

## La Infraestructura Verde y sus potencialidades para la regeneración de territorios fluviales: ejemplos de buenas prácticas a diferentes escalas

*The Green Infrastructure and its Potentialities for the Regeneration of River Systems: Examples of Best Practices at Different Spatial Scales*

**Daniel Fazeli Tello**

Universidad de Sevilla

Sevilla. España

fazeli1996@hotmail.com

 0000-0002-9567-9305

**Leandro del Moral Ituarte**

Universidad de Sevilla

Sevilla. España

lmoral@us.es

 0000-0003-1057-0691

### Información del artículo:

**Recibido:** 1 julio 2020

**Revisado:** 6 noviembre 2020

**Aceptado:** 28 enero 2021

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.18.5642

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).  
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

### RESUMEN

El artículo analiza el estado de la cuestión de la Infraestructura Verde en España, definiendo en primer lugar qué entendemos por este concepto y cuáles son sus funciones. En segundo lugar, identifica los antecedentes que hay en las diferentes normativas, instrumentos de planificación y documentación técnica oficial que han venido desarrollándose en las últimas décadas en Europa y, concretamente, en España. Esta revisión conduce a definir su situación actual, estableciendo los marcos normativos europeo y español vigentes, así como el que está actualmente en desarrollo. Tras este análisis, aborda la utilidad de la restauración ecológica de sistemas fluviales en el nuevo contexto de la Infraestructura Verde, estudiando su potencial como herramienta de regeneración territorial, de qué manera lo hace y qué resultados ofrece. Para ello, exponemos algunos casos de buenas prácticas representativos de las diversas formas de actuación a escala local, regional e internacional que este marco de actuación ofrece.

---

**PALABRAS-CLAVE:** Servicios ecosistémicos, Ecosistemas fluviales, Restauración ecológica, Soluciones basadas en la naturaleza, Infraestructura Verde.

---

### ABSTRACT

The article analyzes the state of the Green Infrastructure issue in Spain, first defining what we understand by this concept and what its functions are. Second, it identifies the antecedents in different regulations, planning instruments and official technical documentation that have been developed in recent decades in Europe and specifically in Spain. This review leads to defining its current situation, establishing the current European and Spanish regulatory frameworks, as well as the one currently under development. After this analysis, it addresses the usefulness of the ecological restoration of river systems in the new context of Green Infrastructure, studying its potential as a tool for landscape regeneration, how it does it and what results it offers. To do this, we present some cases of good practices showing different forms of action at local, regional and international level that this framework of action offers.

---

**KEYWORDS:** Ecosystem services, Fluvial ecosystems, Ecological restoration, Nature-based solutions, Green Infrastructure.

---

## *A Infraestrutura Verde e seu potencial de regeneração de territórios fluviais: exemplos de boas práticas em diferentes escalas*

### SUMÁRIO

O artigo começa analisando o estado da questão da Infraestrutura Verde na Espanha, definindo o que entendemos por Infraestrutura Verde e suas funções. Em segundo lugar, identifica os antecedentes dos diferentes regulamentos, instrumentos de planejamento e documentação técnica que vêm sendo desenvolvidos nas últimas décadas na Europa e, principalmente, na Espanha. Essa revisão nos permite definir a situação atual, bem como as mudanças que estão ocorrendo atualmente. Posteriormente, o artigo investiga o potencial da restauração ecológica de sistemas aquáticos no âmbito da Infraestrutura Verde como instrumento de intervenção no território, seus diferentes tipos e resultados. O artigo termina apresentando alguns exemplos representativos das várias formas de intervenção nos níveis local, regional e internacional.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** Serviços ecossistêmicos, Ecossistemas fluviais, Restauração ecológica, Soluções baseadas na natureza, Infraestrutura Verde.

---

## *L'Infrastructure Vert et son potentiel de régénération des territoires fluviaux: exemples de bonnes pratiques à différentes échelles*

### RÉSUMÉ

L'article commence par analyser l'état du problème des Infrastructures Vert en Espagne, en définissant ce que nous entendons par Infrastructure Vert et ses fonctions. Deuxièmement, il identifie les antécédents des différents règlements, instruments de planification et documentation technique qui se sont développés au cours des dernières décennies en Europe et, surtout, en Espagne. Cette revue nous permet de définir la situation actuelle, ainsi que les changements en cours. Par la suite, l'article examine le potentiel de restauration écologique des systèmes aquatiques dans le cadre de l'Infrastructure Vert comme instrument d'intervention sur le territoire, ses différents types et les résultats qu'il offre. L'article se termine par la présentation d'exemples représentatifs des différentes formes d'intervention aux niveaux local, régional et international.

---

**MOTS CLÉS:** Services écosystémiques, Écosystèmes fluviaux, Restauration écologique, Solutions fondées sur la nature, Infrastructure Vert.

---

## *La Infrastrutture Verde e il suo potenziale per la rigenerazione dei territori fluviali: esempio di buone pratiche a diverse scale.*

### SOMMARIO

L'articolo inizia analizzando lo stato della questione delle Infrastrutture Verde in Spagna, definendo ciò che intendiamo per Infrastruttura Verde e le sue funzioni. In secondo luogo, identifica gli antecedenti delle diverse normative, strumenti di pianificazione e documentazione tecnica che si sono sviluppati negli ultimi decenni in Europa e, soprattutto, in Spagna. Questa recensione ci consente di definire la situazione attuale, nonché i cambiamenti attualmente in corso. Successivamente, l'articolo indaga il potenziale di ripristino ecologico dei sistemi acquatici nell'ambito dell'Infrastruttura Verde come strumento di intervento sul territorio, le sue diverse tipologie e i risultati che offre. L'articolo termina presentando alcuni esempi rappresentativi delle varie forme di intervento a livello locale, regionale e internazionale.

---

**PAROLE CHIAVE:** Servizi ecossistemic, Ecosistemi fluviali, Ripristino ecologico, Soluzioni basate sulla natura, Infrastrutture Verde.

---

## Introducción

En la actualidad, es un hecho fuera de discusión la trascendencia de la forma en que ocupamos el territorio para el correcto funcionamiento de los ecosistemas, especialmente en los ámbitos más antropizados<sup>1</sup> como son los urbanos, aunque también en los rurales a través de actividades como la ganadería o la agricultura. No solo se trata de cómo impacta nuestra forma de intervenir en el territorio sobre los elementos que componen el sistema natural, sino de cómo esas mismas acciones antrópicas pueden limitar y, en ocasiones, bloquear o reducir la capacidad de resiliencia tanto de los espacios urbanos como rurales frente a fenómenos naturales extremos, aumentando así la vulnerabilidad frente a los mismos<sup>2</sup>.

No obstante, existen formas de gestionar el territorio, de manera realmente planificada y mejor adaptada a los límites y oportunidades que ofrece cada territorio en cuestión, alternativas a lo que se ha venido acostumbrando hasta ahora. Con este objetivo surge el nuevo concepto de Infraestructura Verde, que pretende ampliar, integrar e interconectar el capital natural existente en los territorios potenciando la calidad ambiental y los servicios ecosistémicos que pueden aportar, empleando para ello numerosos métodos e instrumentos de intervención, entre los que se encuentran las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN). Estas se definen como “soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza; que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y ayudan a aumentar la resiliencia”<sup>3</sup>. Ya han sido puestas en marcha en numerosos lugares de la geografía nacional e internacional, a diferentes escalas, obteniendo resultados positivos y eficientes en sus objetivos<sup>4</sup>.

La Comisión Europea precisamente en su Comunicación titulada *Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*, resume los servicios ecosistémicos, antes señalados, en “alimentos, materiales, agua limpia, aire puro, regulación climática, prevención de inundaciones, polinización y lugares de recreo”<sup>5</sup>. Estos servicios, a su vez, son los que puede aportar el “capital natural” de un territorio; en tanto en cuanto se define

como “aquellos ecosistemas con integridad ecológica y resilientes que tienen la capacidad de ejercer funciones y suministrar servicios a la sociedad, contribuyendo al bienestar humano”<sup>6</sup>.

De entre los elementos que componen el capital natural, los sistemas hidrológicos fluviales son uno de los que más nítidamente aportan estos servicios<sup>7</sup>, cuyo grado de dotación se considera proporcional a su grado de complejidad hidrogeomorfológica<sup>8</sup>. La restauración ecológica de estos sistemas es precisamente una de las formas en que se vienen aplicando las señaladas SBN, con la finalidad de mejorar el capital natural de los territorios que vertebran.

Con ese telón de fondo, los objetivos de este estudio son, en primer lugar, analizar el concepto de Infraestructura Verde y su situación en el marco normativo, en pleno desarrollo en la actualidad; y, en segundo lugar, valorar el potencial de regeneración territorial de la restauración ecológica de sistemas fluviales en el marco señalado, identificando para ello algunos casos en los que ya han sido implementadas con resultados positivos.

La metodología del estudio se ha basado en una revisión de la bibliografía y documentación técnica existente al respecto; y en el análisis y síntesis del marco normativo en el que actualmente nos encontramos. Sobre la base de las conclusiones de la fase anterior, se han analizado y valorado, a partir de la documentación disponible, los resultados de algunos casos concretos de aplicación de estos planteamientos que aportan experiencias prácticas útiles.

En lo referido a las referencias documentales, durante los últimos quince años en nuestro país ha habido un importante desarrollo de estudios y guías metodológicas sobre la gestión de los sistemas fluviales, atendiendo a la reducción de riesgos de inundación y la mejora de la calidad ambiental en el marco que propone la Infraestructura Verde. Y, concretamente, a través de procesos de restauración de estos espacios, que incluye métodos y procedimientos de análisis, evaluación y propuesta. De entre estas referencias destacamos algunas como la Guía metodológica para la elaboración de proyectos de restauración de ríos<sup>9</sup>, editada por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente en el marco de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR), la Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones<sup>10</sup>, la Guía

1. González Fustegueras y De la Lastra Valdor, 2007. Fariña Tojo y Naredo Pérez, 2010. McGrane, 2016.

2. Arnfield, 2003. Perales Momparler y Andrés-Doménech, 2007. Olcina Cantos et al., 2017.

3. MITECO, 2019, 3.

4. Geohábitat©, 2002. Hofstra, 2009. Centro de Estudios Ambientales, 2014.

5. Comisión Europea, 2013, 2.

6. Valladares, Gil y Forner, 2017, 62-63.

7. Herrera Grao, 2013, 19.

8. Cabrero Rodríguez y Magdaleno Mas, 2014, 29.

9. González del Tánago y García de Jalón, 2007.

10. Ollero Ojeda, 2014.

para la integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el proyecto urbano<sup>11</sup>, o las Bases científico-técnicas para la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas<sup>12</sup>, siendo este último documento el que constituye la referencia más destacada actualmente para el desarrollo de la Infraestructura Verde en España<sup>13</sup>.

## El concepto de Infraestructura Verde

Según la ya citada Comunicación de la Comisión Europea, la Infraestructura Verde se define como “una red de zonas naturales y semi-naturales y de otros elementos ambientales, planificada de forma estratégica, diseñada y gestionada para la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos”<sup>14</sup>. Por tanto, se asume un concepto mucho más amplio e integral en contenidos y en escala, asumiendo un carácter territorial, en comparación con la definición que se venía asociando a las infraestructuras verdes: intervenciones estructurales concretas, de carácter “blando”, pudiéndose integrar, por tanto, en lo que hemos definido como SBN, que, en contraposición a las infraestructuras “grises” convencionales, ofrecen mayores beneficios funcionales y ecosistémicos<sup>15</sup>.

Así, en palabras de Dionisio Fernández de Gatta, coordinador del Grupo de Trabajo para el Marco normativo de las Bases científico-técnicas para la Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas, la definición del concepto de Infraestructura Verde “constituye un nuevo modelo de gestión del territorio y de los recursos naturales, que pretende preservar la biodiversidad [así como otros bienes; por ejemplo, la geodiversidad y los paisajes asociados] para garantizar múltiples beneficios a los seres humanos”<sup>16</sup>.

En este sentido, la Comunicación de la Comisión Europea añade que se trata de una “herramienta de eficacia probada” que, mediante soluciones naturales más económicas y durables, contribuye a evitar la dependencia de las llamadas “infraestructuras grises”; más costosas en construcción y mantenimiento, con una proyección más cortoplacista y aisladas del sistema territorial en el que se insertan.

En la misma línea, una de las características fundamentales de la concepción de Infraestructura Verde es su carácter multifuncional, ya que es capaz de ofrecer múltiples servicios ecosistémicos de manera simultánea (Figura 1), mediante la suma de sus funciones en vez de su intersección, como sucede en el concepto de sostenibilidad<sup>17</sup>.

En definitiva, se puede afirmar que “la Infraestructura Verde es una concepción de intervención de carácter transversal”<sup>18</sup>, integrador de las SBN, contempladas necesariamente como una red de elementos y actuaciones territoriales, en un marco de actuación “alternativo a las soluciones grises estándar”<sup>19</sup> que, integrándose en la ordenación del territorio, mejora la calidad ambiental y los servicios ecosistémicos asociados, de los que el ser humano se beneficia.

## Antecedentes de la Infraestructura Verde en el marco normativo de la UE y España

Pese al carácter novedoso del concepto de Infraestructura Verde, existen algunos antecedentes (Figura 2) basados en “la concepción integrada de los bienes naturales que se incluyen en su contenido, a su relación mutua en red y a los beneficios que aportan”<sup>20</sup>, que han ido conduciendo a la definición y desarrollo de este nuevo concepto.

Algunas experiencias pioneras en ese sentido fueron, a escala europea, la aparición de convenios que incluían en sus directrices la obligación, por parte de los Estados que formaban el Consejo de Europa, de conservar los espacios protegidos y evitar la degradación de los mismos, como es el caso del Convenio de Berna de 1979<sup>21</sup>, o la gestión de los paisajes, tal y como recoge en este caso el Convenio Europeo del Paisaje del año 2000<sup>22</sup>.

No obstante, la primera Directiva europea en la que se desarrollan de manera algo más concreta los conceptos que venimos comentando, es la Directiva 92/43/CEE, del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la Conservación de los Hábitats Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, cuyo artículo 3 define a la Red Natura 2000 como la “red ecológica europea coherente

<sup>11</sup>. Rodríguez-Rojas, 2017.

<sup>12</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017.

<sup>13</sup>. Con posterioridad a la elaboración de este artículo, el Consejo de Ministros del 27 de octubre de 2020 aprobó la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. En ella se confirman los contenidos incluidos en el documento de Bases científico-técnicas citado, al que este artículo hace referencia.

<sup>14</sup>. Comisión Europea, 2013, 3.

<sup>15</sup>. Magdaleno, Molina y Cortes, 2018, 105-106.

<sup>16</sup>. Fernández de Gatta, 2018, 1.

<sup>17</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 58.

<sup>18</sup>. Soriano-Montagut Jené, 2016, 7

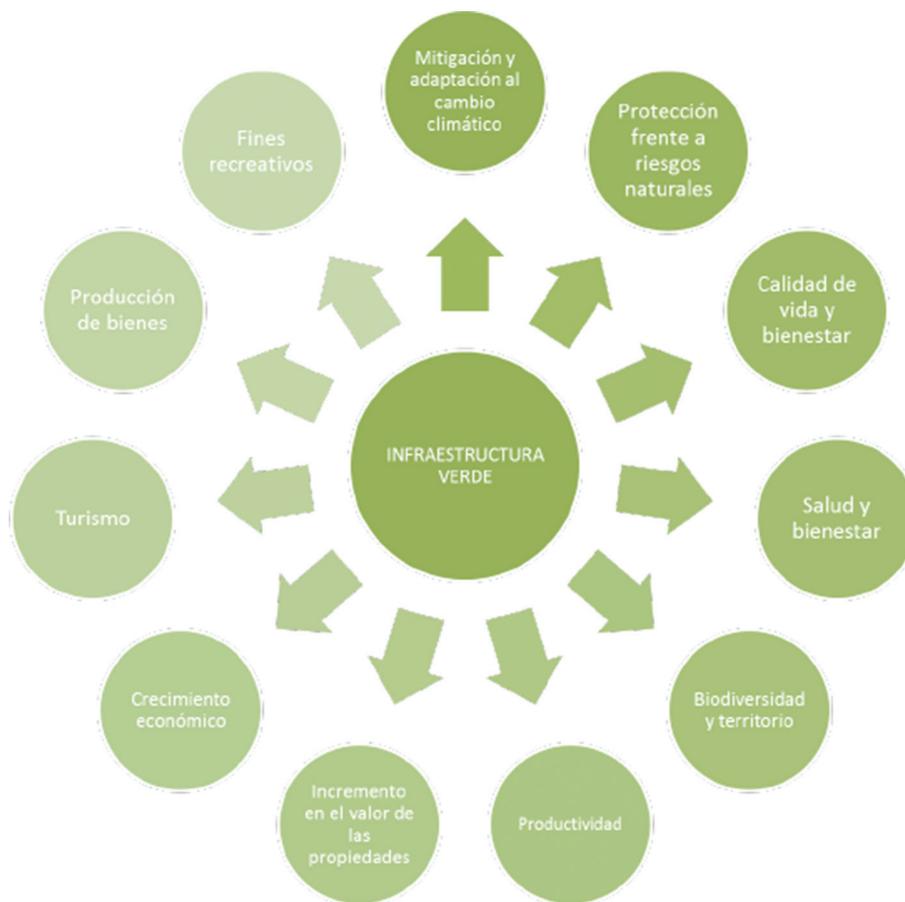
<sup>19</sup>. Comisión Europea, 2013, 3.

<sup>20</sup>. Fernández de Gatta, 2018, 4.

<sup>21</sup>. Consejo de Europa, 1979.

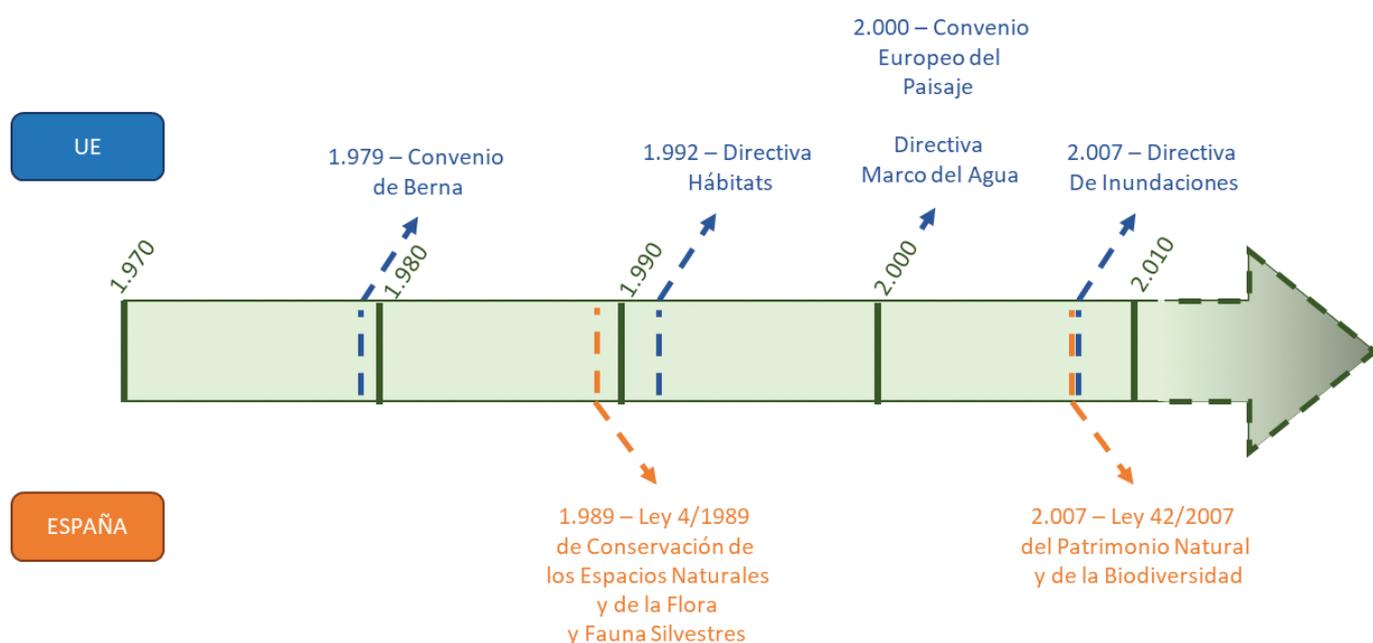
<sup>22</sup>. Consejo de Europa, 2000.

Figura 1. Concepción multifuncional de la Infraestructura Verde



Fuente: Valladares, Gil y Forner, 2017.

Figura 2. Cronograma de antecedentes de la Infraestructura Verde en la normativa de la UE y España



Fuente: elaboración propia.

de zonas especiales de conservación”. Esta normativa constituye un primer antecedente en lo que se refiere a los esfuerzos por identificar de manera coherente una red de elementos territoriales de alto valor ambiental y que, en este caso, ofrecen unos determinados servicios ecosistémicos.

Se debe mencionar también las llamadas Directiva Marco del Agua<sup>23</sup> y Directiva de Inundaciones<sup>24</sup>. La primera, con el objetivo de lograr el buen estado ecológico de todas las masas de agua, reconoce la conectividad fluvial como un elemento intrínseco del sistema. Por su parte, la segunda Directiva desarrolla una de las funciones principales que se contempla en el desarrollo de la Infraestructura Verde de un territorio, que es la ya mencionada protección frente a riesgos naturales como el de inundación y, directamente ligado a ello, la función de mitigación y adaptación al cambio climático (Figura 1).

Por su parte, a escala nacional, la ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, constituye un precedente con la creación del instrumento de los Planes de Ordenación de los Espacios Naturales (PORN), “en cuyo contenido deben resaltarse la formulación de criterios orientadores para políticas sectoriales y la previsión de una importante medida como es la regulación de zonas periféricas de protección, destinadas a evitar impactos ecológicos o paisajísticos procedentes del exterior”<sup>25</sup>. Y al “ser el instrumento específico para la delimitación, tipificación, integración en red y determinación de su relación con el resto del territorio, de los sistemas que integran patrimonio y los recursos naturales de un determinado ámbito espacial, con independencia de otros instrumentos que pueda establecer la legislación autonómica”<sup>26</sup>.

Sin embargo, es la ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad la que sentó las bases jurídicas para que en el futuro (como se explica a continuación) la Infraestructura Verde pudiera ser integrada en el ordenamiento jurídico español. Esto se debe a que, “con el carácter de legislación básica a efectos constitucionales, [esta Ley] estableció el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española...”

A lo largo de esta experiencia, la evolución del enfoque y tratamiento del capital natural en Europa y España muestra la búsqueda de perspectivas más holísticas

e integradoras, “desde la biología de la conservación a la planificación integral del territorio (...), y la incorporación de funciones ecológicas y el mantenimiento y mejora de las mismas para garantizar la provisión de los servicios ecosistémicos”<sup>27</sup>.

## Marco normativo actual de la UE

Así, para entender la situación actual de la Infraestructura Verde en España, es indispensable revisar las políticas y normativas ambientales europeas que vienen desarrollándose en los últimos años (Figura 3) y que comentamos en los siguientes párrafos.

En estos momentos nos encontramos en el final de ciclo del VII Programa Ambiental de la Unión Europea, con vigencia desde el año 2014 hasta el 2020. En él, frente a un horizonte incierto y marcado por el cambio climático “se establece como objetivo prioritario proteger, conservar y mejorar el capital natural de la Unión, poniendo de manifiesto los problemas de la biodiversidad en la UE y la fragmentación del territorio y recordando lo acordado en la Estrategia sobre Biodiversidad, en base a la cual, señala las medidas para restaurar al menos el 15 % de los ecosistemas degradados en la Unión y ampliar la utilización de las infraestructuras verdes”<sup>28</sup>.

La citada Estrategia de la UE sobre la biodiversidad<sup>29</sup> en la que se apoya el Programa referido, “plantea un marco de actuación sobre la base de medidas de conservación y restauración de la naturaleza, así como el mantenimiento y mejora de los ecosistemas y sus servicios” (Figura 4). Lo cual se complementa con la vigente Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador<sup>30</sup>, orientada a “promocionar una economía que utilice más eficazmente los recursos, y que sea más verde y competitiva”<sup>31</sup>.

También se complementa con los contenidos de la Comunicación Contribución de la política regional al crecimiento sostenible en el marco de Europa 2020<sup>32</sup>, en la cual se establece una línea de actuación, con horizonte a 2020, denominada “Servicios ecosistémicos: preservar y maximizar el potencial del entorno natural”, indicándose en ella que “las autoridades de gestión deberían dar prioridad a las infraestructuras verdes” como instrumentos de intervención. Además, la importancia de esta Comunicación radica en que plantea que

27. Valladares, Gil y Forner, 2017, 15.

28. Valladares, Gil y Forner, 2017, 96-97.

29. Comisión Europea, 2011, 244 final.

30. Comisión Europea, 2010.

31. Fernández de Gatta, 2018, 9-10.

32. Comisión Europea, 2011, 17 final.

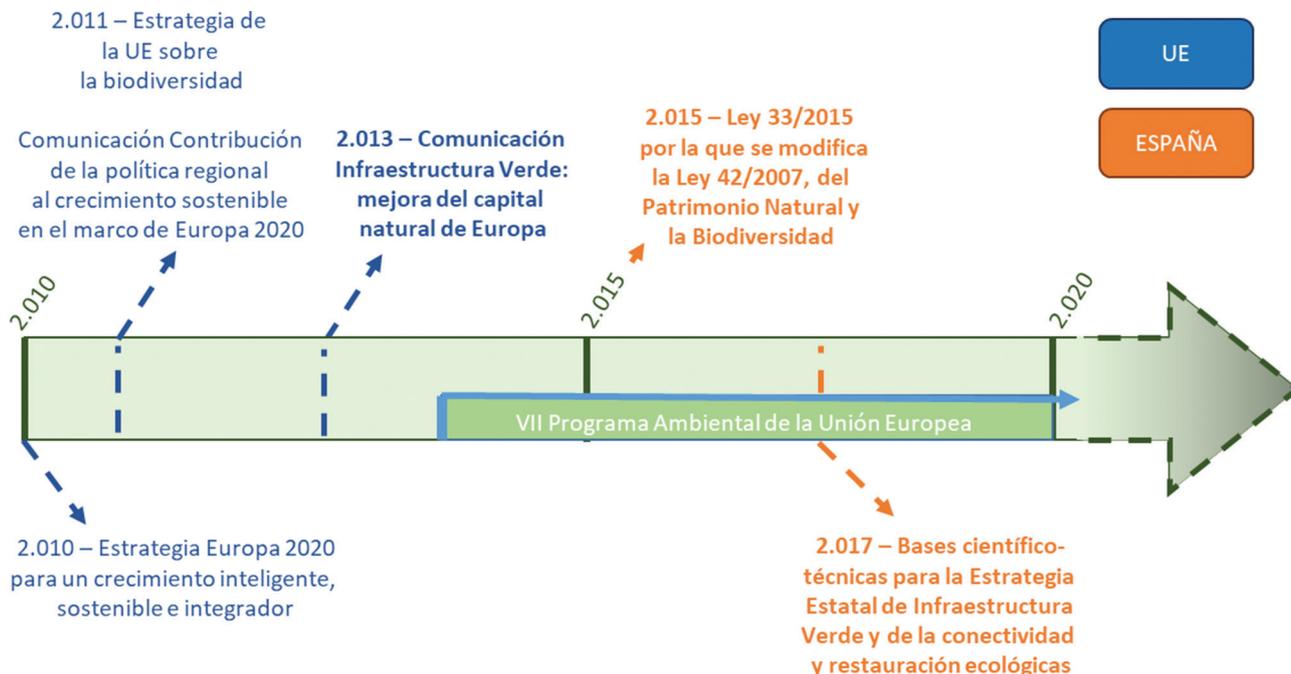
23. Directiva 2000/60/CE.

24. Directiva 2007/60/CE.

25. Fernández de Gatta, 2018, 8.

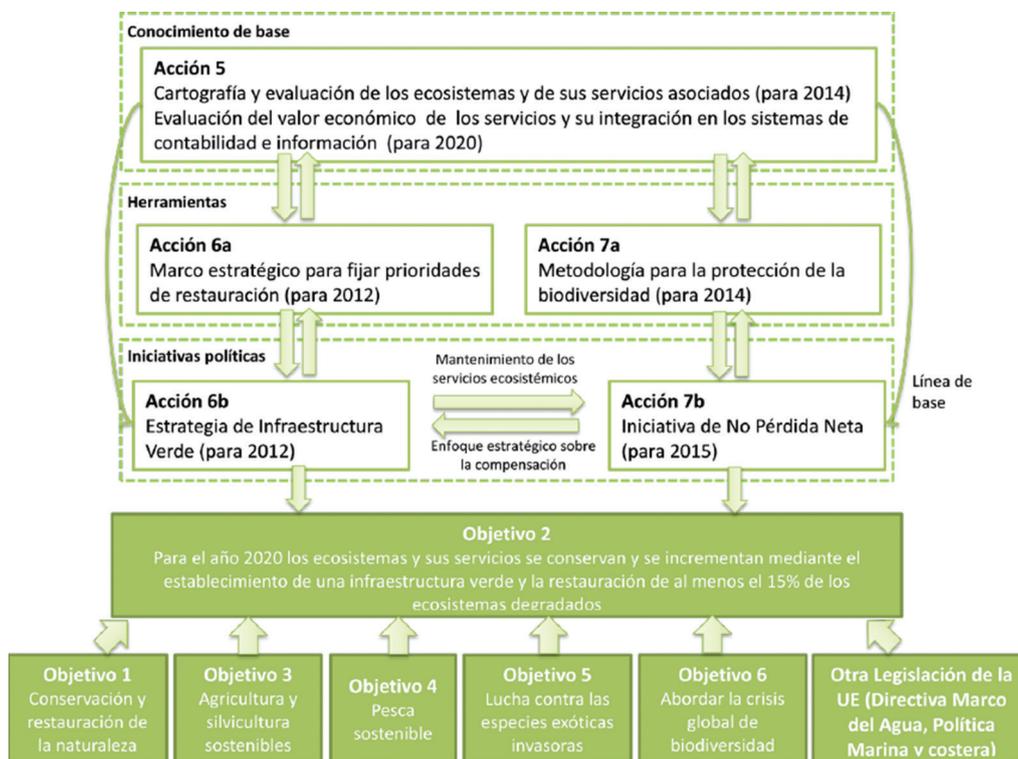
26. Valladares, Gil y Forner, 2017, 105.

Figura 3. Cronograma del marco normativo actual de la Infraestructura Verde en la UE y España



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Acciones dentro del objetivo 2 de la Estrategia Europea de Biodiversidad relacionadas con la Infraestructura Verde



Fuente: Valladares, Gil y Forner, 2017.

“se debe velar por que el impacto en las zonas naturales y la utilización del suelo sean objeto de un análisis profundo al evaluar todos los proyectos infraestructurales, y que debería reforzarse el uso de instrumentos apropiados, como la gestión integrada de las costas y cuencas fluviales”<sup>33</sup>.

A lo largo de esta trayectoria, todo el marco normativo europeo que ha precedido al surgimiento de la Infraestructura Verde como nuevo concepto y modelo de gestión del territorio, converge en la aprobación, por parte de la Comisión Europea, de la Comunicación Infraestructura Verde: mejora del capital natural de Europa<sup>34</sup>. En ella, además de definir y concretarse el marco conceptual, se analiza la contribución de la Infraestructura Verde a las diversas políticas de la UE (política regional, cambio climático y gestión de catástrofes, capital natural) y establece las líneas estratégicas de la UE para promover la Infraestructura Verde.

Finaliza la Comunicación concluyendo que “la mejor manera de promover el desarrollo de la Infraestructura Verde en la UE es 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”<sup>35</sup>.

## Marco normativo actual en España

Por su parte, apoyado en los avances a nivel comunitario que hemos venido exponiendo, el marco normativo actual de la Infraestructura Verde en España (Figura 3) se cristaliza, ya de manera explícita en el año 2015, en la modificación de la ya citada ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad: la Ley 33/2015, de 21 de septiembre.

En el apartado II del Preámbulo de esta, se afirma que “con el fin de incorporar en nuestro ordenamiento jurídico los principales objetivos de la Estrategia de la Unión Europea sobre la biodiversidad hasta 2020, se modifica el artículo 2, relativo a los principios de la ley, para incluir por primera vez los de evitar la pérdida neta de biodiversidad, así como la prevención de los problemas consecuencia del cambio climático, que se incluye igualmente como uno de los deberes de las Administraciones públicas en el artículo 5”.

Pero es el nuevo capítulo III, en el título I, denominado Estrategia estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas, en el que (según el apartado V del preámbulo) “se pretende dar cumplimiento (...) [a la citada] COM (2013) 249 final e incorporar algunos de los objetivos de la Estrategia de la UE sobre la biodiversidad”. En este capítulo se añade un artículo único (artículo 15), Del Marco estratégico de la Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas, por el que se establece la previsión de aprobar una Estrategia estatal de Infraestructura Verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Según se indica en el ya citado apartado V del preámbulo, esta Estrategia “será elaborada de forma conjunta por la Administración General del Estado y las Comunidades Autónomas”. Y tal y como se especifica en el apartado 2 del artículo 15, “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”.

La referencia de esta ley a la elaboración de la Estrategia en cuestión, se concreta en el apartado 4 de su artículo 15 con la determinación de que, “en un plazo máximo de tres años a contar desde la aprobación de dicha Estrategia estatal (...) las Comunidades Autónomas desarrollarán sus propias estrategias, que incluirán, al menos, los objetivos contenidos en la Estrategia estatal”.

No obstante, a fecha de abril de 2020, aunque ya se encuentra publicado desde el año 2017 el citado documento de *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal*<sup>36</sup> que venimos empleando en este estudio y a partir del cual se elabora la Estrategia, esta última no se encuentra aún publicada. Sin embargo, se da la circunstancia de que no estando publicada la Estrategia estatal, sí lo están las de algunas Comunidades Autónomas como Navarra<sup>37</sup>, Andalucía<sup>38</sup> o Valencia<sup>39</sup>.

<sup>33</sup>. Fernández de Gatta, 2018, 10.

<sup>34</sup>. Comisión Europea, 2013.

<sup>35</sup>. Comisión Europea, 2013, 12.

<sup>36</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017.

<sup>37</sup>. Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2019.

<sup>38</sup>. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2018.

<sup>39</sup>. Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, 2011.

## El potencial de intervención en el territorio de la restauración ecológica de sistemas fluviales en el marco de la Infraestructura Verde

La provisión de servicios ecosistémicos que ofrece un territorio depende de la calidad y cantidad del capital natural y la conectividad entre los elementos que lo componen; y en ese sentido, conocer la interrelación entre ellos es determinante en el proceso de toma de decisiones en el ámbito de la planificación territorial<sup>40</sup>. Por ello, los proyectos de restauración ecológica “basados en la mejora de la provisión de servicios ecosistémicos, incluida la conectividad de los espacios que configuran la Infraestructura Verde, se deberían integrar espacialmente y temporalmente para contribuir a la gestión del territorio”<sup>41</sup>.

El documento de *Bases científico-técnicas* que venimos citando, especifica además en su página 86 “diversas medidas contempladas en el marco de la Infraestructura Verde que se relacionan con la restauración ecológica”, de las que destacamos las siguientes:

- “La restauración de sistemas fluviales (cauces y llanuras de inundación), humedales, acuíferos y zonas costeras, con el fin de que contribuyan al almacenamiento de agua y carbono, la mejora de la calidad del agua y la generación de hábitats de interés.
- La creación de conectores entre manchas de vegetación leñosa natural, pastos, zonas costeras y otros hábitats protegidos.
- La restauración de espacios naturales fragmentados o degradados.
- La adaptación de estos principios a la creación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), y diversos tipos de espacios verdes urbanos y periurbanos, a partir de SBN (Soluciones Basadas en la Naturaleza)”.

En la misma página resalta también que “de los 127 proyectos revisados por Naumann<sup>42</sup>, el elemento que con más frecuencia fue abordado (en el 59 % de los casos) fue la restauración ecológica, incluyendo un 28 % del conjunto de proyectos las actuaciones en zonas verdes urbanas y un 12 % acciones para promover la conectividad de forma artificial”.

Por otro lado, se incide en la importancia de la restauración ecológica en “áreas que, por su situación estratégica en el territorio, pudieran tener un elevado interés conector de hábitats fragmentados (...) permitiendo la mitigación de los impactos causados sobre la conectividad ecológica territorial”<sup>43</sup>, como podrían ser en este caso los espacios que recorriesen los distintos sistemas fluviales.

En este caso, la restauración ecológica de sistemas fluviales constituye un instrumento fundamental para desarrollar la Infraestructura Verde en un territorio y, por tanto, para aumentar la provisión de servicios ecosistémicos y recuperar la biodiversidad de los ecosistemas asociados a este<sup>44</sup>. En el caso de la restauración de los sistemas fluviales destacamos los siguientes servicios:

- Fomento de la conectividad espacial y funcional entre áreas naturales y semi-naturales.
- Mejora de la permeabilidad y reducción de la fragmentación.
- Contribución al buen funcionamiento de los ecosistemas y a la provisión de servicios ecosistémicos.
- Fomento de la conexión entre sociedad y naturaleza a través de la implicación de grupos de interés, conectando el mundo rural y el urbano.
- Contribución a la adaptación al cambio climático y a su mitigación reduciendo, por ejemplo, la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia frente a desastres naturales como la sequía o las inundaciones.
- Protección del patrimonio cultural y los paisajes tradicionales”<sup>45</sup>.

Un caso paradigmático en este sentido es el servicio de regulación de avenidas que prestan los ríos: al ocupar el territorio sin tener en cuenta la anulación de la prestación de este servicio que pudiera estar ocasionándose, se ha provocado el aumento del riesgo de inundación, como viene ocurriendo en numerosos puntos de la geografía andaluza y del arco mediterráneo español, en los que son frecuentes los episodios de precipitaciones torrenciales<sup>46</sup>. Y si no se actúa en la línea de revertir esta situación, la degradación de los ecosistemas y los servicios asociados a ellos se incrementará en el futuro en el marco del Cambio Climático, al acentuarse la variabilidad climática y aumentar la probabilidad de eventos extremos<sup>47</sup>.

<sup>43</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 89.

<sup>44</sup>. Bullock et al., 2011.

<sup>45</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 85.

<sup>46</sup>. Olcina Cantos et al., 2017.

<sup>47</sup>. Bates et al., 2008, 27-28. CEDEX, 2012. IPCC, 2018, 7.

<sup>40</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 20.

<sup>41</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 23.

<sup>42</sup>. Naumann et al., 2011.

Frente a esto, “los ecosistemas pueden contribuir a reducir el impacto asociado a estos fenómenos, ofreciendo protección y barreras estructurales que interfieren o ralentizan los flujos de materia y energía, proporcionando espacio físico para procesos naturales (por ejemplo, llanuras de inundación o humedales continentales con funciones de laminación y retención frente a grandes avenidas)”<sup>48</sup>.

Por ello, podríamos señalar este tipo de intervenciones sobre ríos y arroyos como una de las más útiles para el desarrollo de la Infraestructura Verde de un territorio.

## Buenas prácticas de restauración ecológica de sistemas fluviales en el marco de la Infraestructura Verde

En los últimos años, se han intensificado este tipo de actuaciones de restauración tanto en España como en el resto de la UE, dejando un extenso catálogo de buenas prácticas, de las cuales comentamos a continuación algunos ejemplos emblemáticos.

La variedad tipológica de casos que exponemos, así como la diversidad de escalas y dimensiones de las intervenciones, muestra otra de las características de la Infraestructura Verde, referida a la transversalidad y a su capacidad de adaptación a diferentes problemáticas. Efectivamente, la capacidad de las actuaciones de restauración para poder desarrollar la Infraestructura Verde de un territorio comprende desde actuaciones locales y específicas sobre un problema en concreto, hasta toda una estrategia internacional de intervención y gestión

de grandes cuencas hidrográficas supranacionales, basada en la cooperación internacional.

### Corredor verde del río Guadiamar (Sevilla)

Uno de los ejemplos de restauración ecológica más emblemático es el Corredor verde del río Guadiamar (Figura 5), que actualmente se encuentra catalogado como Paisaje Protegido por la Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA).

Para hacer frente a los efectos de la rotura de la balsa de lodos tóxicos de la mina de Aznalcóllar en el año 1998 y la consecuente contaminación de las aguas y el ecosistema asociado, se elaboró un proyecto de restauración (Figura 6) que comenzó tras el desastre y que culminó en el año 2003 con la integración del corredor verde en la RENPA<sup>49</sup>; potenciando así la conexión entre dos espacios naturales de importancia muy significativa como son el entorno del Parque Nacional de Doñana y el del Parque Natural de Sierra de Aracena y Picos de Aroche, en el sector occidental de Sierra Morena.

En este proyecto se aplicaron técnicas de bioingeniería (Figura 7) que, en aquel entonces, eran muy novedosas. Además de una restauración hidrológico-forestal a gran escala, que precedió a la “plantación [de] 1,7 millones de árboles y arbustos, lo que ha repercutido de forma positiva en la calidad de las aguas que abastecen los espacios protegidos de Doñana y del estuario del Guadalquivir” (EFEverde, 25 de abril de 2018). Así como la importante restauración de micro-humedales

Figura 5. Escena del corredor verde del río Guadiamar



Fuente: ABC de Sevilla, 17 de marzo de 2018.

<sup>48</sup>. Valladares, Gil y Forner, 2017, 49.

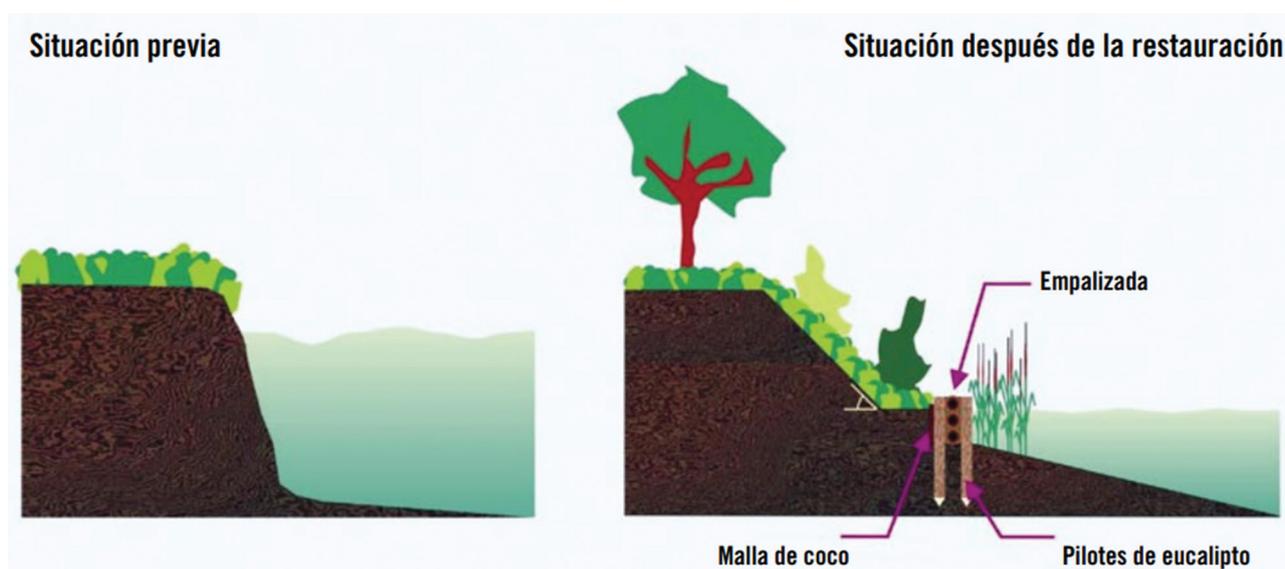
<sup>49</sup>. Arenas et al., 2008.

Figura 6. Vistas aéreas de un tramo del río Guadiamar tras el vertido de 1998 (izq.) y después de la restauración (dcha.)



Fuente: *El Mundo*, 6 de octubre de 2010.

Figura 7. Instalación de empalizada de madera para estabilización de taludes (arriba) y esquema de la técnica (abajo)



Fuente: Arenas et al. 2008.

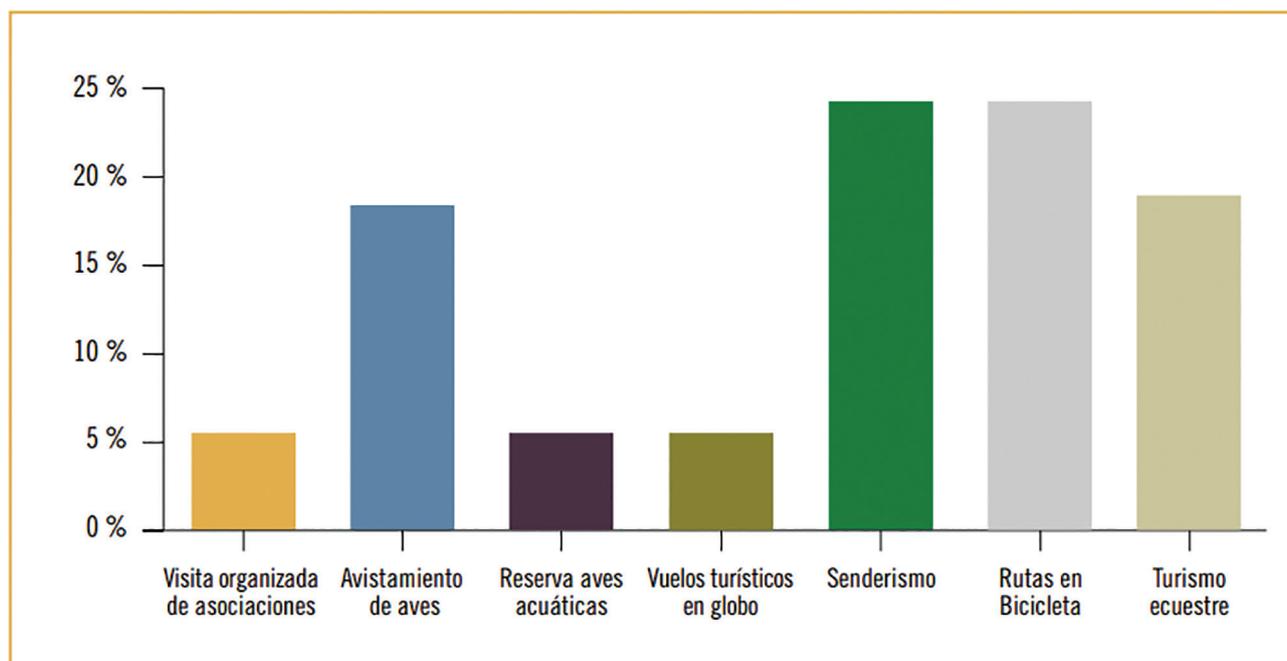
en el corredor, en forma de numerosos mosaicos de charcas, que han buscado recrear las condiciones óptimas para la recuperación de las especies de anfibios autóctonas que se perdieron tras el desastre minero<sup>50</sup>. Todo esto, integrando además en el “proceso de restauración aspectos relacionados con el Uso Público como mecanismo idóneo para que reviertan a los ciudadanos las actuaciones que la Administración ejecuta en el medio natural”<sup>51</sup>.

Concretamente, el aprovechamiento que la ciudadanía viene haciendo de esta Infraestructura Verde tras su restauración comprende una amplia gama de actividades que van desde algunas más frecuentes como el senderismo, las rutas en bicicletas o el avistamiento de aves, hasta otras más especiales que vienen dándose cada vez más, como los vuelos turísticos en globo. A estas se añaden visitas organizadas convocadas por las propias asociaciones ciudadanas<sup>52</sup>, promotores y protagonistas de la participación social como factor del éxito del desarrollo de este proyecto y todos los servicios ecosistémicos que a su vez genera (Gráfico 1).

En cuanto a la evolución ecológica experimentada por el sistema fluvial tras la restauración del mismo, los estudios llevados a cabo a tal efecto arrojan una “recuperación significativa”, sustentada en la elimi-

nación de la contaminación derivada del vertido tóxico. Estas conclusiones se basan en datos importantes, como el referido a las 144 especies de aves censadas, o como la constancia de que, “de forma lenta pero sostenida, se asiste a la recolonización de anfibios, reptiles y numerosos grupos de invertebrados”<sup>53</sup>. Además de otros indicadores de una clara mejora ambiental, como la presencia de nutrias. Así, afirman los citados autores, este ecosistema fluvial viene adquiriendo “la condición de biocentro fuente de diversidad biológica de enorme trascendencia para el mantenimiento del equilibrio ecológico en la comarca”. Por todo ello, en el marco de la Infraestructura Verde, se ha logrado cumplir con múltiples funciones de la misma, aportando servicios ecosistémicos relacionados con el aumento de la biodiversidad y la mejora de la calidad ambiental del territorio, mitigación y adaptación al cambio climático, protección frente a riesgos naturales, salud y bienestar de la sociedad; así como la producción de bienes (por ejemplo, los comentados productos de turismo de naturaleza) (Figura 5) o la mejora de la conectividad ecológica entre dos grandes áreas naturales del territorio en el que se integra este capital natural.

Gráfico 1. Actividades ciudadanas más frecuentes en el Corredor Verde del Guadiamar desde la restauración del ecosistema



Fuente: Fernández Tabales et al. 2008.

<sup>50</sup>. Reques, 2008.

<sup>51</sup>. Arenas et al., 2008, 48.

<sup>52</sup>. Fernández Tabales et al. 2008, 430.

<sup>53</sup>. Carrascal et al. 2008, 483.

## Sistema de Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz (Álava)

Un caso paradigmático del impulso a la Infraestructura Verde mediante la restauración ecológica de manera integral es el Sistema de Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz (Figuras 8 y 9), que se define “como una red interconectada de espacios verdes y otros elementos ‘naturales o semi-naturales’ urbanos y periurbanos que, integrados en un mismo sistema, resultan esenciales para el buen funcionamiento del ecosistema urbano”<sup>54</sup> y que le mereció el reconocimiento de Capital Verde Europea en el año 2012.

Su origen se remonta a la idea de crear el Anillo Verde de Vitoria que, desde que surgiese a principios de los años 90 del pasado siglo, ha ido siguiendo un proceso continuo de recuperación e interconexión de espacios a las afueras de la ciudad con un alto potencial ambiental, persiguiéndose el objetivo inicial de crear una red de espacios verdes periurbanos.

El éxito del proyecto ha llevado a que actualmente hablemos de “un gran espacio seminatural de 731 ha (...) en el que se integran espacios de alto valor natural como los humedales de Salburua y el río Zadorra, integrados en la Red Natura 2000, y otros parques que conforman un corredor natural entre los Montes de Vitoria y el río Zadorra y entre la ciudad y el anillo agrícola, atesorando una gran biodiversidad a las puertas de la ciudad”<sup>55</sup>.

No obstante, el proyecto del Anillo Verde fue ampliándose y terminó traspasando de la periferia a la trama urbana, incorporando y restaurando nuevas zonas verdes y antiguos cursos de agua que, en algunos casos, se encontraban soterrados (Figuras 10 y 11). Esta nueva “trama verde urbana, además de por sus funciones meramente estéticas y recreativas, desempeña un papel fundamental en la atemperación del clima urbano y mejora del confort climático, en la reducción de la contaminación, en la prevención del cambio climático por su acción como sumidero de carbono, en el aumento de la capacidad de infiltración del suelo y, como consecuencia de todo ello, en la mejora de la biocapacidad urbana”<sup>56</sup>.

De esta forma, se ha configurado todo un sistema de Infraestructura Verde en el territorio, conformado por la citada trama verde urbana, el anillo verde y el agrí-

cola y espacios naturales rurales colindantes, como los Montes de Vitoria (Figura 11 y mapa 1).

El desarrollo de este sistema ha conseguido proporcionar múltiples servicios ecosistémicos relacionados con la salud de las personas, como un aire limpio, una mejor calidad del agua y un ambiente urbano saludable y mejora de la habitabilidad de los lugares donde vivir y trabajar; un fuerte sentido de comunidad, ya que lugares como los jardines comunitarios permiten la participación de la sociedad civil a través de acciones de voluntariado; la conexión entre la producción y el consumo local de alimentos con la creación de huertos urbanos; la conexión de las áreas verdes urbanas con las áreas rurales y naturales a través de las redes verdes urbanas; promover el desarrollo regional y urbano y la creación de empleo verde, etc.<sup>57</sup> A ello hay que añadir los servicios relacionados con las funciones de mitigación y adaptación al cambio climático, protección frente a riesgos naturales como las inundaciones y el incremento de la biodiversidad del territorio: “Los resultados de la gestión llevada a cabo en el Anillo Verde demuestran que es posible compatibilizar el uso público con la conservación de la naturaleza [ya que] el aumento en el número de visitantes ha ido acompañado de un aumento en el número de aves nidificantes en el Anillo”<sup>58</sup>.

## Plan “Green Rhine Corridor”

En tercer lugar, incluimos en esta relación de buenas prácticas en Infraestructuras Verdes vinculadas a los sistemas fluviales uno de los casos más emblemáticos a escala internacional: el Plan del Corredor Verde del Rin (por su traducción al castellano).

Este tiene su origen, por un lado, en la necesidad de recuperar sus valores ambientales y paisajísticos que fueron degradados especialmente desde la segunda mitad del siglo XIX hasta la segunda mitad del siglo XX<sup>59</sup> y, consecuentemente, sus servicios ecosistémicos asociados. Uno de los episodios determinantes en el impulso para actuar decisivamente sobre las afecciones que sufría este sistema fluvial fue el llamado “desastre de Sandoz” en 1986, cerca de Basilea, en el cual se vertieron de 10 a 30 toneladas de sustancias tóxicas al río, causando la muerte de casi toda la vida acuática en ese tramo<sup>60</sup>.

Destaca en este caso el alto grado de cooperación interestatal, desarrollado en la gestión de este río a través

<sup>54</sup>. Centro de Estudios Ambientales, 2014, 13.

<sup>55</sup>. Centro de Estudios Ambientales, 2014, 30.

<sup>56</sup>. Centro de Estudios Ambientales, 2014, 32.

<sup>57</sup>. Centro de Estudios Ambientales, 2014, 8.

<sup>58</sup>. Centro de Estudios Ambientales, 2014, 30.

<sup>59</sup>. Van Kreveld, 2013, 10-11.

<sup>60</sup>. Schulte-Wülwer, 2013.

Figura 8. Localización de los elementos del Sistema de Infraestructura Verde Urbana de Vitoria-Gasteiz



Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2014.

Figura 9. Esquema del nuevo diseño de la avenida Gasteiz



Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2014.

Figura 10. Vista de un curso fluvial desaterrado en la avenida Gasteiz



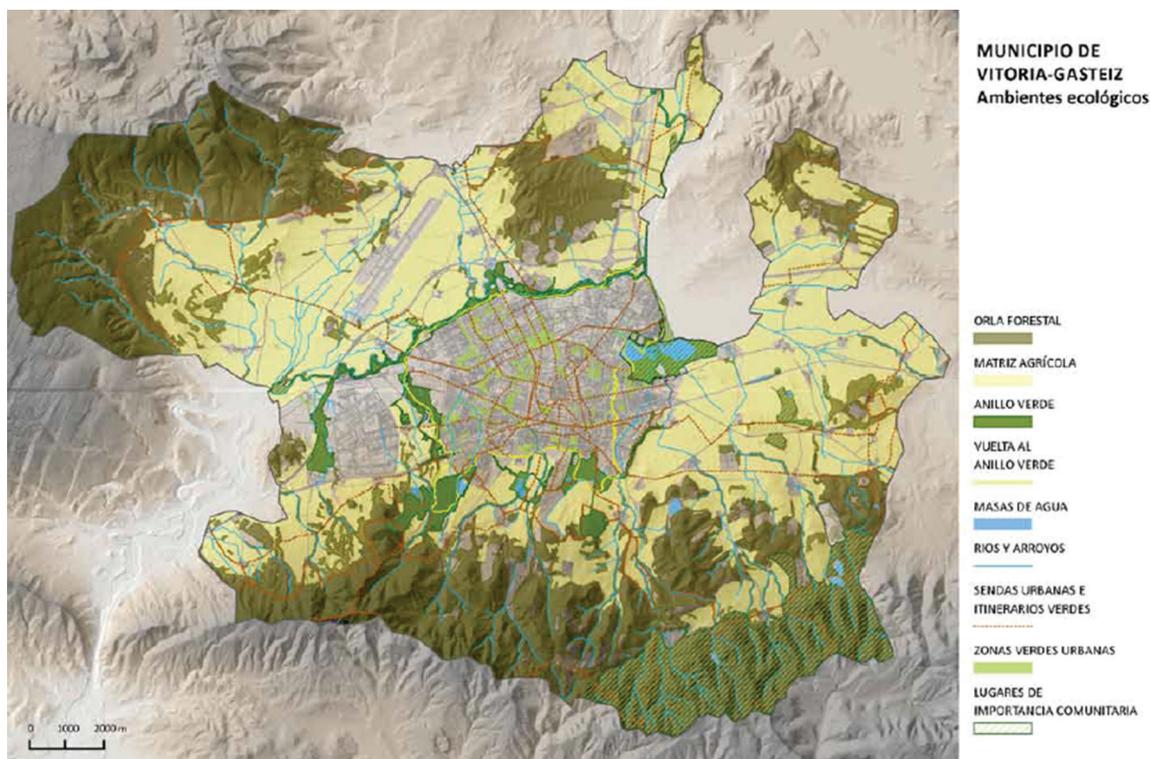
Fuente: Velasco, 2018.

Figura 11. Vista de los Montes de Vitoria hacia el sur



Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2014.

Mapa 1. Localización de los elementos del Sistema de Infraestructura Verde urbana de Vitoria y los espacios naturales contiguos



Fuente: Centro de Estudios Ambientales, 2014.

de la Comisión Internacional para la Protección del Rin (por sus siglas en inglés, ICPR, *International Commission for the Protection of the Rhine*), teniendo en cuenta que se trata del tercer río de Europa en lo que se refiere a la extensión de su cuenca vertiente (unos doscientos mil km<sup>2</sup>), ocupando territorios de hasta nueve países (Italia, Suiza, Austria, Liechtenstein, Francia, Alemania, Luxemburgo, Bélgica y Países Bajos). El comienzo de esta relación de cooperación la sitúan en el Congreso de Viena de 1815, en el que se acordó la libre navegación sobre las aguas de este río, así como la creación del *Central Committee for the River Rhine*. No siendo hasta 1950 que se estableció la ya citada ICPR como el primer organismo intergubernamental para la protección contra la contaminación en el Rin con Suiza, Francia, Alemania, Luxemburgo, los Países Bajos y la Unión Europea como Partes Contratantes. Fue con la entrada en vigor de la DMA<sup>61</sup>, cuando Austria, Liechtenstein y Valonia (Bélgica) se sumaron a la cooperación<sup>62</sup>, siendo clave este factor en el éxito para la recuperación de la calidad de las masas de agua del sistema fluvial y gran parte de sus servicios ecosistémicos asociados<sup>63</sup>.

De esta forma, sobre la base legal que ha aportado la Convención sobre la Protección del Rin firmada en 1999, se han ido aplicando los objetivos establecidos por la citada DMA, la Directiva de Evaluación y gestión del riesgo de inundación o la Directiva Hábitats<sup>64</sup>.

De entre ellos, además de la mejora de la calidad de las aguas al actuar sobre las numerosas fuentes de contaminación que existían, ha tenido especial relevancia la gestión del riego de inundación, especialmente en el tramo bajo del río, a su paso por Países Bajos. Esto se debe, entre otras cosas, a la conmoción que ha venido suponiendo para la sociedad los efectos de las inundaciones acontecidas a lo largo de la segunda mitad del siglo XX (Figura 12). Las de los años 1993 y 1995, alcanzando por ejemplo en la de este último año unos caudales máximos de 12.000 m<sup>3</sup>/s<sup>65</sup>, supusieron un punto de inflexión e hicieron urgente la necesidad de mejorar la gestión de estos fenómenos<sup>66</sup>. En este caso, se llegó a la conclusión de que una de las principales causas de las frecuentes inundaciones era la ocupación de la llanura de inundación por nuevos usos antrópicos como áreas urbanas o campos de cultivos no adaptados a las dinámicas fluviales. Para posibilitar esta ocupación se realizaron

numerosos encauzamientos que fueron anulando la diversidad y complejidad morfológica del cauce, transformado desde un cauce con morfología tipo *braided* (trenzado) a uno simple y mayormente rectilíneo (Figura 13), llegando a perder el 85 % de toda su llanura de inundación<sup>67</sup>. A esto se añadía la construcción de diques, motas y demás estructuras de defensa que obstaculizaban la normal disipación de la energía del flujo en episodios de crecidas extraordinarias, trasladando el problema aguas abajo.

No obstante, en los casos en los que la crecida es tal que desborda las cotas de las estructuras de defensa, el impacto de la inundación se acrecienta al provocar el embalsamiento de las aguas por imposibilidad de retorno de las mismas al cauce una vez recuperado el caudal ordinario<sup>68</sup>. Estas alteraciones del sistema fluvial se basaron en planteamientos como los que exponía en 1812 el ingeniero J. G. Tulla en *Tamer of the Wild Rhine* (por su traducción al castellano, “domando el salvaje Rin”): “ningún arroyo o río, el Rin incluido, necesita más de un cauce; como norma, los cauces múltiples son redundantes”<sup>69</sup>.

Desde las nuevas perspectivas de la restauración ecológica, en el marco de la visión de la Infraestructura Verde, para mejorar la gestión de las inundaciones se impulsó el *Room for the River Programme* (Programa de Espacio para el Río, por su traducción al castellano), mediante el cual se llevaron a cabo acciones como el retranqueo de motas, la creación de áreas de retención en las propias llanuras de inundación o la creación de “ríos verdes” o *by-pass* (Figuras 14 y 15). Estos últimos, consistentes en la apertura de cauces artificiales y controlados que salven y rodeen espacios cuya protección es inevitable (por ejemplo, áreas urbanas consolidadas) aportándoles además los beneficios ecosistémicos de contar con otra lámina de agua próxima<sup>70</sup>.

Como resultado de los desastres relacionados con la contaminación y las inundaciones, se adoptaron sendos Programas de Acción. En el caso de los relacionados con la recuperación de la calidad de las aguas, se logró que en el año 2000 las sustancias contaminantes presentes en el río se redujeran entre un 70 % y un 100 %, logrando el retorno de ejemplares de salmón a sus aguas. Esto último, apoyado por el Programa Salmón 2000/2020, que es el responsable de que en 2012 se haya llegado

61. Directiva 2000/60/CE.

62. Schulte-Wülwer, 2013.

63. Hofstra, 2009.

64. Directiva 92/43/CEE.

65. Hofstra, 2009, 8.

66. Wolfert et al. 2004, 37.

67. Van Kreveld, 2013, 10-11.

68. Ollero Ojeda, 2014, 73-74.

69. Van Kreveld, 2013, 10.

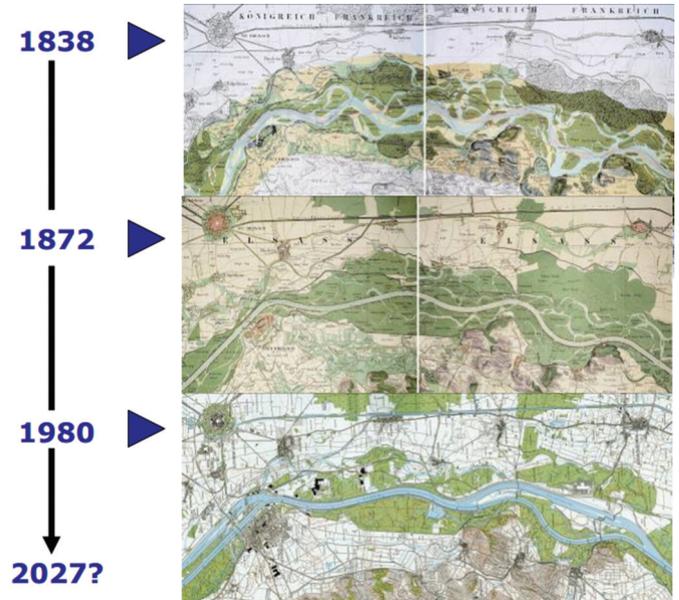
70. Wolfert et al. 2004. Hofstra, 2009, 35-36. Van Kreveld, 2013, 26.

Figura 12. Fotografía de operarios colocando estructuras de protección frente a inundaciones



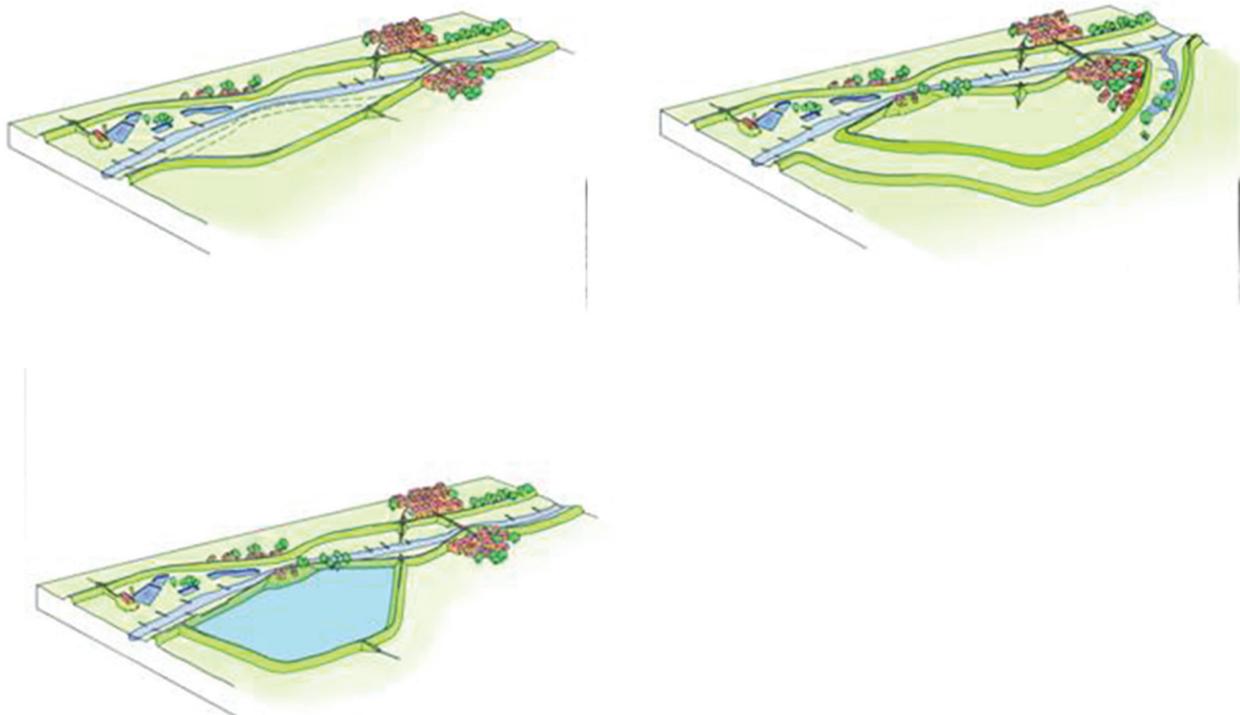
Fuente: Hofstra, 2009.

Figura 13. Composición comparativa de la evolución de la morfología del cauce en un tramo del Rin



Fuente: Hofstra, 2009.

Figura 14. Modelos de actuaciones de creación de áreas de retención (a), by-pass (b) y retranqueo de motas (c) junto a áreas urbanas



Fuente: Hofstra, 2009.

Figura 15. Áreas de retención y “ríos verdes” en el área residencial de Lingewaarden (Países Bajos)



Fuente: Wolfert et al. 2004

a contabilizar hasta 7.000 salmones adultos desovando en el Rin. Uno de los aspectos clave ha sido también la inversión total de más de ochenta mil millones de euros en la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales e industriales.

En el caso del Programa de Acción para la gestión de las inundaciones, se ha conseguido la creación de numerosas áreas de retención, alcanzando una capacidad total en estas de hasta 229 millones de m<sup>3</sup> de agua, gracias a una inversión que ha superado los diez mil millones de euros<sup>71</sup>.

La restauración de numerosos servicios ecosistémicos, la eficacia de las actuaciones realizadas y la gestión cooperativa internacional del conjunto de la cuenca hidrográfica del Rin, a través del ICPR, ha merecido también el reconocimiento internacional al recibir el *European Riverprize* en el año 2013, otorgado por la *International River Foundation*<sup>72</sup>.

## Recapitulación y conclusiones

A lo largo del artículo se ha analizado el nuevo concepto de Infraestructura Verde y su situación en el dinámico marco normativo actual. Sobre esa base se ha valorado el potencial de intervención sobre el territorio de la

restauración ecológica de sistemas fluviales en el marco de la Infraestructura Verde. Y finalmente, como parte de esa valoración, se han presentado tres ejemplos de buenas prácticas de naturaleza y escala muy diferentes.

La base conceptual de este enfoque se apoya en una concepción integradora, de carácter marco, de la Infraestructura Verde que incluye tres elementos: primero, la idea de red, red de zonas naturales y seminaturales y de otros elementos ambientales; segundo, la idea de planificación de forma estratégica, multifuncional y coordinada; y tercero, el diseño y gestión orientados a la prestación de una extensa gama de servicios ecosistémicos. Esta concepción, apoyada en la actual normativa de la UE, significa pasar de la idea de infraestructuras verdes concebidas como intervenciones concretas, de carácter “blando” —entendidas como “obras”— en contraposición a las infraestructuras “grises” convencionales, a un concepto mucho más amplio e integral en contenidos y en escala, asumiendo un carácter territorial. Es precisamente esa perspectiva territorial, que no es solo una cuestión de escala (dado que las escalas pueden ser múltiples) sino conceptual (red, perspectiva estratégica, multifuncionalidad de servicios ecosistémicos) la que caracteriza la noción de Infraestructura Verde que este trabajo defiende.

En este sentido, podemos concluir que:

- En las dos últimas décadas se han producido a escala internacional (especialmente Unión Europea) y nacional importantes avances en la implementación de un marco normativo adecuado para el desarrollo de la Infraestructura Verde y la regeneración territorial, con nuevos planteamientos técnicos (Guías, Manuales, etc., apoyadas institucionalmente) y normativos (Directivas, Leyes, Reglamentos, etc.).
- La restauración ecológica de sistemas fluviales constituye un importante instrumento para desarrollar la Infraestructura Verde de un territorio, debido a su elevado potencial para revertir, o al menos mitigar, la fragmentación y el deterioro de los ecosistemas y sus servicios asociados tal como hemos podido comprobar en los casos de estudio analizados.
- No obstante, a pesar de lo positivo e importante de los avances señalados, si se tiene en consideración la velocidad con la que se vienen degradando los ecosistemas y los efectos del cambio climático sobre los mismos y la vida humana asociada a ellos, cabe plantearse la necesidad de intensificar con urgencia y de manera inmediata la elaboración y publicación,

<sup>71</sup>. Schulte-Wülwer, 2013.

<sup>72</sup>. AEMA, 16 de septiembre de 2013.

aplicación y ejecución de las distintas estrategias de Infraestructura Verde, a todas las escalas.

- Para ello, si hablamos del caso español, aunque se haya sobrepasado el plazo fijado por la Ley 33/2015, que modifica la 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, resulta fundamental poder contar ya con una Estrategia Estatal de Infraestructura Verde, capaz de liderar el cambio en la forma de intervenir y gestionar el territorio. La relevancia que supone para la regeneración territorial y las poblaciones que lo habitamos exige que se sea ambicioso en los objetivos y contenidos mínimos, aunque las CCAA puedan desarrollarlo y ampliarlo, en base a las competencias que les atribuye la Constitución Española.

En definitiva, en vista del gran potencial que la Infraestructura Verde ofrece y los buenos resultados observados en los casos en los que se viene aplicando este modelo de gestión territorial, cada vez parece más necesario pasar a la acción e implementar con urgencia las respectivas estrategias e instrumentos asociados a ellas.

Por último, cabría señalar una línea de investigación futura que resulta fundamental para completar y concretar algunos aspectos referidos a los instrumentos de intervención a los que nos venimos refiriendo, como es la participación ciudadana. Así, una línea de trabajo potencialmente de gran recorrido, sería analizar los casos en los que se hayan desarrollado *Contratos de Ríos*, que constituyen una prometedora fórmula para gestionar y planificar la restauración ecológica de los sistemas fluviales y los territorios que dependen del buen estado de estos al ser un instrumento en el que el acuerdo y la cooperación de todos los agentes sociales son fundamentales y, por tanto, pueden aportar mayores garantías de éxito.

## BIBLIOGRAFÍA

- AEMA, 16 de septiembre de 2013: "El Rin se alza con el primer International River Foundation European River Prize". Agencia Europea de Medio Ambiente, en iAgua. Noticias. Disponible en <https://www.iagua.es/noticias/ue/13/09/16/el-rin-se-alza-con-el-primer-international-river-foundation-european-river-prize-36529>
- Arenas, J. M., Carrascal, F., Gil, A. y Montes, C.** 2008: "Breve historia de la construcción del Corredor Verde del Guadiamar" en Montes del Olmo, C. y Carrascal Moreno, F. (Coords.): *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del Corredor Verde. La Historia de un paisaje emergente*. Sevilla (España), Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 29-64. Disponible en [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Patrimonio\\_Natural\\_Uso\\_Y\\_Gestion/Espacios\\_Protegidos/publicaciones\\_renpa/restauracion\\_ecologica\\_rio\\_guadiamar/02\\_breve\\_historia\\_de\\_la\\_construccion.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/restauracion_ecologica_rio_guadiamar/02_breve_historia_de_la_construccion.pdf)
- Arnfield, A. J.** 2003: "Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island". *International Journal of Climatology*, 23 (1), 1-26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- Bates, B., Kundzewicz, Z. W., Wu, S. y Palutikof, J.** (Eds.) 2008: *El Cambio Climático y el Agua*. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra (Suiza), OMM-PNUMA. Disponible en <https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>
- Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F. & Rey Benayas, J. M.** 2011: "Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities". *Trends in Ecology & Evolution*, 26 (10), 541-549. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.06.011>
- Cabrero Rodríguez, A. y Magdaleno Mas, F.** 2014: *Buenas prácticas para el mantenimiento y conservación de cauces*. Madrid (España), CEDEX, Ministerio de Fomento.
- Carrascal, F., Arenas, J. M., Ramos, M. y Montes, C.** 2008: "Evolución de los principales indicadores de calidad ambiental en el corredor verde del Guadiamar" en Montes del Olmo, C. y Carrascal Moreno, F. (Coords.): *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del Corredor Verde. La Historia de un paisaje emergente*. Sevilla (España), Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 451-486. Disponible en [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Patrimonio\\_Natural\\_Uso\\_Y\\_Gestion/Espacios\\_Protegidos/publicaciones\\_renpa/restauracion\\_ecologica\\_rio\\_guadiamar/27\\_indicadores\\_de\\_calidad.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/restauracion_ecologica_rio_guadiamar/27_indicadores_de_calidad.pdf)
- CEDEX, 2012: "Estudio de los impactos del cambio climático en los recursos hídricos y las masas de agua. Efectos potenciales del cambio climático en las demandas de agua y estrategias de adaptación". Informe final. Madrid (España), Centro de Estudios Hidrográficos. Disponible en [https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/ImpactoCCSintesis\\_tcm30-130766.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/ImpactoCCSintesis_tcm30-130766.pdf)
- Centro de Estudios Ambientales, 2014: *La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. Documento de Propuesta*. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. Disponible en <https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/eu/32/95/53295.pdf>
- Comisión Europea, 2006: "Estrategia temática para la protección del suelo", COM (2006) 231 final, Bruselas, 22 de septiembre de 2006. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM:I28181>

- Comisión Europea, 2010: "Europa 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador", COM (2010) 2020 final, Bruselas, 3 de diciembre de 2010. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52010DC2020>
- Comisión Europea, 2011: "Contribución de la política regional al crecimiento sostenible en el marco de Europa 2020", COM (2011) 17 final, Bruselas, 26 de enero de 2011. Disponible en [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docoffic/official/communic/sustainable/comm2011\\_17\\_es.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docoffic/official/communic/sustainable/comm2011_17_es.pdf)
- Comisión Europea, 2011: "Estrategia de la UE sobre la biodiversidad hasta 2020: nuestro seguro de vida y capital natural", COM (2011) 244 final, Bruselas, 3 de mayo de 2011. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0244&from=ES>
- Comisión Europea, 2013: "Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa", COM (2013) 249 final, Bruselas, 6 de mayo de 2013. Disponible en [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b-2df.0008.05/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:d41348f2-01d5-4abe-b817-4c73e6f1b-2df.0008.05/DOC_1&format=PDF)
- Consellería de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, 2011: "Plan de Acción Territorial de Infraestructura Verde y Paisaje de la Comunitat Valenciana". Propuesta de Plan para la Información Pública (Pendiente de Aprobación). Disponible en <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/778623normalc.html>
- Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2018: "Plan Director para la Mejora de la Conectividad Ecológica en Andalucía, una estrategia de infraestructura verde". *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, 130, de 6 de julio de 2018.
- Consejo de Europa, 1979: "Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa". Número 104 del Consejo de Europa. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128050>
- Consejo de Europa, 2000: "Convenio Europeo del Paisaje". Número 176 del Consejo de Europa. Versión en castellano. Florencia. Disponible en <https://rm.coe.int/16802f3fb>
- Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local, 2019: "Estrategia de Infraestructura verde en Navarra". Gobierno de Navarra. Disponible en <http://internet.gcc-publica.navarra.es/sot/Documentos/INFRAESTRUCTURA%20VERDE/ESTRATEGIA%20INF%20VERDE.pdf>
- 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. *Diario Oficial*, 206, de 22 de julio de 1992.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. *Diario Oficial*, 327, de 22 de diciembre de 2000.
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. *Diario Oficial*, 288, de 6 de noviembre de 2007.
- EFEverde, 25 de abril de 2018. "El corredor verde del Guadiamar 'laboratorio natural' a los 20 años del vertido". Disponible en <https://www.efeverde.com/noticias/vertido-aznalcollar-guadiamar-corredor-verde-laboratorio-natural-aniversario/>
- Fariña Tojo, J. y Naredo Pérez, J. M.** (Dir.) 2010: *Libro Blanco de la Sostenibilidad en el Planeamiento Urbanístico Español*. Madrid (España), Ministerio de Vivienda. Disponible en <http://habitat.aq.upm.es/lbl/a-lbl.es.pdf>
- Fernández Tabales, A., Domínguez, L., Mercado I. y Orozco, G.** 2008: "La incidencia del Corredor Verde en la realidad socioeconómica de la cuenca del Guadiamar" en Montes del Olmo, C. y Carrascal Moreno, F. (Coords.): *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del Corredor Verde. La Historia de un paisaje emergente*. Sevilla (España), Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 425-436. Disponible en [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Patrimonio\\_Natural\\_Uso\\_Y\\_Gestion/Espacios\\_Protegidos/publicaciones\\_renpa/restauracion\\_ecologica\\_rio\\_guadiamar/25\\_incidencia\\_corredor.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/restauracion_ecologica_rio_guadiamar/25_incidencia_corredor.pdf)
- Fernández de Gatta Sánchez, 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. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6519613>
- Geohabitat**, 2002: *Manual de diseño: la ciudad sostenible*. Madrid (España), IDAE.
- González del Tánago, M. y García de Jalón, D.** 2007: *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Madrid (España), Estrategia Nacional de Restauración de Ríos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid y Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- González Fustegueras, M. A. y De La Lastra Valdor, I.** 2007: "La urbanización y su efecto en los ríos", en González del Tánago, M. (Coord.): *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*. Mesa de Trabajo de Urbanismo. Madrid, 1-42. [https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Urbanizacion\\_efectos\\_en\\_rios\\_Julio\\_2007\\_1\\_tcm30-214550.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/Urbanizacion_efectos_en_rios_Julio_2007_1_tcm30-214550.pdf)
- Herrera Grao, T.** 2013: *Manual metodológico de actuaciones de restauración ambiental uso público en ámbitos fluviales*. Málaga (España), Diputación de Málaga
- Hofstra, M.** 2009: "International cooperation on the river Rhine". Unesco-IHE/Water Governance Centre, The Netherlands. Disponible en [https://www.unec.org/fileadmin/DAM/env/water/cadialogue/docs/Almaty\\_Oct2010/Eng/Hofstra\\_Eng.pdf](https://www.unec.org/fileadmin/DAM/env/water/cadialogue/docs/Almaty_Oct2010/Eng/Hofstra_Eng.pdf)
- IPCC 2018: "Summary for Policymakers". In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming*

- of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (eds.)]. In Press. Disponible en [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15\\_Citation.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_Citation.pdf)
- Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres. *Boletín Oficial del Estado*, 74, 28 de marzo de 1989, 8262-8269.
- Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado*, 299, 14 de diciembre de 2007, 51275-51327.
- 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. *Boletín Oficial del Estado*, 227, 22 de septiembre de 2015, 83588-83632.
- Magdaleno, F., Molina, B. y Cortés, F.** 2018: "Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático". *Ingeniería Civil*, 191. 105-112. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/329831069\\_Infraestructuras\\_verdes\\_y\\_azules\\_estrategias\\_de\\_adaptacion\\_y\\_mitigacion\\_ante\\_el\\_cambio\\_climatico\\_Green\\_and\\_Blue\\_Infraestructuras\\_Adaptation\\_and\\_Mitigation\\_Strategies\\_to\\_Climate\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/329831069_Infraestructuras_verdes_y_azules_estrategias_de_adaptacion_y_mitigacion_ante_el_cambio_climatico_Green_and_Blue_Infraestructuras_Adaptation_and_Mitigation_Strategies_to_Climate_Change)
- McGrane, S. J.** 2016: "Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review". *Hydrological Sciences Journal*, 61 (13), 2295-2311. <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084>
- MITECO, 2019: *Soluciones Basadas en la Naturaleza para la gestión del agua en España. Retos y oportunidades* (Informe de la Jornada, 22 de marzo de 2019). Madrid (España), Ministerio para la Transición Ecológica. Disponible en [https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/soluciones-basadas-en-la-naturaleza\\_tcm30-496389.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/formacion/soluciones-basadas-en-la-naturaleza_tcm30-496389.pdf)
- Naumann, S., McKenna, D., Kaphengst, T., Pieterse, M. & Rayment, M.** 2011: "Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects". Final report to the European Commission. Ecologic institute and GHK Consulting. Brussels (Bélgica): European Commission. Disponible en [http://ec.europa.eu/environment/enveco/biodiversity/pdf/GI\\_DICE\\_FinalReport.pdf](http://ec.europa.eu/environment/enveco/biodiversity/pdf/GI_DICE_FinalReport.pdf)
- Olcina Cantos, J., Pérez Morales, A., Rico Amorós, A. M., Gil Guirado, S. & López Martínez, F.** 2017: "The significance of vulnerability and exposure in increased flood risk on the mediterranean coast". *Consor/Seguros*, 7.
- Ollero Ojeda, A.** 2014: *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones. Manual para Gestores*. Proyecto Sud'eau2. SUDOE. Zaragoza (España). Disponible en [http://contratoderiomatarranya.org/documentos/Guia\\_BB\\_Gestion\\_inundaciones.pdf](http://contratoderiomatarranya.org/documentos/Guia_BB_Gestion_inundaciones.pdf)
- Perales-Momparler, S. y Andrés-Doménech, I.** 2007: "Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia". Universidad Politécnica de Valencia.
- Reques, R.** 2008: "Establecimiento de nuevos micro-humedales en el Corredor Verde del río Guadiamar para la conectividad de poblaciones de anfibios" en Montes del Olmo, C. y Carrascal Moreno, F. (Coords.): *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del corredor verde. La historia de un paisaje emergente*. Sevilla (España): Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 415-423. Disponible en [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Patrimonio\\_Natural\\_Usos\\_Y\\_Gestion/Espacios\\_Protegidos/publicaciones\\_renpa/restauracion\\_ecologica\\_rio\\_guadiamar/24\\_micro\\_humedales.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Usos_Y_Gestion/Espacios_Protegidos/publicaciones_renpa/restauracion_ecologica_rio_guadiamar/24_micro_humedales.pdf)
- Rodríguez-Rojas, M. I.** (Coord.) 2017: *Guía para la integración de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en el proyecto urbano*. Granada (España), Edit. Editorial Universidad de Granada.
- Schulte-Wülwer, A.** 2013: "First European Riverprize 2013: success on the Rhine". International Commission for the Protection of the Rhine Publications. Disponible en <https://www.icpdr.org/main/publications/first-european-riverprize-2013-success-rhine>
- Soriano-Montagut Jené, L.** 2016: "Infraestructura verde: elemento clave de las estrategias de planificación urbanas y territoriales", en TERRAQUI. Disponible en <http://www.terraqui.com/blog/actualidad/infraestructura-verde-elemento-clave-de-las-estrategias-de-planificacion-urbanas-y-territoriales/>
- Valladares, F., Gil, P. M. y Forner, A.** (Coords.) 2017: *Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*. Madrid (España), Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y M. A.
- Van Kreveld, A.** (Ed.) 2013: *A Green Rhine Corridor*. Nijmegen (The Netherlands), Stromin. Disponible en [w.ulucus.nl/uploads/green\\_rhine.pdf](http://w.ulucus.nl/uploads/green_rhine.pdf)
- Velasco, A. I.** 2018: "El Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz, un elemento de integración y conexión de la infraestructura verde urbana y territorial". Centro de Estudios Ambientales-Asociación Europea de Vías Verdes. Disponible en [http://www.aevv-egwa.org/download/conferencias/6.Ane-Itziar-Velasco\\_El-Anillo-Verde-de-Vitoria-Gasteiz.pdf](http://www.aevv-egwa.org/download/conferencias/6.Ane-Itziar-Velasco_El-Anillo-Verde-de-Vitoria-Gasteiz.pdf)
- Wolfert, H. P., Stuyt, L. C. P. M., Hermans, A. G. M., Kruit, J., Olde Loohuis, R. J. W. & Klijn, F.** 2004: "Bergende stroming KAN". Wageningen, Alterra-Report 973. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/40113390\\_Bergende\\_stroming\\_KAN](https://www.researchgate.net/publication/40113390_Bergende_stroming_KAN)