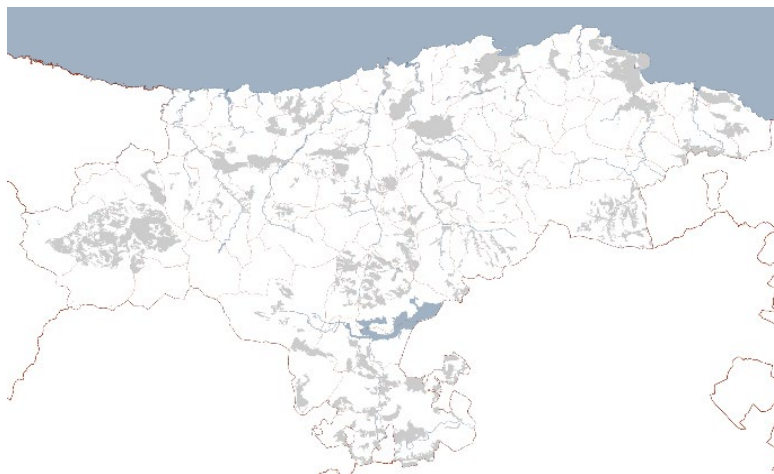


Figura 12. Servicios ecosistémicos de regulación. Sumidero de CO<sub>2</sub>

Como veremos en el caso de estudio de Santiago, obtener información sobre los sumideros de carbono vegetales es fundamental a la hora de aplicar la metodología desarrollada para la infraestructura verde local.

La importante superficie forestal de la Comunidad Autónoma, tanto sus bosques y formaciones naturales, como los cultivos forestales, cumple un papel fundamental como sumidero de carbono. Las actuaciones de preservación y



extensión de los suelos con aptitudes y vocación forestal, y de mejora de su productividad, generadoras al mismo tiempo de riqueza y empleo, son instrumentos adecuados para aprovechar la funcionalidad de los ecosistemas de cara a la protección ambiental, la reducción de la contaminación, y la lucha contra el cambio climático.

### 3.3. Infraestructura verde a nivel local. Hacia un nuevo reparto de papeles

Tal y como se expuso al principio, llegados a este punto, ninguno de los elementos incorporados en la IV regional tendrán sentido si no se interviene en los puntos dónde necesariamente hemos de garantizar los flujos de intercambio de materia y energía, la conectividad entre los diferentes elementos y componentes. Por ello, en el PROT 2018, se establecía la necesidad de complementar estas grandes áreas delimitadas a nivel regional, mediante su desarrollo a escala local, conformando una red continua y coherente a su escala de intervención, cuya ordenación e integración se preveía mediante el planeamiento urbanístico municipal, al que se encomendaba concretar la ordenación de los ámbitos delimitados en la infraestructura verde regional atendiendo a las funciones ecosistémicas señaladas para ellos.

Más allá de la obligación que podría suponer un documento normativo u otro, se impone la necesidad de reconocer los elementos desde la lectura de los servicios ecosistémicos que prestan, atendiendo a las diferentes dinámicas y procesos que se derivan de sus relaciones.

Aproximarse a los servicios ecosistémicos desde todas las escalas a través de la infraestructura verde facilitará, en primer lugar, valorar los escenarios probables derivados del cambio climático, aproximándonos a una mayor capacidad para reconducir y poner en marcha actuaciones que permitan una mejor integración de las actividades humanas, y urbanas, en su entorno más próximo.

En segundo lugar, el desarrollo de una estrategia para la infraestructura verde, entendida

como la infraestructura para gestionar la adaptación al cambio de las especies, incluida la humana, en sus ecosistemas y vertebrar actuaciones, permitirá trascender de los límites administrativos y jurídicos a la hora de planificar y actuar en cada clase de suelo, desarrollando acciones coherentes y consecuentes con los valores y funciones identificados.

Esa capacidad para desdibujar las fronteras es el primer paso para entender que el sistema de asentamientos, organizado y vertebrado para la prestación de los servicios básicos tradicionales, debe ampliar su horizonte y balancear los esfuerzos para integrar entre dichos servicios los servicios ecosistémicos aportados por aquellos territorios que, tradicionalmente, se han considerado periféricos o marginales.

Estos territorios, tal y como se puede apreciar en las siguientes gráficas son, con diferencia, los que aportan la mayor parte de la energía necesaria para el funcionamiento del sistema, convirtiéndose, por lo tanto, en espacios críticos de cara a garantizar el bienestar y equilibrio en las áreas más urbanas y sus entornos.

En las siguientes gráficas (Figuras 13 y 14) puede apreciarse el aporte de superficie relativo a la superficie total de cada ayuntamiento, en el que con una inmensa diferencia se aprecia el esfuerzo de los centros locales reconocidos en el sistema de asentamientos frente al aporte de las ciudades.

Si de este análisis comparativo, basado sólo en el cómputo de las superficies de usos que prestan determinados servicios ecosistémicos, ya podemos deducir la importancia capital del papel que prestan y prestarán en el futuro los pequeños asentamientos; era obvio que podríamos enriquecer sustancialmente el estudio con la ponderación detallada de tales servicios. Una ponderación basada en la importancia relativa que cada uno de ellos tiene en la mejora del bienestar de las áreas más urbanas. No pudiendo continuar con los trabajos de Cantabria para evolucionar el modelo desarrollado por la decisión de retirarlo del orden del día de la

CROTU de 31/1/2018, la oportunidad de comprobar esta hipótesis nos lo brindó el trabajo de investigación que se realizó en el área de Santiago de Compostela. En ella el análisis se hace más preciso y complejo. A modo de

ejemplo, en el caso de la valoración del ciclo del carbono era evidente el necesario cotejo no sólo, del potencial papel de sumidero de estos núcleos, sino también su aporte de emisión.

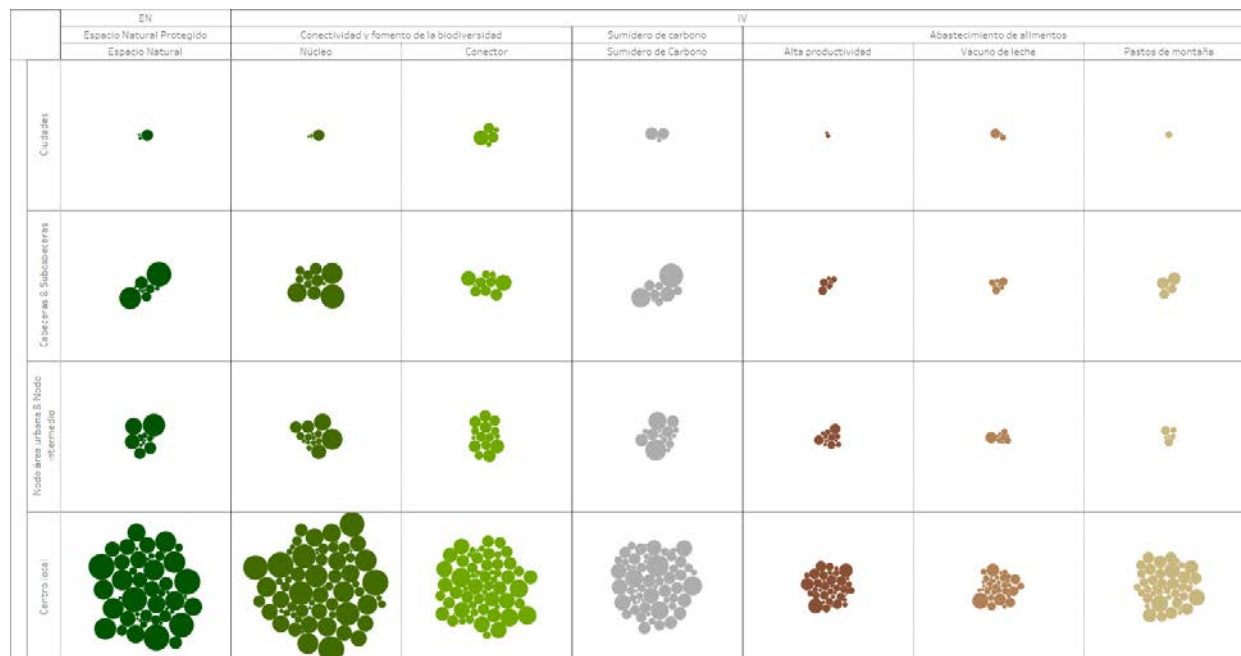


Figura 13 Matriz de superficie total de los servicios ecosistémicos prestados por cada municipio.

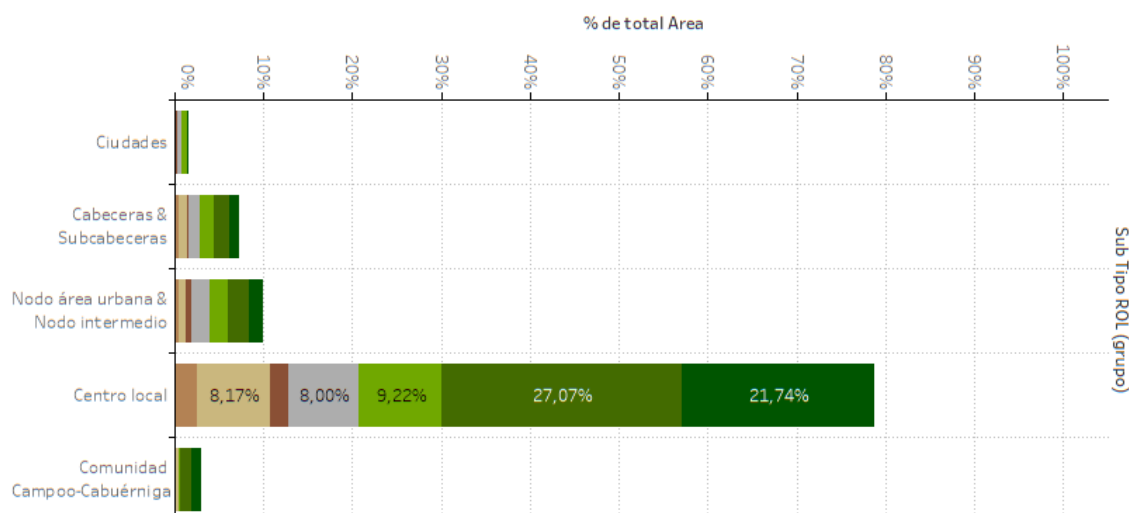


Figura 14 Reparto de cada servicio ecosistémico por tipo de asentamiento definido.

#### 4. Estudio de Santiago de Compostela. Cuantificación y mapeado de Servicios ecosistémicos a escala municipal

##### 4.1. Introducción al estudio

El objetivo de este ensayo fue el análisis del estado de la Infraestructura Verde urbana en el

municipio en relación con la provisión de servicios ecosistémicos, obteniendo una sistematización sencilla para el análisis de la Infraestructura Verde municipal que ayuda a detectar sus puntos fuertes y débiles y, de este modo, colaborar en la optimización de los planes y proyectos ambientales del municipio.

La conectividad de los hábitats que se generan dentro de la Infraestructura Verde juega un papel fundamental en la sostenibilidad y resiliencia de las áreas urbanas (Thompson y Gonzalez, 2017) y, por ende, de la sostenibilidad ambiental de la ciudad, especialmente en el escenario de cambio global en el que vivimos. La planificación y gestión de las áreas verdes urbanas se ve a menudo limitada por los recursos disponibles, haciendo que construir una red ecológica óptima que, además, esté conectada con el entorno de la ciudad, sea una tarea complicada. No obstante, entender la organización de dicha conectividad dentro del marco territorial y municipal permitirá tener una mejor visión, más global, lo cual permitirá una adecuada gestión de los recursos (Zhang et al., 2018) y garantizar el mantenimiento de la provisión de servicios ecosistémicos ante el Cambio Climático (Rosa y Privitera, 2013).

La decisión de hacer el ensayo en Santiago de Compostela se fundamenta en parámetros como superficie, población e información disponible. Siendo el quinto municipio más poblado de Galicia con 97.260 habitantes, según los datos del INE de 2019, con una superficie aproximada de 220 km<sup>2</sup>, es el municipio gallego con más superficie verde (parques y jardines) y uno de los más verdes de España. Además de estas características, cuenta con una cartografía en detalle, entre la que se incluye la hidrografía, vial, construcciones y la cubierta terrestre. La disponibilidad de información detallada y la gran abundancia de espacios verdes hace a Santiago de Compostela el municipio ideal para la realización de este proyecto.

Esta metodología se basa en la cartografía de origen y sigue los principios inicialmente propuestos por Derkzen et al. (2015) para la cuantificación de servicios ecosistémicos mediante el uso de Infraestructura Verde cartografiada. De esta manera, la metodología permite ser adaptada no solo a la realidad geográfica del área en cuestión, si no al formato y extensión de los datos de origen. Ya que las políticas de

uso de suelo y de gestión medioambiental deben hacerse teniendo en cuenta el continuo urbano-rural (Larondelle y Haase, 2013) e integrando los alrededores rurales en las mismas para aumentar la eficacia y sostenibilidad de la Infraestructura Verde y sus servicios ecosistémicos en el ámbito urbano (Rolf et al., 2018), se consideró estudiar el municipio de Santiago de Compostela en su conjunto. Determinamos, por lo tanto, que el área administrativa de la ciudad de Santiago de Compostela haría la función de zona urbana, mientras que el resto del municipio se consideró zona rural, debido a la gran presencia de pequeñas viviendas y explotaciones familiares y parcelas agrarias y forestales enmarcadas dentro de un continuo desde el centro urbano que disminuye la presencia antrópica pero que nunca deja de presentar usos y explotaciones diversas por parte de la población.

#### 4.2. Metodología empleada

La zona de estudio se dividió entre la zona de área urbana, entendida como la superficie que ocupa la ciudad de Santiago de Compostela tal y como viene definida en la cartografía del Xeoportal de Santiago de Compostela (Concello de Santiago de Compostela -IDEE, 2019), y área rural. Con esta división se pretende no solo estudiar el municipio en su conjunto, con sus áreas periurbana y rural incluidas, sino establecer las diferencias entre ambas en cuanto a su provisión de servicios ecosistémicos, resaltando el papel de los núcleos rurales y espacios periurbanos en las políticas de Infraestructura Verde. A partir de la información disponible en el Xeoportal de Santiago de Compostela (Concello de Santiago de Compostela -IDEE, 2019), se procedió a reclasificar los tipos de parcelas de infraestructuras urbanas en nuevas clases acordes a los objetivos del trabajo. En la Tabla 1 se pueden observar las tipologías finales junto con la descripción de estas.

Tabla 1 Tipologías de Infraestructuras urbanas en Santiago de Compostela

Tipo	Tipología <sup>1</sup>	Descripción	Área urbana (km²)	Área rural (km²)
Verde	Arbolado	Superficie cubierta, al menos en un 25%, por especies forestales arbóreas y cultivos leñosos que ocupan el terreno durante largos períodos y no necesitan ser replantados.	0,055	85,146
	Matorral	Superficies cubiertas por vegetación arbustiva de especies leñosas, cuya parte aérea no llega a diferenciarse en tronco y copa, y su altura no supera los 5 m. Se incluyen además superficies de cortafuegos cuya vegetación se asemeja al matorral.	3,256	30,719
	Herbáceas	Pastos formados por comunidades herbáceas espontáneas susceptibles de riego, siega o aprovechadas a diente en pastoreo extensivo.	0,196	43,274
	Agrícola	Tierras labradas y/o trabajadas con el fin de obtener algún tipo de aprovechamiento o producción agrícola, destinada o no al autoconsumo.	3,85	29,766
	Arbolado urbano	Superficie de vegetación incluida en zona urbana, que ha sido plantada de forma artificial o que, siendo espontánea o natural, ha sufrido un proceso de ordenación o se realizan en ella trabajos de jardinería.	2,429	0,006
	Jardín	Recinto en el interior de una población destinado a prados, jardines y arbolado para recreo y ornato de carácter público o privado.	2,892	1,72
Azul	Agua	Superficies, naturales o artificiales, cubiertas por agua.	0,123	1,375
Gris	Suelo desnudo	Superficies naturales de suelo desnudo, con escasa o nula vegetación.	0,397	0,186
	Construcciones	Elementos artificiales contruidos (edificios, carreteras, sendas, viales, ...).	11,486	19,602

#### 4.2.1. Servicios ecosistémicos

Para la realización de este proyecto, seleccionamos un total de 14 servicios ecosistémicos, agrupados en los 3 grandes grupos funcionales, dada su relevancia para el bienestar humano y la sostenibilidad ambiental de la ciudad. Para el propósito de este trabajo, nos centraremos en los servicios derivados de la vegetación, ya que es el elemento fundamental de la Infraestructura Verde urbana (Tabla2)

Como cada servicio ecosistémico tiene su magnitud y unidades características, se procedió

a ponderar todos los SE en una escala de 0 a 1, sin considerar la importancia de ninguno sobre otro, tal y como proponen Derkzen et al. (2015) y Dobbs, Kendal y Nitschke (2014). Finalmente, la provisión de SE por parte de la Infraestructura Verde será indicada por m². Como se indicó en el apartado anterior, para estudiar de manera conjunta la multifuncionalidad y la conectividad de la Infraestructura Verde, se consideró la conectividad ecológica como un servicio ecosistémico de abastecimiento.

<sup>1</sup> Las tipologías fueron extraídas y modificadas del Xeoportal de Santiago de Compostela (año 2017) (Concello de Santiago de Compostela -IDEE, 2019).



Tabla 2 Lista de los servicios ecosistémicos urbanos empleados, sus indicadores, mecanismo de acción y datos empleados

Función	Servicio	Indicador	Mecanismo	Datos empleados	Unidades
Abastecimiento	Agraria	Superficie agraria	Áreas destinadas a la producción de alimentos.	Parcelas agrarias	m <sup>2</sup>
	Madera	Superficie silvícola	Áreas destinadas a la producción de madera.	Parcelas silvícolas	m <sup>2</sup>
	Provisión de hábitat	Conectividad estructural	Las áreas vegetadas permiten la presencia de comunidades vegetales y permite la mejor función y supervivencia de dichas comunidades.	IV.Urbana	Índice de Conectividad Ecológica
Regulación	Purificación del aire	CO reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de CO por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
		O <sub>3</sub> reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de O <sub>3</sub> por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
		NO <sub>2</sub> reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de NO <sub>2</sub> por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
		SO <sub>2</sub> reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de SO <sub>2</sub> por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
		PM <sub>10</sub> reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de PM <sub>10</sub> por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
		PM <sub>2,5</sub> reducido por la Infraestructura Verde urbana	Reducción de los niveles de PM <sub>2,5</sub> por parte de la vegetación	IV.Urbana	g/ m <sup>2</sup> año
	Secuestro de Carbono	CO <sub>2</sub> secuestrado por la vegetación (CO <sub>2</sub> sobre el suelo)	Reducción del CO <sub>2</sub> , que influye en el efecto de isla de calor y el proceso de Cambio Climático.	IV.Urbana	kg/m <sup>2</sup> Carbono
	Reducción de ruido	Rango de decibelios atenuados	Atenuación del ruido por parte de masas de vegetación (no filas de vegetación individual).	IV.Urbana	dB(A) 100/ m <sup>2</sup>
	Retención de escorrentía	Escorrentía retenida por la IV. Urbana	Retención del agua de escorrentía por parte de la vegetación y el suelo vegetado, que no llega a la red de colectores de la ciudad.	IV.Urbana	L/ m <sup>2</sup>
	Enfriamiento	Potencial de enfriamiento de cada tipo de IV	Reducción de la temperatura media por parte de la vegetación mediante la evapotranspiración.	IV.Urbana	Fracción de peso
Culturales	Recreación	Índice de recreación	La Infraestructura Verde urbana permite a la población la realización de diversas actividades recreativas y culturales como pasear, pasear perros, correr, ...	IV.Urbana	Índice de recreación

### Servicios de abastecimiento y conectividad ecológica

Entendemos los servicios ecosistémicos de abastecimiento como aquellos que proveen al ser humano de manera directa o indirecta de materiales o productos bióticos o geóticos.

Para este trabajo, dado el énfasis puesto en la vegetación de la Infraestructura Verde urbana y rural, consideraremos la producción agrícola y silvícola como dos de los servicios ecosistémicos de esta categoría. Aquellas parcelas de la categoría "Agrícola" serán puntuadas con 1

para el caso de la producción agrícola, mientras que aquellas parcelas de aprovechamiento forestal de la categoría "Arbolados" serán puntuadas con 1 para la producción silvícola.

En este estudio entendemos la conectividad estructural de los hábitats verdes como un servicio ecosistémico de abastecimiento dentro del estudio realizado en Santiago de Compostela, entendido como la provisión de hábitat que permite que se mantenga una biodiversidad en las áreas urbanas o rurales y una conexión de estas con las áreas naturales de manera. Para el cálculo de la conectividad estructural seguimos la metodología propuesta por Marulli y Mallarach (2005) mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica basada en principios de ecología de paisaje, permitiendo la extrapolación de los resultados a planificación regional o estrategias de gestión ambiental o de evaluación de impacto ambiental. Esta metodología se basa en el cálculo de la presencia de barreras ambientales y la posterior conectividad estructural de las parcelas de territorio en función de su tipología y la presencia de dichas barreras.

Primero es necesario estudiar la presencia de barreras. Podemos definir una barrera como un elemento del paisaje que impide o restringe el flujo de materia, energía e información a través de la matriz de parcelas de hábitat o a través de zonas ecológicas importantes. Las barreras, por lo tanto, serían aquellos elementos cuya impermeabilidad a rutas biológicas, acceso a recursos, flujo genético u otros procesos biológicos o evolutivos es muy elevada (McRae, Hall, Beier y Theobald, 2012). Mediante la metodología usada, se obtuvo un Índice de Efecto Barrera (BEI), asignando a cada pixel de la zona de estudio (1 m<sup>2</sup>) un valor del índice BEI en función de la tipología de Infraestructura Verde Urbana que varía de 0 a 10, desde un impacto nulo a un impacto crítico. Consideraremos barreras de impacto negativo a aquellas barreras con valores de BEI superiores a 5 (barreras antrópicas que reducen mucho la permeabilidad ecológica), entendiendo que los valores inferiores

corresponden a barreras asumibles para una adecuada unión entre el medio natural y un uso sostenible del mismo (zonas naturales, arbolados forestales, parcelas agrícolas, o mosaicos urbanos o rurales de baja densidad). Una vez obtenido el efecto que producen las barreras sobre el medio se puede proceder al cálculo del Índice de Conectividad Ecológica (ECI, por sus siglas en inglés) empleando I) la tipología de infraestructura encontrada en el área de estudio y II) la superficie de impedancia subyacente, que corresponde con el efecto de barrera, obteniendo una superficie de costes de distancia para cada tipología que, de manera acumulativa, nos dará el ECI. Este índice será empleado como uno de los servicios eco-sistémicos elegidos para el estudio, incluido dentro del grupo de servicios de abastecimiento al servir como indicador de la provisión de hábitat para la biodiversidad urbana (Dobbs et al., 2014).

### Servicios de regulación y recreo

En cuanto a los servicios ecosistémicos de regulación, se utilizaron 10 servicios ecosistémicos que regulan el medioambiente urbano mediante el propio funcionamiento del ecosistema, siendo estos la purificación del aire, el almacén de carbono, la reducción de ruido, la retención de escorrentía y el enfriamiento del medio, cuyos valores, tal y como plantean Derkzen et al., 2015, que fueron extraídos de diferentes fuentes bibliográficas tal y como establece Derkzen et al. (2015)

El último grupo de servicios ecosistémicos son aquellos relacionados con la estética, recreación o espiritualidad que la naturaleza tiene para el ser humano. Dado que cada vez la naturaleza está más alejada de las ciudades, la Infraestructura Verde sirve de reconexión de la ciudadanía con el mundo natural. La presencia de parques urbanos dota a los habitantes de oportunidades de relajación, paseos o deportes al aire libre (Daniel et al., 2012). Además, pasar tiempo en espacios verdes es beneficioso para la salud física y mental de la población (Derkzen et al., 2015).

Existen diferentes formas de medir los servicios ecosistémicos de recreo y estéticos. Sin embargo, para este trabajo nos centra-remos en la propuesta metodológica de Derkzen et al. (2015). La atracción que siente la ciudadanía hacia las diferentes tipologías de infraestructuras puede entenderse con las siguientes generalizaciones: la población suele preferir I) los paisajes vegetados algo más que los acuáticos en zonas urbanas o antropizadas, II) las tipologías más “naturales” frente a las más “artificiales”, III) variaciones en la vegetación y espacios abiertos. Dado que los parques suelen satisfacer estas generalizaciones en un alto grado, se consideró que el valor de recreación es el doble para aquellas tipologías incluidas dentro de parques municipales (Derkzen et al., 2015). Se creó un índice basado en esas generalizaciones, que varía entre 1 y 3 en función de la cantidad de artículos encontrados que referencien las características deseadas (Derkzen et al., 2015).

#### 4.2.2. Análisis estadísticos empleados

Una vez obtenidos todos los ráster de cada uno de los servicios ecosistémicos, se procedió a calcular una serie de índices para trabajar con la provisión de estos por parte de la Infraestructura Verde y poder estudiar su estructuración espacial mediante análisis estadísticos, como proponen Dobbs et al. (2014). Se elaboraron 4 índices a partir de la suma de diferentes servicios ecosistémicos: I) Índice de SE de abastecimiento, II) Índice de SE de regulación, III) Índice de SE de recreo y IV) Índice de SE total (resultante de la suma de la totalidad de servicios).

Para estudiar las diferencias entre las áreas urbana y rural, realizamos un muestreo aleatorio de 1.000 puntos y aplicamos una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para estudiar si los conjuntos de datos siguen la misma distribución (es decir, pertenecen a la misma población) o no, debido a que los datos no siguen una distribución normal ni presentan homogeneidad de varianzas (homocedasticidad), tras realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov (normalidad) y el test de Levene (homocedasticidad).

Para entender la estructuración de la provisión de servicios ecosistémicos a nivel municipal se realizaron diversos análisis de agregación con el fin de detectar áreas de alta o baja provisión de servicios (Gi\* de Getis-Ord) (Dobbs et al., 2014; Dobbs, Escobedo y Zipperer; 2011). Considerar el uso de múltiples servicios ecosistémicos conjuntamente nos permite conocer la superficie de menor provisión para llevar a cabo políticas de mejora de estas y a su vez detectar aquellas áreas con un mayor impacto en el aporte de servicios ecosistémicos y evitar su degradación en el futuro.

Estudiamos si existen diferencias entre las 2 divisiones del área de estudio (superficie urbana y superficie rural) en cuanto a su agregación local (presencia o no de puntos calientes de baja o alta provisión de servicios ecosistémicos) con una prueba de independencia de chi-cuadrado, contrastando la hipótesis de que las variables se distribuyen de manera diferente entre las diferentes zonas de estudio.

#### 4.3. Resultados obtenidos

##### 4.3.1. Servicios ecosistémicos a lo largo del municipio

Los resultados obtenidos tras la elaboración de los índices de servicios ecosistémicos, derivados de la estandarización y suma de los servicios individuales, se pueden observar en la Figura 15. Los mapas se encuentran en formato ráster, indicando el valor del índice por cada metro cuadrado de superficie (resolución de píxel). Para el desarrollo de este trabajo se consideró el mismo peso para cada servicio, sin juzgar la importancia mayor o menor que cada uno podría tener con relación al resto. Con la ayuda de estos mapas podemos entender mejor la estructuración espacial de dichos servicios y su beneficio para la salud humana y ambiental.

A simple vista, se puede observar una clara tendencia a una mayor concentración de valores bajos dentro de los límites del área urbana de Santiago de Compostela (excepto para el servicio

ecosistémico de recreo, para el cual los parques municipales son los puntos de mayor valor recreacional). No obstante, para conocer si estas diferencias son significativas, y para analizar las

diferencias entre la zona de ribera, podemos estudiar los resultados del muestreo y el análisis de Kruskal-Wallis (Tabla 3)

Tabla 3 Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la comparación entre las superficies urbana y rural

	SE total	SE de abastecimiento	SE de regulación	SE de recreo
<b>H de Kruskal-Wallis</b>	393,027	549,039	379,451	162,425
<b>Grados de libertad</b>	1	1	1	1
<b>Significación</b>	1,77E-87	2,04E-121	1,64E-84	3,34E-37

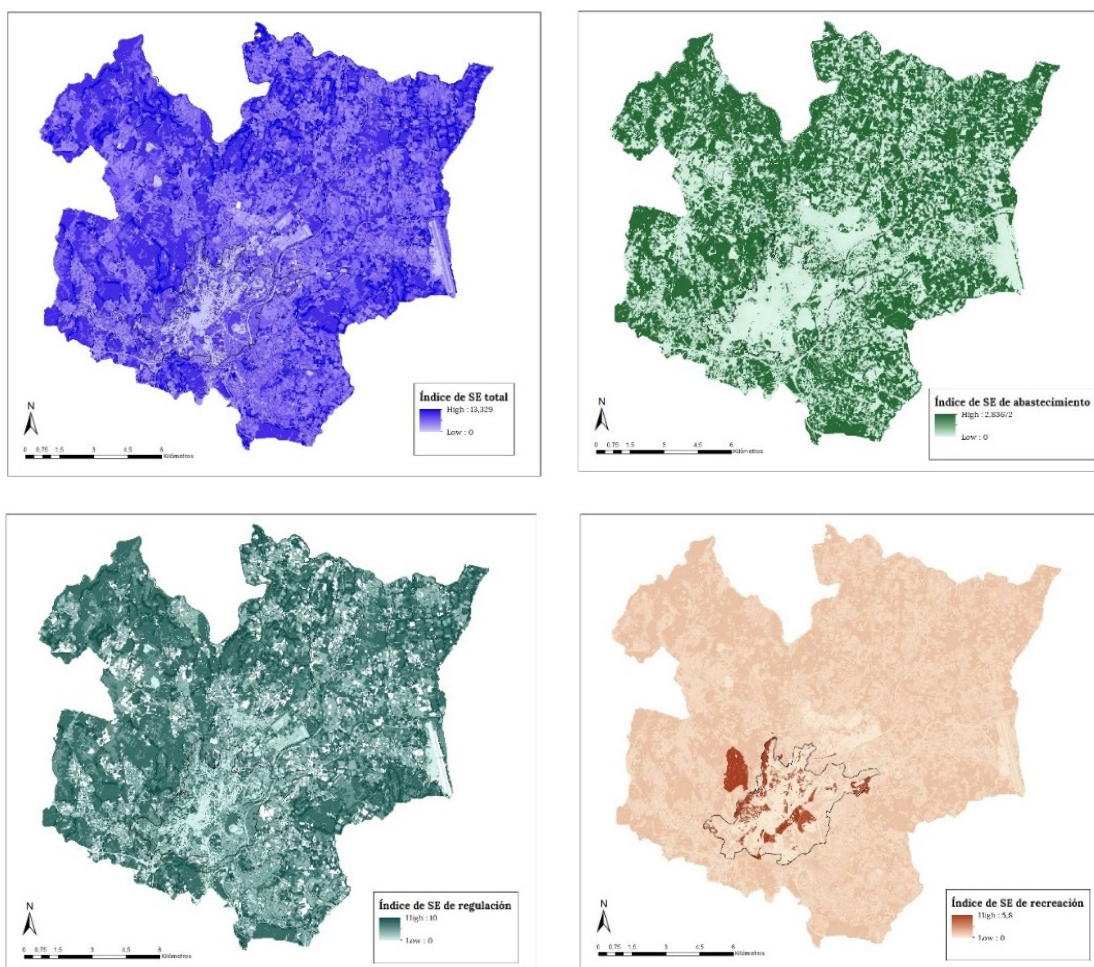


Figura 15. Mapas de los índices de Servicios Ecosistémicos (SE) en el municipio de Santiago de Compostela. La línea negra indica el límite del área urbana.

Se encontraron diferencias significativas entre la provisión de servicios ecosistémicos para los 4 índices de SE de ambas superficies (para un nivel de significación de 0,05), lo cual indica que ambas áreas difieren en la distribución de sus servicios ecosistémicos. Para mejor visualización, se realizaron gráficas Boxplot de los dife-

rentes índices de SE, como se observan en la Figura 16.

La mayor diferencia se manifiesta en los servicios ecosistémicos de abastecimiento, ya que la producción de alimentos, por ejemplo, aumenta conforme nos alejamos del centro de la ciudad (Kroll, Müller, Haase y Fohrer, 2012). El



índice de SE de abastecimiento muestra una amplitud baja en los valores de la superficie urbana, debido a la falta de suelo agrícola y forestal y a la baja conectividad ecológica de las zonas muy antropizadas, siendo atípicos los valores altos de provisión de estos servicios para aquellos casos de huertas urbanas o suelo agrícola de autoconsumo en las zonas periurbanas.

En cuanto a los servicios ecosistémicos de recreo, a pesar de que se observa un valor medio

mayor en la superficie rural, aproximadamente el 25% de los valores de la superficie urbana están por encima de esta media, debido a una mayor cantidad y área de parques municipales en el ámbito urbano, los cuales tienen una mayor aportación para el índice de SE de recreo al tratarse de zonas culturales y recreacionales apreciadas por la ciudadanía (Derkzen et al., 2015).

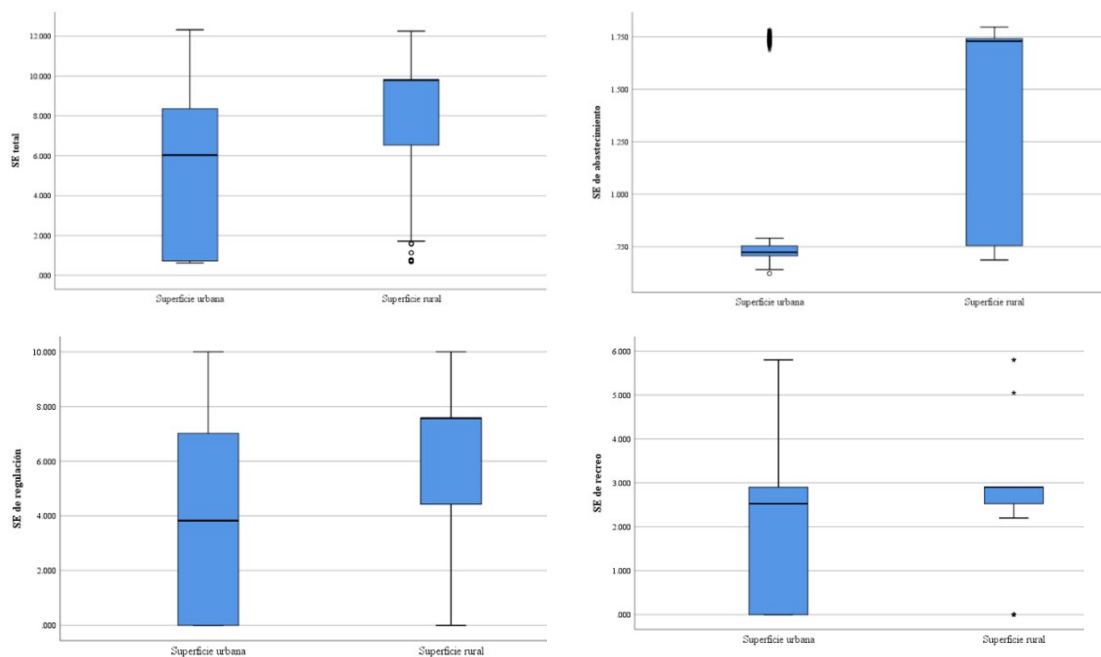


Figura 16. Boxplots de los diferentes Índices de Servicios ecosistémicos para las áreas urbana y rural

Las zonas urbanas, en comparación con las rurales, destacan por una menor provisión de servicios ecosistémicos generada por una mayor superficie ocupada por construcciones artificiales. Las zonas rurales, por su parte, son las que arrojan valores más altos de servicios ecosistémicos, dado que las tipologías que dominan (arbolados, matorrales y agrícolas) son las que mayores valores de secuestro de carbono, reducción de la escorrentía o provisión de hábitat tienen, y cuyos valores aumentan conforme se alejan del centro de la ciudad (Larondelle y Haase, 2013). La cuantificación de los servicios ecosistémicos municipales es, de forma última, dependiente de la configuración, tipología y estructuración (Andersson et al., 2015) de la Infraestructura Verde que los provee, y explica la heterogeneidad que se observa entre áreas.

#### 4.3.2. Estructura espacial

Para estudiar la estructuración espacial de la Infraestructura Verde con relación a su provisión de servicios ecosistémicos se empleó un análisis de agregación local que nos permite realizar un mapeado de presencia de puntos calientes de alta o baja provisión mediante el uso del análisis de punto caliente ( $G_i^*$  de Getis-Ord) a través del estudio de los valores de servicios ecosistémicos de cada entidad en un conjunto de entidades vecinas (Getis y Ord, 2010). Se considerará que existe un punto caliente en aquellos casos en los que una parcela y sus parcelas vecinas presenten valores altos o bajos de servicios ecosistémicos. Los mapas resultantes de los análisis locales de  $G_i^*$  de Getis-Ord se muestran en la Figura 17 para los diferentes

índices de servicios ecosistémicos. Estas figuras ponen de manifiesto la presencia de áreas de concentración de valores bajos de provisión

de servicios ecosistémicos, o puntos fríos, alrededor de la ciudad de Santiago de Compostela.

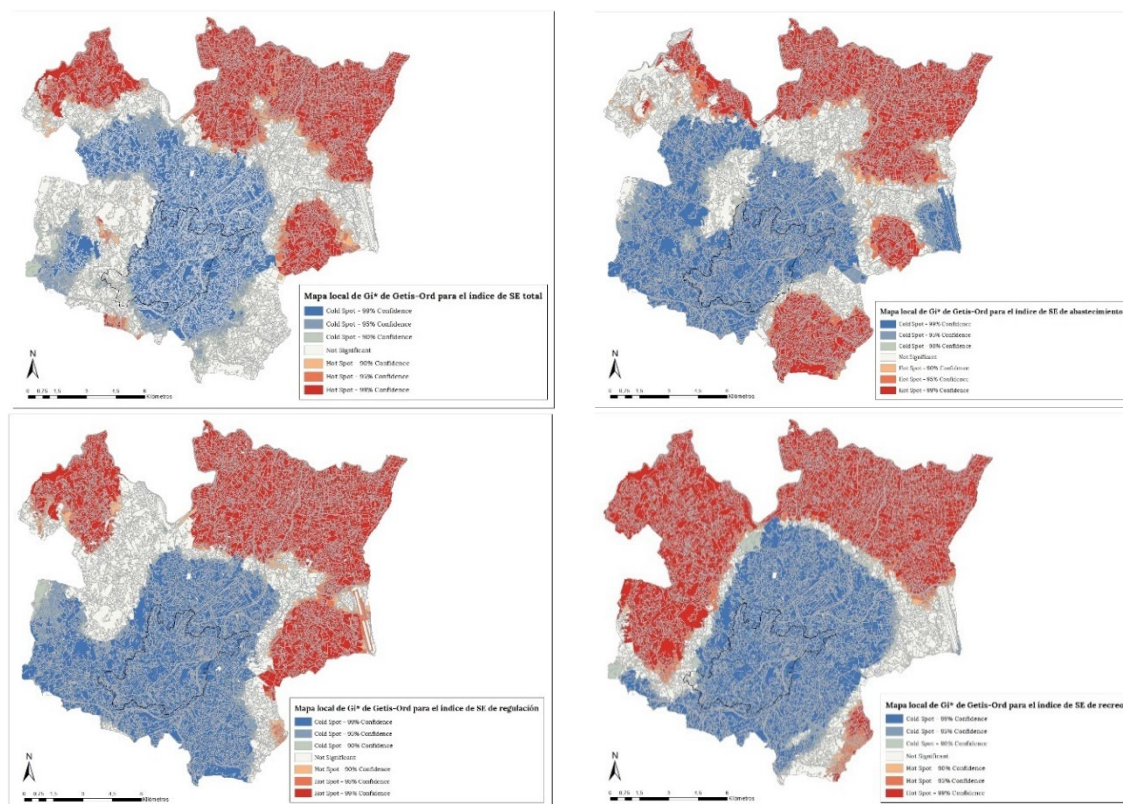


Figura 17 Mapas del estadístico local de Gi\* de Getis-Ord en el municipio de Santiago de Compostela para los diferentes índices de Servicios Ecosistémicos (SE). La línea negra indica el límite del área urbana.

Los mapas reflejan influencia del área urbana en los servicios ecosistémicos circundantes, resaltando la necesidad de trabajar en la Infraestructura Verde periurbana como nexo entre el núcleo urbano y la periferia municipal, de manera que se reduzca la superficie de puntos fríos. En cuando a las áreas de concentración de valores altos de provisión de servicios ecosistémicos, o puntos calientes, se puede observar como para todos los índices hay una tendencia de agregación de altos valores en la periferia del municipio, especialmente en el norte, donde hay una menor superficie de núcleos rurales. El nivel de confianza con el que se determina la presencia de dichos puntos es del 99% para la mayoría de las parcelas, siendo esta confianza menor (95% o 90%) para algunas parcelas en las periferias de los cúmulos de puntos calientes o fríos.

La comparativa entre las superficies urbana y rural de la Tabla 4 muestra diferencias significativas entre las frecuencias de valores de provisión de servicios ecosistémicos para los 4 índices de SE entre el área urbana y rural (para un nivel de significación de 0,05). No encontramos zonas de puntos calientes dentro del área urbana, si aparecen en el área rural, lo que combinado con la concentración de puntos fríos en la ciudad explica las diferencias encontradas.

El mapeado de múltiples servicios ecosistémicos bajo análisis de agregación espacial proporciona una herramienta muy interesante para la detección de áreas de alta o baja provisión servicios y el estudio de la heterogeneidad espacial de los mismos (Dobbs et al., 2014). Podemos observar cómo diferentes configuraciones paisajísticas y ecosistémicas (áreas de ribera y superficies urbanas y rurales) pueden diferir o

coincidir en el aporte de servicios ecosistémicos. De esta manera, la detección de puntos fríos en diferentes zonas puede servir para priorizarlas en las políticas de gestión ambiental y mejorar el bienestar ambiental y humano. Este estudio muestra las sinergias entre servicios ecosistémicos derivadas de la multifuncionalidad de la Infraestructura Verde. Además, a diferencia de la propuesta metodológica de Derksen et al. (2015), consideramos cómo los sue-

los agrícolas ayudan a no infravalorar los servicios ecosistémicos de provisión a nivel municipal, siendo además necesario trascender de los límites urbanos y trabajar la Infraestructura Verde en su dimensión periurbana ampliando el foco y escala de análisis a la dimensión territorial de carácter supramunicipal poniendo en valor las relaciones entre los ámbitos rurales y urbanos.

Tabla 4 Resultados de la prueba de chi-cuadrado de Pearson para la comparación entre las áreas urbana y rural en el municipio de Santiago de Compostela

Índice de SE	Chi-Cuadrado de Pearson	Grados de libertad	Significación
SE total	935,516	2	7,17E-204
SE de abastecimiento	861,45	2	8,68E-188
SE de regulación	932,557	2	3,15E-203
SE de recreo	861,449	2	8,68E-188

## 5. Conclusiones y propuesta

Se ha de superar la visión tradicional de los modelos territoriales para poder integrar en ellos de manera orgánica, las estrategias de conservación del patrimonio territorial –tanto natural como cultural-. Para esta urgente convergencia de miradas, la Infraestructura Verde y la caracterización de los servicios ecosistémicos de los territorios a múltiples escalas, constituyen dos herramientas imprescindibles.

En este sentido conviene recordar la propuesta del Grupo de Trabajo sobre Rehabilitación que, en el marco del CONAMA 2018, planteaban “un modelo que parta de la necesidad de generar espacios de concertación entre administraciones, con compromisos medibles y estables a medio plazo, y entendiendo la escala municipal como la escala productora de modelos, de innovación y, por tanto, la que marca las necesidades en la organización técnica y financiera de los planes” (Casanovas et al., 2018).

Por tanto, debemos seguir profundizando en metodologías operativas para el diseño y gestión de las Infraestructuras Verdes, así como

para la caracterización y seguimiento de los servicios ecosistémicos. En relación con este último concepto, debemos dejar claro que nuestra propuesta pretende no caer en una mera monitorización del espacio natural integrado en la antroposfera.

Hemos pretendido explicar las claves de una secuencia metodológica de trabajo, ensayada en dos realidades territoriales diferenciadas y a escalas de análisis necesariamente distintas, El ensayo en Santiago de Compostela y su entorno próximo muestra cómo resolver la cuantificación y el análisis de diversos servicios ecosistémicos, tanto en el ámbito urbano como en el rural, a través de la información disponible, en su mayoría, en portales institucionales, sin requerir de proyectos costosos de generación de información ad hoc, a los que la mayoría de los municipios no pueden acceder. Esta “aproximación metodológica” permite cierto grado de plasticidad con la información, ya que se puede ajustar a la resolución que se disponga, a diferentes fuentes de datos y a las capacidades del equipo usado para su procesamiento,

aunque se recomienda el mayor detalle posible para aumentar la fiabilidad de los resultados. Hemos demostrado, además, como dicha secuencia soporta bien los obligados ajustes que imponen los cambios de escala. En la escala territorial de la Comunidad de Cantabria, hubo que resolver la forma diferenciada con la que dar respuesta a qué servicios ecosistémicos son más relevantes a la escala de trabajo requerida.

Resulta evidente que cada nivel de actuación exige resolver la cuestión de qué funciones de la infraestructura verde son clave en el ámbito local, en el ámbito municipal y en el regional. La forma de caracterizar, clasificar y medir, los diferentes elementos que ofrecen los servicios ecosistémicos variarán en función de la escala, debiéndose desarrollar y completar la estructura de forma global para poder intervenir de manera puntual. Consideramos capital acertar en la manera de caracterizar y medir los componentes de la infraestructura verde y en la valoración de los servicios ecosistémicos. Aunque para los estudios realizados se consideró que el peso relativo de cada servicio ecosistémico era el mismo, esta metodología permitirá dar mayor o menor importancia a cada tipo de servicio en función de cómo estén evolucionando, así como de las necesidades que, en cada momento se tenga la zona de aplicación. De esta manera se pueden conseguir valoraciones que atiendan a las particularidades de cada territorio, al enfoque preciso de cada proyecto y a la visión que el equipo tenga a la hora de realizar su análisis.

## 6. Referencias

Andersson, E., McPhearson, T., Kremer, P., Gomez-Baggethun, E., Haase, D., Tuvendal, M., y Wurster, D. (2015). Scale and context dependence of ecosystem service providing units. *Ecosystem Services*, 12, 157-164.

Borobio Sanchiz, M., Lombera Cagigas, J. M., González Pérez, S., & Vega de la Torre, J. J. (2018). Propuesta de integración de la

Así, de la misma manera que históricamente las sociedades conformaron el paisaje mediante la culturización del territorio, se debe entender que, en adelante, se apliquen mejoras tecnológicas que busquen modos de uso del suelo más eficiente atendiendo a su dinámica, ya sea natural, agraria o urbana, mediante la medición, evaluación y regulación de las relaciones y los flujos de intercambio de materia y energía entre los elementos que componen el sistema. Para ello se deben de poner en marcha mecanismos que permitan alcanzar una gestión dinámica e integrada del territorio.

Entre ellos entendemos fundamental la elaboración de cartografías y sistemas de información geográfica que, a cada escala, permitan la identificación, localización y evaluación de las variables que condicionan el correcto funcionamiento de los servicios ecosistémicos. En clave operativa, existe un objetivo previo que consiste en detectar las necesidades de información básica de partida. Es decir, qué necesidad y qué mejoras se deben satisfacer en cuanto a cartografía disponible (que elementos hay que modificar o añadir para obtener mejores estudios). Un trabajo que es necesario abordar, pues con él se estará trabajando también en el desarrollo de medidas inteligentes para la mitigación y adaptación al cambio climático en el contexto de territorios más resilientes frente a los riesgos ambientales. En este sentido queremos recordar la necesidad de avanzar en procesos mixtos que combinen inteligencia artificial, la mirada experta y gestores locales.

Infraestructura Verde en los instrumentos de planificación y gestión territorial. Una visión desde la experiencia del Plan de Cantabria. In CONAMA 2018 (Ed.), RUMBO 2030 (p. 19). CONAMA 2018.

Borobio Sanchiz, M., Pérez-Alberti, A., Castillo Rodríguez, F., Pérez Gulin, M., & Payán Pérez, M. (2014). Planificación, gestión y buen gobierno del paisaje. El caso gallego. In Fundicot (Ed.), Relatoría, Ponencias y comunicaciones. Actas del VII



- Congreso Internacional de Ordenación del Territorio (pp. 59–77).
- Casanovas, X., Cuchí, A., Mas Herrero, J., & Rubio del Val, J. (2018). Informe GTR Ciudades. Por un cambio en las políticas públicas de fomento de la rehabilitación residencial: los municipios, pieza clave en un marco de cooperación institucional.
- Castillo, F. y Borobio, M. (2018). Una mirada multiescalar y sistémica en los estudios de impacto e integración paisajística. Planur-e. 12 ISSN 2340-8235
- Concello de Santiago de Compostela – IDEE (2019). Xeportal IDE Santiago de Compostela. Recuperado de: <http://xeportal.santiagodecompostela.gal/xeportal/santiago/#/Inicio> (27/05/2019)
- de Diego Celis, Á., Borobio Sanchiz, M., Quedo Aja, N., & Villamor Cantera, J. (2019). Estudio y análisis del sistema de pequeños asentamientos de Cantabria. In FUNDICOT (Ed.), ACTAS FINALES del IX CIOTIX CIOT (Issue 1, pp. 1021–1035). FUNDICOT.
- Dobbs, C., Escobedo, F. J., y Zipperer, W. C. (2011). A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. *Landscape and urban planning*, 99(3-4), 196-206.
- Dobbs, C., Kendal, D., y Nitschke, C. R. (2014). Multiple ecosystem services and disservices of the urban forest establishing their connections with landscape structure and sociodemographics. *Ecological Indicators*, 43, 44-55.
- Daniel, T.C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J.W., Chan, K.M.A., Costanza, R., Elmqvist, T., Flint, C.G., Gobster, P.H., Grêt-Regamey, A., Lave, R., Muhar, S., Penker, M., Ribe, R.G., Schauppenlehner, T., Sikor, T., Soloviy, I., Spierenburg, M., Taczanowska, K., Tam, J. y von der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(23), 8812-8819.
- Derkzen, M. L., van Teeffelen, A. J., y Verburg, P. H. (2015). Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *Journal of Applied Ecology*, 52(4), 1020-1032.
- Dirección General de Medio Ambiente (Comisión Europea) (2014). Construir una Infraestructura Verde para Europa. Bruselas, Bélgica: Unión Europea.
- European Commission (2013). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI)—Enhancing Europe’s Natural Capital. COM (2013) 249 Final, Bruselas, Bélgica: Unión Europea.
- Fariña Tojo, J., Fernández Áñez, V., Gálvez Huerta, M. Á., Hernández Aja, A., & Urrutia del Campo, N. (2013). Manual de Diseño Bioclimático Urbano (Instituto Politécnico de Bragança, Ed.; 1st ed.).
- Firehock, K. (2010). A short history of the term green infrastructure and selected literature. Green Infrastructure Center.
- Geddes, P. (1915). *Cities in Evolution* (Williams & Norgate, Ed.).
- Getis, A., y Ord, J. K. (2010). The analysis of spatial association by use of distance statistics. En *Perspectives on Spatial Data Analysis* (pp. 127-145), Heidelberg, Berlin: Springer.
- Gómez-Baggethun, E., y Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235-245.
- Gottmann, J. (1964). *Megalopolis. The Urbanized Northeastern Seaboard of the United States* (MIT Press, Ed.). MIT Press.
- <https://mitpress.mit.edu/books/megalopolis>
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2019). Coruña, A. Población por municipios y sexo. Recuperado de: <http://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=2868> (27/05/2019).
- Kroll, F., Müller, F., Haase, D., y Fohrer, N. (2012). Rural–urban gradient analysis of ecosystem services supply and demand

- dynamics. *Land use policy*, 29(3), 521-535.
- Larondelle, N., y Haase, D. (2013). Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecological Indicators*, 29, 179-190.
- La Rosa, D., y Privitera, R. (2013). Characterization of non-urbanized areas for land-use planning of agricultural and green infrastructure in urban contexts. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 94-106.
- Marulli, J., & Mallarach, J. M. (2005). A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area. *Landscape and urban planning*, 71(2-4), 243-262.
- McHarg, I. L., & American Museum of Natural History. (1969). *Design with nature*. New York: American Museum of Natural History.
- McRae, B. H., Hall, S. A., Beier, P., y Theobald, D. M. (2012). Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *PLoS one*, 7(12), e52604.
- Montes, C., Santos Martín, F y Benayas, J. (coord.) (2011). *La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio de España. Síntesis de resultados*. Madrid, España: Fundación Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente.
- Mougeot, L. J. (2000). Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. Cities feeding people series; rept. 31. En *International Workshop on Growing Cities Growing Food: Urban Agriculture on the Policy Agenda*. La Habana, Cuba: RUAF Foundation.
- Rolf, W., Peters, D., Lenz, R., y Pauleit, S. (2018). Farmland—an Elephant in the Room of Urban Green Infrastructure? Lessons learned from connectivity analysis in three German cities. *Ecological indicators*, 94, 151-163.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (2011). *TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management*. Recuperado de: [www.teebweb.org](http://www.teebweb.org)
- Thompson, P. L., y Gonzalez, A. (2017). Dispersal governs the reorganization of ecological networks under environmental change. *Nature Ecology & evolution*, 1(6), 0162.
- Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J. P., y Lindquist, M. (2019). Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modelling and design. *Urban Forestry & Urban Greening*, 38, 305-317.

## NORMAS DE PUBLICACIÓN DE LA REVISTA

La revista Cuadernos de Ordenación del Territorio publica artículos científico-técnicos relacionados con la dimensión ambiental, social, económica y territorial que engloba esta disciplina.

Los trabajos han de ser originales y no deben haber sido publicados con anterioridad. El envío del manuscrito implica que no será remitido o publicado de manera simultánea en otro medio de comunicación y que todos los coautores aceptan su divulgación en esta revista.

**Tipología de los artículos.** La revista no se publica con periodicidad determinada, variando en función del material documental y la oportunidad del momento.

Los escritos han de ajustarse a una de las tres modalidades de publicación de la revista:

- Trabajos de investigación.
- Resúmenes: De tesis doctorales, proyectos de licenciatura, o proyectos de ordenación del territorio.
- Revisiones e informes: Sobre temas de interés general y con carácter divulgativo.

La extensión mínima será de 3 páginas y la máxima recomendable es de 25 páginas, incluyendo tablas y gráficos. Los trabajos podrán tener una extensión superior si consejo de socios, encargado de su revisión, así lo decida.

**Formato y estilo.** Los trabajos deben estar redactados en castellano o inglés y constarán de las siguientes partes:

- Título
- Relación de autores: Nombre y apellidos e institución a la que pertenece en minúsculas. En el caso de varios autores, la institución se indicará mediante superíndices. Se añadirá su dirección electrónica.
- Resumen y palabras clave: De no más de 250 palabras y 4-6 palabras significativas y elección libre.
- Texto del artículo: en el texto, las reseñas bibliográficas consultadas deben citarse mediante los apellidos completos de los autores, excepto cuando el número de estos sea superior a dos, en cuyo caso se incluirá sólo el apellido del primer autor seguido de 'et al' (en cursiva). Deben usarse comas para separar el nombre del autor(es) de la fecha y letras minúsculas para diferenciar dos o más artículos del mismo autor(es) publicados el mismo año (e.g, GÓMEZ, 1999a). Las citas múltiples deberán ordenarse cronológicamente, utilizando un punto y coma para separar las de distintos autores.
- Bibliografía: Debe incluir únicamente las referencias citadas en el texto. Se ordenará alfabéticamente por autores y se adaptará a las siguientes reglas:

- Libros: Apellidos e iniciales de todos los autores, (año de publicación): Título, Editorial, localidad de publicación (país), número total de páginas.

- Artículos de revistas científicas: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo, Nombre de la revista, número de volumen, primera y Última página del artículo.

- Artículos en volúmenes especiales o colectivos: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo. En: Título del Volumen especial (Iniciales y Apellidos de los editores del volumen). Editorial, localidad de publicación (país), primera y Última página del artículo.

- Actas y resúmenes publicados en congresos: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, (año de publicación): Título del trabajo. Nombre de la publicación del Congreso, número de volumen (si procede). Editorial, localidad de publicación (país), primera y Última página del artículo.

- Tesis e informes técnicos sin publicar: Apellidos e iniciales del nombre del autor(es), (año de realización): Título del trabajo. Universidad, localidad (país), número total de páginas.

Las tablas, gráficos y fotografías se incluirán al final del artículo, numerados y con un pie explicativo, debiéndose hacer referencia a ellos en el texto. En el margen del mismo debe indicarse su posición. Las tablas deben poder leerse en el ancho de una página y estas realizadas en formato MS Word y los gráficos y fotografías han de ser entregados en formato TIFF, BMP o JPEG.

**Envío de los originales.** Los manuscritos se enviarán como archivo adjunto a través de correo electrónico. Los archivos estarán necesariamente en formato Microsoft Word. Las fotografías, tablas y gráficos deben ser anexados en ficheros individuales.

**Derechos de autor.** Los autores al enviar un manuscrito consienten, en caso de ser aceptado para su publicación, ceder a la revista los derechos exclusivos e ilimitados para su reproducción en cualquier forma y medio de difusión. La revista no se hace responsable del contenido de los artículos publicados ni comparte necesariamente las opiniones vertidas por los colaboradores.

Contraportada: Entorno del Cerro de los Moros. Soria

Foto: Enrique Antequera Terroso

