

Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático

Green and Blue Infrastructures: Adaptation and Mitigation Strategies to Climate Change

Fernando Magdaleno Mas^{1*}, Francisco M. Cortés Sánchez² y Beatriz Molina Martín³

Resumen

Las infraestructuras verdes y azules constituyen herramientas de carácter estratégico para la adaptación y mitigación climáticas. Se trata de medidas de muy diferente tipología y funcionamiento, pero que comparten atributos como la multi-funcionalidad, la generación de variados servicios ecosistémicos, y su elevada capacidad de adaptación a las dinámicas territoriales y socio-ambientales. Las infraestructuras verdes y azules han sido aplicadas en muy diferentes ámbitos físicos y sectoriales, pero su grado de desarrollo aún se puede considerar incipiente, considerando la utilidad y eficiencia que pueden tener para resolver diversos retos ambientales. En la actualidad, la política y legislación europeas impulsan decididamente su aplicación para afrontar los múltiples desafíos legales, técnicos y sociales a los que se enfrenta el territorio de la Unión Europea. A lo largo de este artículo se repasa el concepto de la infraestructura verde y azul en contraposición con el de la infraestructura gris, se aborda la manera en que pueden diseñarse y ejecutarse para mejorar la adaptación y mitigación frente al cambio climático, y finalmente se presenta un caso de estudio que ilustra todas estas cuestiones, relacionado con el corredor ambiental del río Manzanares en Madrid.

Palabras clave: conectividad, agua, territorio, Manzanares.

Abstract

Currently, green and blue infrastructures may be considered as strategic tools to deal with climate change adaptation and mitigation. They comprise structures of very different typology and dynamics, which share essential features - such as multi-functionality, generation of a wide array of ecosystem services, and their proved ability to adapt to territorial and socio-environmental traits. Green and blue infrastructures have been applied in diverse physical and sectorial contexts, but their level of implementation may still be deemed as incipient, on the basis of the feasibility and efficiency they have shown to face many environmental challenges. Nowadays, European policies and laws actively enhance their application in order to tackle the complex legal, technical and social framework of the European Union. Throughout this article, the concept of green and blue infrastructures is reviewed (in comparison with the attributes of grey infrastructures), along with the best strategies for their design and implementation concerning climatic adaptation and mitigation. Finally, a case study, located in the ecological corridor of the Manzanares River in Madrid, is presented to illustrate the aforementioned issues.

Keywords: connectivity, water, territory, Manzanares.

1. LAS INFRAESTRUCTURAS VERDES Y AZULES: CONCEPTO Y CARACTERÍSTICAS

El concepto de **infraestructura verde** (en adelante, IV) ha ido desarrollándose, a lo largo de los últimos años, en contraposición al de infraestructura gris. Estas últimas se han definido como estructuras convencionales de transporte (p.e., carreteras, vías férreas, terminales de puertos o aeropuertos, canales), de distribución de servicios (p.e., redes de saneamiento, redes de agua y gas,

instalaciones de generación y transporte de energía, instalaciones de residuos sólidos), sociales (p.e., escuelas, hospitales, instalaciones deportivas, defensas costeras y fluviales, instalaciones gubernamentales), o comerciales (p.e., fábricas, oficinas, tejido minorista, minas, canteras) (Magdaleno, 2017a).

Para Foster *et al.* (2011), y poniendo énfasis en el sector del agua, las infraestructuras grises comprenderían estructuras convencionales de almacenamiento (embalses, balsas) y conducción (tuberías, canales) utilizadas para la gestión de aguas de abastecimiento, aguas residuales o aguas pluviales, generalmente construidas en hormigón o metal. Todas estas infraestructuras han sido equiparables con sistemas de ingeniería que proporcionan las funciones básicas de la sociedad industrial moderna (figura 1). Su apelativo de “grises” se relacionaría con su falta de conexión, o bien con el reemplazo (o eliminación directa) que ejercen sobre los ecosistemas “verdes” que los preceden en el territorio en el cual se asientan (Kimmel, 2013).

* Autor de contacto: fernando.magdaleno@cedex.es

¹ Doctor Ingeniero de Montes. Consejería Técnica de Restauración Ambiental. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX.

² Licenciado en Ciencias Biológicas. Consejería Técnica de Restauración Ambiental. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX.

³ Licenciada en Ciencias Ambientales. Consejería Técnica de Restauración Ambiental. Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX.

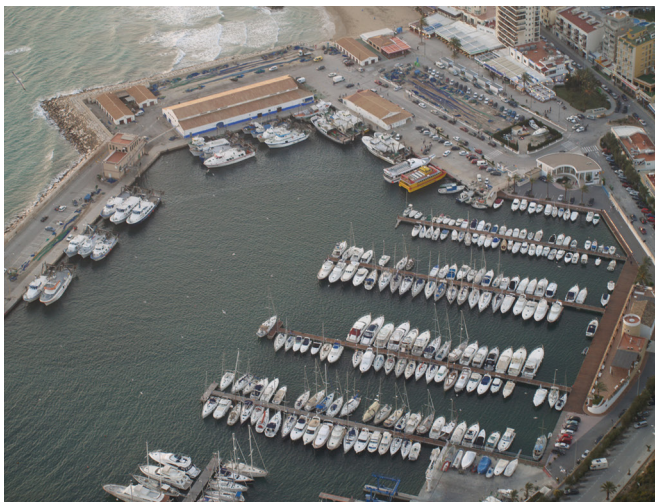


Figura 1. Ejemplos de infraestructuras grises: izqda., vista parcial del puerto deportivo y espigón costero en Calpe (Alicante); dcha., superposición de infraestructuras lineales en el valle del río Lena (Asturias). En ambos casos, se trata de infraestructuras mono-funcionales, de elevada rigidez y cuya integración en la matriz territorial resulta compleja.

Por el contrario, y de acuerdo con la Comisión Europea (EC, 2014), la infraestructura verde comprende 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”. En la misma Comunicación, se señala que, “al tratarse de una estructura espacial que genera beneficios de la naturaleza a las personas, la infraestructura verde tiene como objetivo mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos múltiples y valiosos, tales como agua o aire limpios” (tabla 1).

Nauman *et al.* (2011) aportan algunos detalles adicionales a la definición dada por la Comisión Europea para las infraestructuras verdes. Por ejemplo, el hecho de que pueden incorporar tanto zonas rurales como urbanas, y tener carácter terrestre o acuático (incluyendo aguas continentales, costeras y marinas). Bajo esta definición, podrían formar parte de las IV un amplio espectro de elementos, tales como parques, zonas forestales, setos, ríos, humedales, y zonas marinas, e incluso de estructuras netamente artificiales, como ecoductos, cubiertas verdes, escalas para peces o vías para bicicletas.

Por su parte, las **infraestructuras azules** constituyen elementos intrínsecamente relacionados con las infraestructuras verdes, en los que las componentes o procesos relacionados con el agua cuentan con una especial relevancia para entender su funcionamiento y los servicios que aportan. El redescubrimiento de las infraestructuras azules se ha producido paralelamente a la identificación del suministro, eficiencia y gestión del agua como aspectos cruciales para luchar contra los efectos del cambio climático y de la inequidad social y ambiental. Una planificación y gestión adecuada del agua y de sus ecosistemas asociados resulta imprescindible para la mejora integrada de los procesos territoriales; no sólo por las cuestiones ligadas al recurso (dotación y tratamiento del agua, producción alimenticia, recarga de acuíferos o control de inundaciones), sino también por sus efectos psicológicos y emocionales en los ciudadanos (ARUP, 2011).

Tabla 1. Comparación de los atributos característicos de las infraestructuras grises, frente a las infraestructuras verdes, y a los sistemas integrados que combinan ambos tipos de soluciones (Fuente: Magdaleno, 2017a)

	Infraestructuras grises (IG)	Infraestructuras verdes (IV)	Sistemas integrados IG-IV
<i>Coste</i>	+++	++	++
<i>Rigidez</i>	+++	+	++
<i>Funcionalidad</i>	+	+++	++
<i>Integración</i>	+	++	+++
<i>Impacto local/regional</i>	+++	+	++
<i>Necesidad energética</i>	+++	+	++
<i>Tendencia al deterioro y a la obsolescencia</i>	+++	+	++
<i>Adaptación a escalas territoriales</i>	+	+++	++

El Grupo de Trabajo de la UE sobre infraestructuras verdes ha destacado en sus informes que entre los objetivos estratégicos de la IV se encuentran (EU Working Group on GI strategy, 2011a,b):

1. La promoción de la salud y resiliencia de los ecosistemas;
2. La contribución a la conservación de la biodiversidad;
3. La mejora de los servicios ecosistémicos;
4. El fomento de la planificación territorial integrada, mediante la identificación de áreas multi-funcionales y la incorporación de las medidas de restauración de hábitats en los planes y políticas relacionadas con los usos del suelo;
5. La contribución a una economía más sostenible basada en ecosistemas sanos capaces de proporcionar múltiples beneficios y funciones a la sociedad;
6. La mejor adaptación de la sociedad y del territorio a los escenarios de cambio climático.

En otras palabras, la multi-funcionalidad puede considerarse uno de los principales y más diferenciadores



Figura 2. Ejemplos de infraestructuras verdes: izqda., complejo lagunar restaurado y acondicionado para el uso público en La Nava (Palencia); dcha., paso superior para fauna en la autovía de las Rías Bajas (A-52, Zamora). En ambos casos se trata de elementos que cumplen variadas funciones socioambientales, bien integradas en el territorio y con bajas necesidades energéticas y de mantenimiento.

atributos de las infraestructuras verdes (figura 2). Funciones diversas que pueden ser tanto medioambientales (conservación de la biodiversidad, adaptación al cambio climático), como sociales (dotación de zonas verdes, mejora de la distribución del agua de uso humano), o económicas (generación de empleo, incremento del precio de las propiedades). Por ello, cuentan con una capacidad de adaptación a las escalas territoriales mucho mayor que las infraestructuras grises, que además se caracterizan por su elevado coste y rigidez, sus elevadas necesidades energéticas, su notable impacto medioambiental, y su tendencia al deterioro (lo cual suele requerir programas continuados de mantenimiento).

Las infraestructuras verdes deben ser capaces de aportar soluciones a diversos problemas y de ofrecer un rango máximo de beneficios, siempre sobre la base de una elevada viabilidad técnica y socio-económica. Por otra parte, las infraestructuras verdes han sido vinculadas a muy diversas iniciativas y políticas públicas, demostrando así que pueden ser una herramienta esencial para dar cumplimiento al prolijo contexto normativo europeo. Y evidenciando que una adecuada planificación y gestión del territorio puede ser la mejor manera de engarzar y cumplir los múltiples objetivos que plantea dicha normativa (EC, 2013a). Es el caso de Estrategias y Políticas como las que se enumeran a continuación:

- La Estrategia Europea sobre Adaptación al Cambio Climático (EC, 2013b).
- El Libro Blanco sobre Adaptación al Cambio Climático (EC, 2009).
- La Estrategia Europea sobre Biodiversidad (EC, 2011a).
- La Política europea de lucha contra la escasez de agua y la sequía (EC, 2012a).
- El Plan de Acción para salvaguardar los recursos hídricos de Europa (EC, 2012b).
- El Reglamento sobre mejora de los Fondos de cohesión (EU, 2013)
- El Plan de eficiencia energética (EC, 2011b).

Asimismo, la necesaria multi-funcionalidad de las infraestructuras verdes exige la participación de un gran

abanico de agentes sociales (autoridades públicas en materia de planificación territorial, ambiental y sectorial, empresas privadas, entidades conservacionistas, propietarios de suelo, etc.). Todos estos agentes deben formar parte tanto del diseño, como de la puesta en marcha y evaluación de las IV, de manera que se optimice su desarrollo, su éxito, y la confianza que puede generar en la sociedad como medidas integradoras y beneficiosas, en la actualidad y en el futuro (Magdaleno & Delacámara, 2015). La larga historia de construcción y uso de las infraestructuras grises ha asentado ciertas inercias en la sociedad, que pueden llegar a obstaculizar la implantación de las infraestructuras verdes. Para salvar esos impedimentos, la investigación, el seguimiento, y la comunicación sobre los beneficios de la aplicación de las IV pueden ser planteamientos necesarios y eficientes (figura 3).

2. LAS INFRAESTRUCTURAS VERDES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con lo señalado en el apartado anterior, las infraestructuras verdes pueden constituir herramientas de elevada eficacia, aplicabilidad y viabilidad socio-económica para combatir los impactos del cambio climático y contribuir a la adaptación y mitigación climáticas (figura 4). Las IV han mostrado una elevada potencialidad para reducir los efectos adversos del cambio climático, tanto en áreas urbanas y periurbanas como en entornos rurales. En el caso de las ciudades actúan, por ejemplo, promoviendo la reducción del riesgo de inundación, proporcionando confort térmico, y favoreciendo la agricultura urbana (p.e., Farrugia *et al.*, 2013). También han sido reconocidas como herramientas para mitigar el cambio climático, dado que su biomasa puede actuar como sumidero de carbono (p.e., Davies *et al.*, 2011). En ámbitos rurales, destaca su contribución al incremento de la eficiencia en el uso del agua, a la restauración de las capacidades biofísicas de las llanuras de inundación, a la implementación de medidas naturales de retención del agua, o a la generación de corredores ambientales para el desplazamiento de especies. Por ejemplo, el Sector “Usos de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Selvicultura - UTCUTS” (Land Use, Land Use Change and Forestry - LULUCF, en inglés), definido bajo el Plan

<p>Efectividad de las IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - evidencias: ¿cuáles son las sinergias e intercambios con salud, biodiversidad, y economía? ¿cuál es la relación entre biodiversidad y servicios ecosistémicos? - escala temporal: ¿cuáles son las preocupaciones a corto y largo plazo? - intercambio de información, alrededor de proyectos en curso, sobre cuestiones que impulsan y que dificultan su implementación 	<p>Participación de actores sociales</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿cómo involucrar actores provenientes de las administraciones, y agentes para proyectos a largo plazo? - disponibilidad y efectos colaterales: ¿los beneficios de las IV son accesibles a todos los residentes? - comunicación: ¿cómo comunicar ejemplos positivos y negativos (fracasos) de IV?
<p>Implementación de las IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - ejecución y explotación de las IV; ¿cuáles son los instrumentos y requerimientos para la implementación? - competencia por el uso del suelo: ¿cómo manejar las actividades que compiten por el suelo? ¿cuáles son las opciones económicamente útiles para las IV? - herramientas: carencia de <i>clusters</i> de información, sistemas de información, plataformas para el intercambio entre autoridades y usuarios de las IV 	<p>Diseño de las IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - conocimiento técnico: ¿cómo puede el conocimiento técnico de diseñadores y gestores de infraestructuras proporcionar información sobre el diseño e implementación de infraestructuras verdes y grises? - IV múltiples: ¿cómo diseñar soluciones multi-propósito?

Figura 3. Lagunas de conocimiento relacionadas con las diferentes dimensiones a las que puede afectar las IV (Adaptado de: Kabisch et al., 2016).

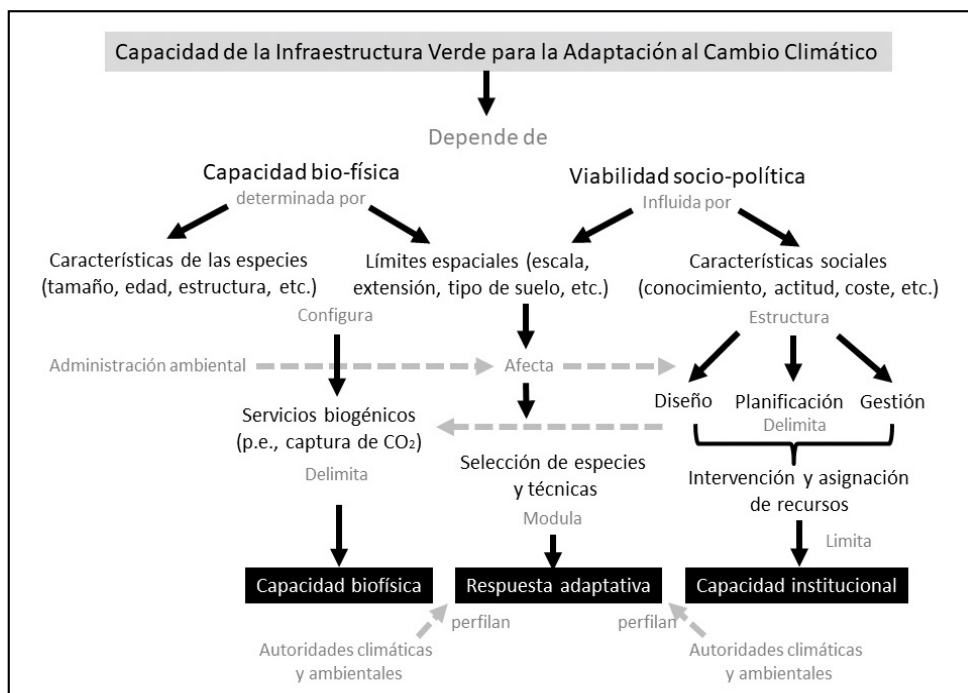


Figura 4. Capacidad de las infraestructuras verdes para contribuir a la adaptación frente al cambio climático (Adaptado de: Matthews et al., 2015).

de Acción de Bali de UNFCCC del Protocolo de Kyoto, impulsa la adopción de iniciativas relacionadas con las infraestructuras verdes en los sectores agrícolas y forestales. También la política europea sobre gestión del riesgo de desastres señala la necesidad de utilizar las infraestructuras verdes como medio para mitigar los efectos de riesgos de base climática, como las inundaciones, los movimientos de tierra o las avalanchas.

Generalmente, las IV han sido tratadas, en relación con la adaptación y mitigación al cambio climático, desde el punto de vista de la gobernanza y la política, mientras que su análisis integrado en términos de beneficios y externalidades ha sido menos explorado. Por ello, la mejora en el conocimiento sobre las escalas a las que esos servicios funcionan y sobre los beneficios que proporcionan pueden vincular estos procesos al nivel adecuado de toma

de decisiones (estatal, autonómico, municipal o individual) (Wyborn and Pixler, 2013).

La planificación y gestión de las IV y el análisis de los mecanismos de adaptación y mitigación climática deben ser abordados desde una perspectiva plenamente integrada,

considerando diversas escalas espacio-temporales y la interacción entre los servicios ecosistémicos del territorio. Una manera de abordar ese ejercicio puede ser determinando los beneficios del uso de las IV en relación con diversas dinámicas espaciales y temporales (figuras 5 y 6).

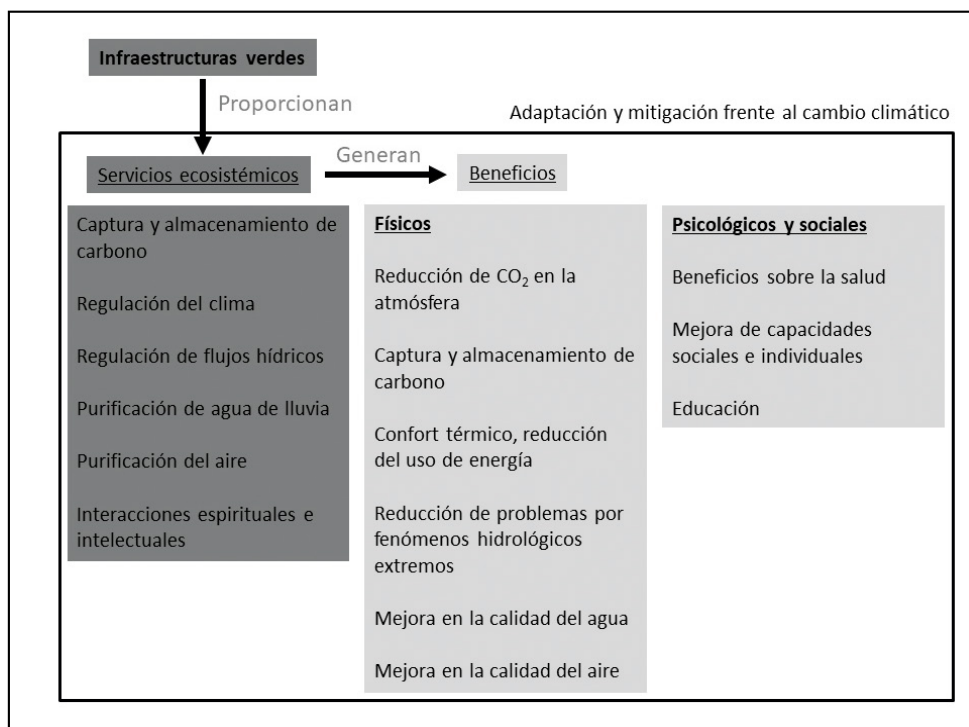


Figura 5. Servicios y beneficios de las infraestructuras verdes urbanas en un contexto de adaptación y mitigación frente al cambio climático (Adaptado de: Matthews *et al.*, 2015).

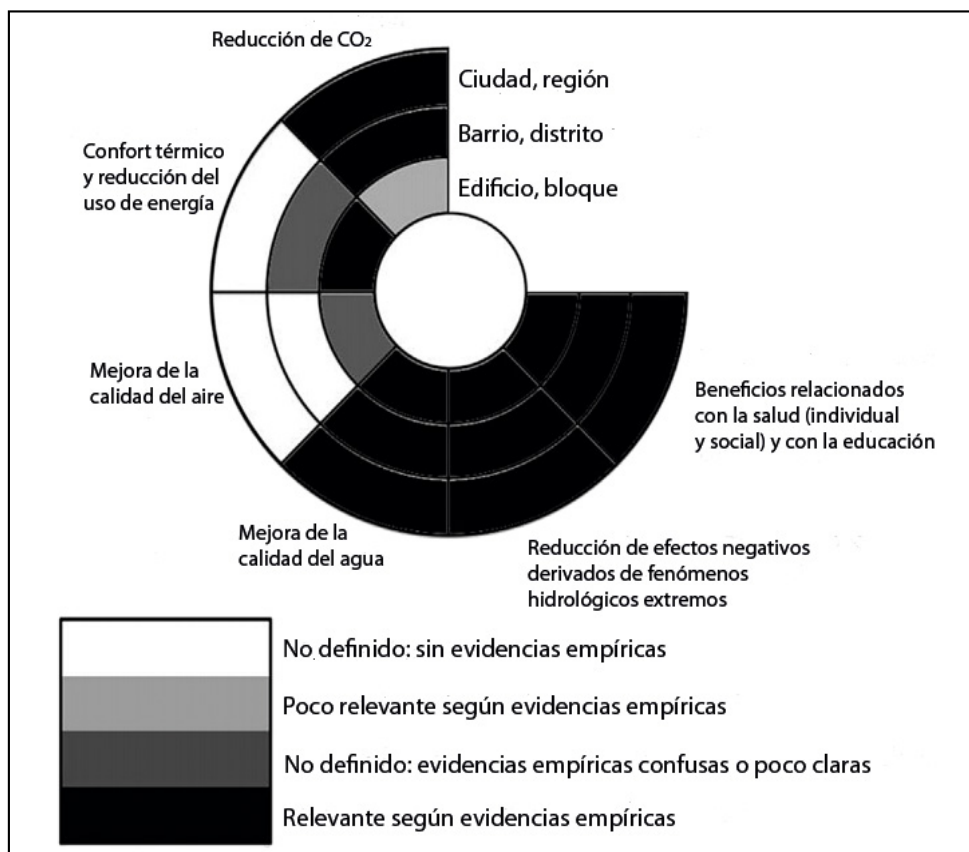


Figura 6. Relevancia de los beneficios generados por las infraestructuras verdes urbanas en la adaptación y mitigación frente al cambio climático, considerando tres escalas espaciales diferentes (Adaptado de: Demuzere *et al.*, 2014).

Por otra parte, las infraestructuras verdes pueden contribuir directamente a la adaptación frente a ciertos impactos anticipados del cambio climático, que suponen un desafío para la gestión del territorio pero también una catalisis para la adopción de alternativas estratégicas de gestión.

No obstante, las dudas que los gestores y planificadores territoriales pueden tener sobre lo que son en la práctica las infraestructuras verdes, y sobre cómo se diseñan y ejecutan para mitigar los impactos climáticos derivados de las actividades humanas, pueden dificultar su aplicación. Por ello, es preciso enfocar correctamente los factores socio-políticos que sustentan la decisión sobre la creación de este tipo de infraestructuras, a partir del contexto institucional y el análisis de riesgos (Matthews *et al.*, 2015).

3. UN EJEMPLO DE INFRAESTRUCTURA VERDE Y AZUL PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: EL CORREDOR AMBIENTAL DEL RÍO MANZANARES EN MADRID

El Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España (PIMA Adapta) constituye una iniciativa impulsada en marzo de 2015 por el entonces Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), con el objetivo de poner en marcha, de manera continuada en el tiempo, proyectos concretos de adaptación al cambio climático. PIMA Adapta se enmarca dentro del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) y contempla actuaciones en los ámbitos de las costas, el dominio público hidráulico y los Parques Nacionales. En particular, la iniciativa PIMA Adapta en materia de gestión del agua y del dominio público hidráulico asociado se conoce como PIMA Adapta-AGUA, y tiene como objetivo “mejorar el conocimiento y el seguimiento de los impactos del cambio global y el cambio climático en este ámbito, minimizando sus riesgos y aumentando la resiliencia del sistema frente al cambio climático”. Su período de vigencia abarca hasta el año 2020, coincidiendo con el Tercer Programa de Trabajo del PNACC, de acuerdo con la Estrategia Europea de Adaptación.

De acuerdo con la información suministrada por el hoy Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO), los proyectos y actuaciones de PIMA Adapta-AGUA se desarrollan en cuatro líneas estratégicas, que recogen todas las categorías de opciones de adaptación propuestas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático en su Quinto Informe de Evaluación (AR5):

- Medidas de gestión y adaptación de las reservas naturales fluviales (RNF).
- Adaptación a los fenómenos extremos.
- Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y desarrollo de estrategias de adaptación.
- Desarrollo de proyectos de adaptación al cambio climático en el dominio público hidráulico.

Uno de los proyectos específicamente desarrollados por PIMA Adapta-AGUA es la restauración fluvial del río Manzanares en el entorno de El Pardo (Madrid). Este tramo ha sufrido, durante los últimos años, una serie de

alteraciones de carácter hidromorfológico y socio-ambiental que han motivado cambios importantes en las condiciones tanto del cauce como de su ribera. En cumplimiento de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), y de los objetivos medioambientales del Plan Hidrológico del Tajo, y teniendo en cuenta el agravamiento de su problemática como consecuencia del cambio climático, se ha procedido a abordar la mejora integral de este corredor. El trabajo se está desarrollando en dos fases: una primera (en ejecución), desde la presa de El Pardo hasta la confluencia con el arroyo de la Trofa (aproximadamente 6 km), y una segunda (en fase de tramitación ambiental), desde dicha confluencia hasta las inmediaciones del Puente de los Franceses (ya en las proximidades del espacio Madrid Río). La fase I del proyecto fue redactada en el año 2016, y su plazo de ejecución abarca un periodo de tres años, hasta el año 2020.

Se trata además de un buen ejemplo de cooperación entre administraciones, ya que en la génesis y desarrollo del proyecto han intervenido la Dirección General del Agua del MITECO, la Oficina Española de Cambio Climático, la Confederación Hidrográfica del Tajo, Patrimonio Nacional, la Comunidad de Madrid, el Ayuntamiento de Madrid y diversas entidades vecinales y conservacionistas. El diseño, ejecución y seguimiento de los trabajos ha contado con el apoyo del CEDEX y la Universidad Politécnica de Madrid. Por otra parte, el planteamiento del proyecto es coherente con las bases de la futura “Estrategia estatal para la Infraestructura Verde y la Conectividad y Restauración Ecológicas”, que actualmente se encuentra en fase de discusión con las Comunidades Autónomas y cuya aprobación está prevista a lo largo de los próximos meses.

Entre los objetivos de este proyecto se encuentran: i. el desarrollo de un ejemplo piloto de medida de adaptación al cambio climático; ii. la contribución al cumplimiento de los objetivos ambientales e hidrológicos de acuerdo con la normativa vigente; iii. la renaturalización hidrológica, morfológica y ecológica del río Manzanares; iv. la maximización de los servicios ambientales que proporciona el río; v. la disminución de los riesgos de inundación en la zona, especialmente aguas abajo en la ciudad de Madrid; vi. la prolongación del corredor ambiental del río Manzanares y la mejora del conocimiento del río entre sus usuarios (Magdaleno, 2017b).

La generación de un corredor ambiental continuo en el río Manzanares comprende un ejemplo paradigmático de infraestructura verde y azul ligada a una gran aglomeración urbana (figura 7). Dicho corredor fue planteado en diferentes fases del planeamiento urbanístico de la ciudad de Madrid, pero nunca ha llegado a ser una completa realidad, debido a las presiones antrópicas que sufre el río, o al deterioro de algunos segmentos fluviales. La creación de este corredor permitiría la conexión de los espacios naturales protegidos ligados a las cumbres del Guadarrama o a los sistemas del piedemonte madrileño (Parque Nacional de la Sierra del Guadarrama, Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares), con sus homólogos vinculados a los sotos y campiñas de la zona sur y este de la Comunidad de Madrid (Parque Regional del Sureste, en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama), y favoreciendo igualmente la conexión territorial transversal (Parque Regional del Curso Medio del río Guadarrama y su entorno). De esta manera, la infraestructura verde



Figura 7. Vista parcial del ámbito de estudio incluido en la actuación de restauración ecológica del corredor fluvial del río Manzanares, que constituye una infraestructura verde de carácter estratégico para la ciudad de Madrid. Fuente: Dirección General del Agua del MITECO.

“Corredor Ambiental del Manzanares” permitirá vertebrar el territorio regional, su red de espacios protegidos, y muchos de los procesos socio-ambientales que hoy en día encuentran dificultades para su implantación debido a la notable fragmentación del territorio madrileño.

4. CONCLUSIONES

Las infraestructuras verdes y azules están relativamente bien implantadas en las estrategias de adaptación y mitigación climáticas en el ámbito europeo. Sin embargo, en aras de asentar plenamente su utilización en diferentes ámbitos territoriales y sectoriales, cabe destacar algunas líneas de trabajo que podrían reforzar su aplicación y los beneficios que se obtiene de su integración en el territorio:

1. Impulsar los enfoques de planificación espacial integrada y los métodos para estimular la cooperación regional trans-sectorial.
2. Impulsar los enfoques basados en la inversión a largo plazo, la planificación territorial y la aplicación de medidas de base natural en la toma de decisiones sobre cuestiones relacionadas con la adaptación y mitigación climáticas.
3. Analizar y divulgar casos de estudio positivos sobre el papel de las infraestructuras verdes y azules en cuestiones climáticas, mostrando las alternativas de diseño existentes y la manera de generar múltiples beneficios a partir de su construcción y explotación.
4. Proporcionar evidencias adicionales sobre la multi-funcionalidad de las infraestructuras verdes y azules, cuantificando las ventajas de su utilización desde el punto de vista del coste-beneficio (social, económico y ambiental).
5. Generar una mayor visibilidad de ese tipo de infraestructuras mediante la cooperación inter-administrativa y transnacional y el intercambio de información y experiencias.

5. REFERENCIAS

ARUP (2011). *Water resilience for cities: helping cities build water resilience today, to mitigate the risk of climate change tomorrow*. ARUP.

Davies, Z., Edmondson, J., Heinemeyer, A., Leake, J., y Gaston, K. (2011). Mapping an urban ecosystem service: quantifying abo-

ve-ground carbon storage at a citywide scale. *Journal of Applied Ecology*, 48(5): pp. 1125-1134.

Demuzere, M., Orru, K., Heidrich, O., Olazabal, E., Geneletti, D., Orru, H., Bhawe, A.G., Mittal, N., Feliu, E., y Faehnl, M. (2014). Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Journal of Environmental Management*, 146, pp. 107-115.

EC (European Commission) (2009). *Libro Blanco - Adaptación al cambio climático: Hacia un marco europeo de actuación*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2009) 147 final.

EC (European Commission) (2011a). *Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2011) 244 final.

EC (European Commission) (2011b). *Plan de Eficiencia Energética 2011*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM (2011) 109 final.

EC (European Commission) (2012a). *Informe sobre la revisión de la política europea de lucha contra la escasez de agua y la sequía*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2012) 672 final.

EC (European Commission) (2012b). *Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa - The Blueprint to Safeguard Europe's Water Resources*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM(2012) 673 final.

EC (European Commission) (2013a). *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*. 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.

EC (European Commission) (2013b). *Estrategia de adaptación al cambio climático de la UE*. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - COM (2013) 216 final.

EC (European Commission) (2014). *EU policy document on Natural Water Retention Measures. By the Drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM)*. Technical Report 2014 - 082.

EU (2013). Reglamento (UE) No 1303/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de diciembre de 2013, por el que se establecen disposiciones comunes relativas al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, al Fondo Social Europeo, al Fondo de Cohe-

sión, al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural y al Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca, y por el que se establecen disposiciones generales relativas al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, al Fondo Social Europeo, al Fondo de Cohesión y al Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca, y se deroga el Reglamento (CE) no 1083/2006 del Consejo.

EU Working Group on Green Infrastructure. *Task 1: Scope and objectives of Green Infrastructure in the EU. Recommendations*. Brussels: European Commission, 2011a.

EU Working Group on Green Infrastructure. *Task 2: How to put Green Infrastructure in place on the ground. Recommendations*. Brussels: European Commission, 2011b.

Farrugia, S., Hudson, M., y McCulloch, L. (2013). An evaluation of flood control and urban cooling ecosystem services delivered by urban green infrastructure. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 9(2): pp. 136-145.

Foster, J., Lowe, A., y Winkelmann, S. (2011). *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*. Washington DC: Center for Clean Air Policy.

Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., y Zaunberger, K. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2): Art. 39.

Kimmel, C. (2013). *Greening the Grey: An Institutional Analysis of Green Infrastructure for Sustainable Development in the US*. Center for Leadership in Global Sustainability (CLiGS) at Virginia Tech, The National Association of Regional Councils (NARC).

Magdaleno, F. (2017a). De la infraestructura gris a la verde. En: *Libro blanco de la economía del agua*, capítulo 14. McGraw-Hill.

Magdaleno, F. (2017b). Aesthetic Vs. functional restoration of urban and peri-urban rivers: the Manzanares River in Madrid. *CSE-City Safety Energy*, 1, pp. 48-59.

Magdaleno, F., y Delacámara, G. (2015). Las Medidas Naturales de Retención de Agua: del diseño a la implementación a través de proyectos europeos. *Ingeniería Civil*, 179, pp. 131-138.

Matthews, T., Lo, A.Y., 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.

Naumann, S., Davis, M., Kaphengst, T. et al. (2011). *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects*. Final report, European Commission, Brussels 2011; 138.

Wyborn, C., y Bixler, R.P. (2013). Collaboration and nested environmental governance: scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management*, 123, pp. 58-67.