



Correlimos jugando con las olas en playa invadida por edificios ruinosos tras un temporal. Foto: M. Florín.

Efecto de superioridad en la mejora de servicios ecosistémicos de regulación por humedales y llanuras de inundación

Máximo Florín, Rafael Gosálvez, Celia Laguna, David Sánchez, Josefina Falomir, Ana González, Elena Muñoz, Álvaro Chicote, Gema Sánchez, Ángel Velasco y Rafael Becerra

Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla-La Mancha

Definición del ámbito, terminología, tipología y finalidad

El término ‘Soluciones basadas en la naturaleza’ (SbN) está presente hace décadas en el lenguaje común de manera más o menos ambigua, lo que no ha cambiado con su definición más popular (Cohen-Shacham *et al.*, 2016): “actions to protect, sustainably manage, and restore natural or modified ecosystems, that address societal challenges effectively and adaptively, simultaneously providing human well-being and biodiversity benefits”.

Los tipos de SbN aquí considerados son: i) ‘restauración ecológica’, absoluta reversión estructural y funcional del ecosistema al estado previo a la perturbación, ii) ‘rehabilitación’ implica elegir un número limitado de atributos, iii) ‘mejora’ de cualquier atributo estructural o funcional del ecosistema si no pretendemos alcanzar condiciones previas a la perturbación, iv) ‘creación’ es construir ecosistemas que no existían antes en determinado lugar, y v) ‘naturalización’ implica que los usos son componentes explícitos del ambiente natural.

Analizar buenas y malas prácticas, como se hace más adelante, requiere introducir el concepto de ‘detención’ del espacio y recursos de un humedal natural, mejor o peor conservado, por constructores de uno artificial, reemplazándolo y destruyéndolo; también ocurre con canalizaciones, dragados, rectificaciones y encauzamientos disfrazados de ‘limpieza de cauces’ y SbN, que alteran o destruyen los servicios ecosistémicos de autodepuración y amortiguación de crecidas de los ríos, entre otros.

El ámbito de este trabajo es la ‘ingeniería ecológica’ (Mitsch 1993): un enfoque cooperativo con el sistema planetario de soporte de la vida para gestionar y restaurar ecosistemas, apoyado en: 1) un aporte mínimo de energía exógena, comparado con fuentes naturales de energía, 2) profunda raíz ecológica de las tecnologías aplicadas, basadas en cómo funcionan los ecosistemas, minimizando

deterioro ambiental y coste de las medidas correctoras, y 3) principios de simbiosis entre especies y reciclado y regeneración de sustancias.

Interés particular para mejorar calidad del agua y reducir impacto de las catástrofes naturales tiene el desarrollo en los 1980s de ‘infraestructuras verdes’: mejores prácticas disponibles con objetivos holísticos de gestionar aguas pluviales, reducir caudales de escorrentía, prevenir erosión y recargar acuíferos, así llamadas por oposición a tanques de tormentas convencionales de hormigón (infraestructuras grises). Integrar mejora de la calidad del agua y reducción del impacto de catástrofes naturales guía este trabajo, porque distinguir entre funciones ecosistémicas es más operativo (diagnóstico, análisis) que real (estado ecológico, ejecución de actuaciones de SbN).

| Bioma | Importancia | | | | | |
|----------------------|-----------------------------------|--|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | Regulación de la calidad del agua | Regulación de perturbaciones naturales | Regulación del clima | Regulación de la cantidad del agua | Regulación de la desertificación | Control biológico |
| Insular | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ |
| Costero | ↘ | ↘ | ↔ | ↘ | ↘ | ↘ |
| Ríos | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ |
| Humedales | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ |
| Bosque esclerófilo | ↘ | ↔ | ↗ | ↘ | ↘ | |
| Bosque mediterráneo | ↔ | ↔ | ↗ | ↔ | ↔ | ↗ |
| Marino | ↔ | ↘ | ↔ | ↔ | ↘ | ↘ |
| Montaña alpina | ↘ | ↔ | ↔ | ↘ | ↔ | ↘ |
| Bosque atlántico | ↔ | ↔ | ↗ | ↔ | ↗ | ↔ |
| Acuíferos | ↘ | ↘ | ↔ | ↘ | ↘ | ↘ |
| Montaña mediterránea | ↘ | ↔ | ↘ | ↘ | ↔ | ↘ |
| Agroecosistemas | ↗ | ↔ | ↔ | ↗ | ↘ | ↗ |
| Urbano | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | ↘ | |
| Árido | ↔ | ↘ | ↔ | ↔ | ↘ | ↘ |

Tabla 1: Evaluación de la importancia para la sociedad española y de la tendencia de los servicios relacionados con la mejora de la calidad del agua y la reducción del impacto de las catástrofes prestados por los tipos operativos de ecosistemas o biomas considerados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (Montes et al. 2014).

Necesidad de un enfoque holístico en la mejora de servicios de regulación

Mejorar funciones y servicios ecosistémicos es tarea expresa de las SbN (Cohen-Shacham *et al.* 2016), tras evaluar efectos de cambios ecosistémicos en el bienestar humano y adoptar actuaciones con base científica para mejorar conservación y uso sostenible, y su contribución al bienestar humano (Borja *et al.* 2012).

Las funciones ecosistémicas consideradas corresponden a servicios de regulación de calidad del agua, perturbaciones naturales, clima, cantidad de agua, desertificación, y el control biológico (Tabla 1), que están empeorando en los cuatro biomas más importantes para la sociedad española (insular, costero, ríos y humedales), comparados con los restantes 10 biomas que los desempeñan en España, excepto el urbano (menos importante al respecto).

Es cierto que estos servicios no cotizan en bolsa, ni se cuantifican bien sus equivalentes económicos y capital, pero la economía global colapsaría sin ellos, así que su valor económico es infinito. Por ejemplo, la Tabla 2 presenta datos de tasa de cambio del valor económico que corresponde a cambios en servicios prestados por humedales y llanuras de inundación. Muy significativa, en un país mediterráneo como España, donde las sequías son fenómenos naturales frecuentes, es la recarga de agua subterránea como servicio más valioso de humedales y llanuras de inundación, aunque poco estudiado. Casi tan valiosa es la regulación climática por vegas y tablas, seguida de la amortiguación de inundaciones por lagunas. Esto último parece sorprendente, pero el modelado hidrológico de cuencas con pequeños humedales territorial-

mente dispersos muestra que son capaces de reducir un 10-23 % de picos de inundaciones (humedales algo profundos), o un 5-9 %, (humedales someros) (U.S.A.C.E. 1994).

Es muy relevante que la suma del 'valor marginal' de los servicios de recarga de agua subterránea y amortiguación de avenidas solamente de los humedales manchegos, por ejemplo, suponía 55,8 millones de euros en 1997, que equivalía al 8.5 % del presupuesto del estatal para regular las aguas en toda España (Florín 2001). Igualmente, la amortiguación de inundaciones por humedales de la Mancha Húmeda (13,5 millones de euros) hubiera ahorrado el 6.4 % de las pérdidas económicas por inundaciones en España (Florín 2001).

Casi la mitad de su valor marginal de reciclaje de nutrientes y reducción de contaminación difusa y puntual de aguas superficiales y subterráneas (3,5 millones de euros/año) corresponde a tablas y vegas en trance de desaparición (Florín 2001). Restaurar humedales estratégicamente situados que sumen apenas el 1 % de la superficie de la cuenca reduciría potencialmente el 50 % de la contaminación por nitratos y herbicidas (Robinson 1995).

Análisis de casos de estudio de buenas y malas prácticas

Estos ejemplos apenas son una muestra de las razones que justifican SbN a problemas de calidad del agua y catástrofes naturales, pero estas iniciativas son poco sistemáticas y conocidas, aunque las avala experiencia de décadas y la política europea valora su resiliencia y su eficiencia con relación al coste (Maestu 2019). Esta autora relaciona 18 ejemplos de SbN que aplicados a 12 aspectos concretos de cuatro retos de gestión (calidad de agua superficial y subterránea, inundaciones y escasez hídrica).

| Función que genera el servicio/ estado de conservación | Grandes tipos de humedales | | |
|---|----------------------------|---------|-----------|
| | Tablas y vegas | Lagunas | Otro tipo |
| Regulación del clima | 33,621 | | 2,272 |
| Amortiguación de inundaciones | 0,138 | 13,312 | 0,006 |
| Recarga de agua subterránea (total) | 35,291 | 5,175 | 1,905 |
| <i>conservadas</i> | 0,349 | 0,138 | |
| <i>alteradas</i> | 10,337 | 2,765 | |
| <i>fuertemente impactadas</i> | 0,781 | 1,232 | 1,232 |
| <i>en trance de desaparición</i> | 16,408 | 0,421 | 0,054 |
| <i>desaparecidas</i> | 7,422 | 0,625 | 0,619 |
| Reciclaje de nutrientes (total) | 7,705 | 1,623 | 2,092 |
| <i>conservadas</i> | 0,078 | 0,042 | |
| <i>alteradas</i> | 2,254 | 0,865 | |
| <i>fuertemente impactadas</i> | 0,168 | 0,385 | 1,352 |
| <i>en trance de desaparición</i> | 3,582 | 0,132 | 0,060 |
| <i>desaparecidas</i> | 1,623 | 0,138 | 0,679 |
| Control biológico | 2,037 | | 0,150 |

Tabla 2: Valor marginal de bienes y servicios de los humedales de la Reserva de La Biosfera de la Mancha Húmeda, en millones de euros por año (modificada a partir de Florín 2001).



Foto 1. [Azud sobre el río Bullaque](#) (arriba). Una SbN con un presupuesto de 12 000 euros quiso eliminar su eutrofización tomando como referencia un tramo conservado (abajo), pero fue rechazada por el ayuntamiento, que percibía la instalación de una compuerta que integraba el conjunto de medidas como una amenaza a esa infraestructura emblemática para el pueblo. Un

proyecto previo de pretendida restauración fluvial con un coste de 5 millones de euros ni siquiera abordó el problema, a pesar de ser conocido. El estiaje de 2020 secó el tramo y la administración respondió a renovadas quejas populares dragando..., e instalando la compuerta, sin abordar contaminación difusa ni puntual. Fotos: M. Florín

No existen barreras legales, financieras, políticas, culturales, y/o de concienciación; además de leyes y reglamentos

generales, sólo en el ámbito estatal pueden reseñarse al menos las siguientes estrategias, planes y programas:

- [Estrategia Nacional de Restauración de Ríos](#)
- [Plan Estratégico Español para Conservación y Uso Racional de Humedales](#)
- [Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de Conectividad y Restauración Ecológicas](#)
- [Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización](#)
- [Planes de gestión del riesgo de inundación](#)
- [Planes de gestión de sequías](#)
- [Planes y estrategias relacionados con el cambio climático](#)
- [Programa de Acción Nacional contra Desertificación](#)
- [Estrategias y planes de gestión, control y erradicación de especies exóticas](#)



Foto 2. “[Filtro verde](#)” construido en 2016 en Alcázar de San Juan, con un coste de 15 000 euros, para “mejorar” el efluente de la EDAR, cuyo mal funcionamiento en invierno de 2021 llevó a utilizarlo como depósito de emergencia de agua sin depurar o mal depurada, que termino infiltrándose al río Cigüela por problemas en los estribos del azud de salida. La EDAR fue objeto de un proyecto LIFE en 2014, con un coste de 2 102 327 euros, “para tratar aguas residuales urbanas de manera respetuosa con el medio ambiente”. Otro proyecto de

“restauración ambiental” de 2013, por importe de 290 000 euros, abarcaba una zona inundable de entre 60 y 120 has, a pesar de todo, ahora seca, lo que desaprovecha su potencial de autodepuración. Un cuarto proyecto, de 2006, por importe de 1 100 000 euros, tanto en la zona inundable como fuera, pretendía naturalizarlas y mejorar infraestructuras relacionadas. Un proyecto de SbN de 2005, por importe de 20 000, inspiró sendas actuaciones, que no se ejecutaron, en el canal del vertido, y en el humedal propiamente dicho. Foto:R. Gosálvez.

Los problemas son otros; no se prevé alcanzar los objetivos de buen estado ecológico de la Directiva Marco del Agua en la UE en general, a pesar de las grandes inversiones públicas y privadas en el sector del agua. España lleva años en cabeza del ranking de número de expedien-

tes abiertos por la CE por incumplir leyes ambientales (la mayor parte con respecto al alcance de este trabajo).

Solo en el ámbito de restauración de humedales, entre 1991 y 2017 se ejecutaron 74 proyectos en casi todas las

CC.AA., por importe superior a 90 millones de euros, abarcando casi 18 000 has. Muchas iniciativas, bienintencionadas pero fracasadas, quedan en evidencia porque su mercadotecnia presenta como ‘éxito’ excavaciones, islas artificiales, canales, represas, infraestructuras más propias de zonas alpinas, vallados, aguas eutrofizadas, sobrepoblación de algunos organismos, epidemias y pérdida de biodiversidad (Casado *et al.* 1992, Florín y Montes 1999).

Revisar el ‘museo de los horrores’ de malas prácticas de SbN del ámbito de este trabajo sería instructivo, pero ajeno a su alcance, por lo que abordaremos las buenas prácticas correspondientes y analizaremos casos de estudio representativos.

Para empezar, incluso con la mejor información posible, medios adecuados y excelentes equipos técnicos, no siempre puede predecirse exactamente el progreso de proyectos de SbN; no conviene confiar en ‘gurús’ ni recetas mágicas.

El reto social que suponen las SbN exige asumir que su éxito no depende sólo de su nivel científico-técnico, sino también de su capacidad crítica y analítica, debiendo innovar en gestión proyectual y tomar decisiones en contextos socioculturales determinados (Foto 1) mediante ‘análisis de controversias sociotecnológicas’, aunque inculcar esta cultura profesional en especialistas del ámbito se reduce en España a un único centro, hasta ahora (González y Florín 2017).

Además, calidad y cantidad del agua, tanto por exceso como por defecto, plantean problemas crecientemente complejos e insolubles mediante tecnología (Mitsch 1993), que a menudo rehabilita funciones ecosistémicas específicas, pero sólo para descubrir que la solución planteada genera problemas iguales o peores (Foto 2).

No confiar solo en la tecnología excluye abandonarnos al azar en mejora de calidad del agua y reducción de impacto de catástrofes naturales. La prueba de fuego de las SbN es la ingeniería ecológica. Lo mejor para entender un sistema (coches, relojes o ecosistemas), es intentar reconstruirlos, repararlos y ajustarlos hasta que funcionen. No se trata de ensayo y error, sino de aplicar el método científico, combinando tres enfoques previos a diseñar SbN: i) modelización ecológica cuantitativa (Sánchez *et al.* 2019), dinámica en el tiempo, modulable en el paisaje (aguas arriba-aguas abajo, llanura de inundación-ribera-zona inundada, etc.), entre compartimentos (agua superficial-medio hiporreico-agua subterránea, plantas vivas-materia orgánica muerta-sustancias disueltas y en suspensión, etc.), y a través de niveles de organización y redes tróficas (nitrato-fosfato, descomponedores-productores primarios-herbívoros-predadores, etc.), ii) ex-

perimentos de laboratorio, microcosmos y mesocosmos (Foto 3), y iii) seguimiento de campo previo, durante y después de la SbN (Sánchez *et al.* 2016), que debe diseñarse como un estudio científico para recopilar información y comprender cómo funcionan los ecosistemas, de cara a mejorar el conocimiento y contrastar hipótesis, además de encuadrarse de manera estricta dentro de una gestión adaptativa. Tendrá doble valor cuando es urgente actuar y/o no existen suficientes datos.

Menos aplicando principios científicos, diseñar SbN es muy distinto de la ingeniería hidráulica o ambiental (Mitsch 1993). Las soluciones de ingeniería ambiental, por ejemplo, a la contaminación del agua, implican operaciones de empleo intensivo de energía y recursos, como decantadores, desodorizantes, filtros o precipitadores químicos, entre otros. Por su parte, la ingeniería hidráulica afronta problemas de inundaciones o sequías con movimientos de tierras, excavaciones, hormigonado o escollera, rectificación de cauces, dragado, canalización, construcción de azudes y presas, trasvases, bombeos, etc. Sin embargo, las SbN sólo comparten con ellas diseño o gestión de los mismos problemas usando enfoques cuantitativos y apoyándose en ciencia básica; son ‘tecnologías’ cuya principal herramienta son ecosistemas que se autodiseñan, y sus componentes son todas las especies de organismos autóctonas del entorno.

La capacidad de autodiseño de los ecosistemas requiere que una SbN facilite la sucesión ecológica en respuesta a cambios ambientales (unas especies sustituyen a otras, las redes tróficas se reorganizan, cada población se autorregula) y que, en definitiva, emerja un nuevo sistema, bien aclimatado al ambiente sobreimpuesto (Mitsch 1993). Nuestra contribución al diseño del ecosistema es proporcionar opciones iniciales de especies que deben estar presentes, así como condiciones físicas de partida (régimen de fluctuaciones del caudal, nivel y tasa de renovación del agua, morfometría, tipo de sustrato, etc.), deducidas de modelización, experimentación y seguimiento; la naturaleza hará el resto.

Una vez diseñada y construida o puesta en marcha una SbN, el ecosistema debe mantenerse indefinidamente autoorganizándose, con poca manipulación antrópica (Mitsch 1993). Deberán primar la energía solar captada por las plantas y productos de esta, o la del ciclo hidrológico, siempre por encima de la cantidad de energía exógena de una solución ingenieril convencional al mismo problema (Foto 4).

Si el ecosistema no se mantiene a sí mismo con los parámetros iniciales de diseño, no significa que el ecosistema haya fracasado, sino que hemos facilitado la interfase adecuada entre ecosistema y entorno, o que el diseño de partida no permite procesos naturales clave (sucesión ecológica, competencia, etc.) (Mitsch 1993).



Foto 3. Experimentación con mesocosmos previa a SbN. a) [Embalse de Gasset](#) (Ciudad Real), fuente de agua potable, que registró un raro bloom invernal de *Aphanizomenon flos-aquae*, potencialmente productora de cianotoxinas excluidas de los protocolos de análisis habituales. b) Restauración de tapetes mi-

crobianos en la [Laguna de Alcahozo](#) (Pedro Muñoz), enterradas bajo una capa de entre 5 y 10 cm de sedimento tras la pérdida de suelo por fuertes lluvias durante cambios de usos del suelo. Fotos: J.P. Falomir (arriba), C. Laguna (abajo).



Foto 4. [Laguna de Navaseca](#) (Daimiell). Cubeta natural que recibe aguas residuales depuradas o sin depurar, ocasionando brotes de botulismo aviar, infiltraciones de agua contaminada hacia el Parque Nacional, e inundación de terrenos particulares. Varias actuaciones no han abordado el problema de fondo: construcción de “estanque” de tormentas en 2013 (51 670 euros), adquisición de terrenos privados (a la derecha

en la primera foto), en 2014 (300 000 euros), acondicionamiento para uso público y construcción de balsa de tormentas en 2015 (433 000 euros), renovación de EDAR y creación de senda botánica en 2020 (117 500 euros), además de una derivación para vertidos ilegales. En 2007 se modelizó y diseñó una SbN que iba a ser financiada por el abortado Plan Nacional de Reutilización de Aguas de 2010. Fotos: R. Gosálvez.

Cualquier proyecto de SbN debe respetar las restricciones y peculiaridades climáticas; en España, las mediterráneas, con todas sus variaciones. Es esencial en la naturaleza mediterránea el particular ritmo resultante de la oposición en fase entre temperatura y precipitación, es decir, los menores aportes de agua coinciden en el periodo de máxima evaporación y demanda. Esta tendencia general varía mucho en el espacio (influencia atlántica, continental, semiárida...), porque las cuencas hidrográficas mediterráneas son relativamente peque-

ñas y tienen un relieve accidentado, debido a la distribución de las zonas de clima mediterráneo en estrechas franjas de ciertas fachadas marítimas de los continentes. Además, el clima mediterráneo se caracteriza por la distribución irregular de las precipitaciones a lo largo del tiempo. Por consiguiente, la principal propiedad de los humedales y llanuras de inundación mediterráneas es la variación anual e interanual del nivel de agua, con una alternancia drástica e impredecible de periodos de inundación y desecación.



Foto 5. [Filtro de macrófitas flotantes](#) de Cabezarados, parte cinco EDAR con un coste conjunto de 4 181 660 euros. Se evidencia la inactividad invernal de la parte emergente de las plantas, por el clima mediterráneo continental con un periodo de heladas, despreciando la capacidad de autodepuración de redes tróficas plenamente funcionales en esta estación. Foto: R. Gosálvez.

Ignorarlo en proyectos de SbN equivale a partir con varios hándicaps (Foto 5), ya que el régimen mediterráneo de temperaturas es subóptimo incluso en estaciones desfavorables, la desecación estival es una aliada en reciclaje y mineralización de nutrientes, y la ubicación de la Península Ibérica en una encrucijada biogeográfica proporciona gran diversidad de

grupos funcionales adaptados al clima. No existe nada semejante al “pecado original” hidrológico o climático de la naturaleza mediterránea que lamentaban pesados mamotretos en papel donde antaño se registraba incendios y aforos de caudales (Foto 6).

Para terminar, junto a la variabilidad climática es necesario que las SbN tengan suficiente resolución espacial para recoger la heterogeneidad ecosistémica. Con ese propósito disponemos nada menos que de las herramientas de las ‘condiciones de referencia’ y las ‘masas de agua de referencia’ de la Directiva Marco del Agua de la UE, inspiradas en la ‘evaluación funcional’ de humedales, vegas y llanuras de inundación (Maltby 2009).



Foto 6. [Llanura de inundación del Guadiana](#). Estos sistemas mantienen su funcionalidad en periodos húmedos (foto superior) o en periodos secos (foto inferior). Su canalización reduciría la autodepuración del agua y aceleraría el flujo de agua lo suficiente para re-

ducir en su acuífero aluvial el equivalente de un 10% adicional de los aportes anuales, cuando el Plan Hidrológico de Cuenca establece un recorte precisamente del mismo porcentaje en las dotaciones para riego en épocas de emergencia por sequía. Fotos: M. Florín.

La utilidad de la evaluación funcional para las SbN es múltiple. Por una parte, permite valorar sitios y tramos globalmente, averiguar su nivel de desempeño de las funciones que les son propias según la clase a la que pertenezca. Así pueden analizarse alternativas comparativamente. Además, es posible evaluar funciones aisladas que sirvan, por ejemplo, para identificar objetos concretos de restauración. También puede usarse el procedimiento para simular respuestas de sitios y tramos evaluados a distintas combinaciones de valores de los indicadores utilizados, prediciendo respuestas del ecosistema a varias actuaciones de restauración que impliquen cambios en dichos indicadores.

El procedimiento puede realizarse por personal no especializado, que puede limitarse a medir los indicadores, almacenar los datos en un sistema experto creado al efecto y leer el diagnóstico de este. La base científica de partida admite diferentes niveles de conocimiento, desde información puramente cualitativa sobre funciones poco conocidas (por ejemplo, un humedal cumple o no cierta función), semicuantitativa, o cuantitativa (por ejemplo, masa de carbono fotosintetizado por año y hectárea). Esta evaluación función a función permite i) mejorar continuamente el procedimiento a medida que se disponga de mejor información, y ii) interaccionar con el proceso de restauración, de manera que el sistema es capaz de ‘aprender’ de los resultados de las actuaciones emprendidas.

Corolario

Consecuencia directa del análisis de buenas y malas prácticas aplicadas a los casos de estudio seleccionados es que las SbN deben dar ejemplo de ética de la conservación: es contraproducente despreciar cualquiera de las partes de un ecosistema.

Por ejemplo, cuando se reconocen los servicios de amortiguación de crecidas y de mejora de la calidad del agua a través de proyectos experimentales de ingeniería ecológica y observación, los esfuerzos de protección de ecosistemas acuáticos tienen mayor grado de aceptación y hasta entusiasmo, de los que han tenido nunca, incluso más que la percepción tradicional de sus valores como hábitats de peces y otros organismos. Dicho llanamente: reconocer

los valores de los ecosistemas redundará en su conservación, o sólo se protege lo que se conoce.

Los procesos hidrogeomorfológicos son claves del funcionamiento de SbN para mejorar calidad del agua y reducir catástrofes naturales, pues los perfiles de funcionamiento ecológico se asocian a clases hidrogeomorfológicas. A continuación, deben identificarse sitios o tramos de referencia representativos de los distintos perfiles de funcionamiento, entre los mejor conservados. Finalmente, la fase de valoración permitirá comparar sitios y tramos donde se pretende actuar con los de referencia, lo que servirá para priorizar actuaciones.

Agradecimientos

Difusión de resultados de los proyectos ‘Factores clave y efectos del estado de conservación y usos en la cuenca sobre balances de C y capacidad de mitigación del cambio climático en tipos principales de humedales mediterráneos: aproximación funcional, ClimaWet-Cons’ (referencia PID2019-104742RB-I00) y ‘Diseño de una metodología para incrementar la resiliencia ante inundaciones compatible con la mejora del estado de las masas de agua y la gestión sostenible de los recursos, DRAINAGE’ (referencia CGL2017-83546-C3-1-R B), financiados por el Ministerio de Ciencia e Innovación.



Referencias

- Borja, C.; Camacho, A., Florín, M. 2012. [Lagos y humedales en la evaluación de los ecosistemas del milenio en España](#). *Ambienta* 98:82-90.
- Maltby, E. (ed). 2009. [Functional Assessment of Wetlands. Towards Evaluation of Ecosystem Services](#). CRC Press.
- Casado, S.; Florín, M.; Montes, C. 1992. [La falsa restauración de humedales](#). *Quercus* 77:16-18.
- Cohen-Shacham, E.; Walters, G.; Janzen, C. y Maginnis, S. (eds). 2016. [Nature-based solutions to address global societal challenges](#), IUCN.
- Florín, M.; Montes, C. 1999. [Functional analysis and restoration of Mediterranean lagunas in the Mancha Húmeda Biosphere Reserve \(Central Spain\)](#). *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Sciences* 9(1):97-109.
- Florín, M. 2001. [La Mancha Húmeda: Valores ecológicos y problemática conservacionista](#), pp. 55-79 en García, E. (ed.) *Ecología y conservación de la Mancha Húmeda*. Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos.
- González, A.; Florín, M. 2017. [Análisis de las controversias socio-tecnológicas en la enseñanza de la ingeniería: puentes de articulación entre tecnología y sociedad](#), pp. 179-180 en: Sanz, A.M.; Pérez, C.; López, M. (eds.) [Experiencias de Innovación Docente en Enseñanza Superior de Castilla-La Mancha](#). Servicio de Publicaciones, Universidad de Castilla-La Mancha.
- Maestu, J. (org.) 2019. [Informe de la jornada 'Soluciones Basadas en la Naturaleza para la gestión del agua en España. Retos y oportunidades'](#). Ministerio para la Transición Ecológica.
- Mitsch, W.J. 1993. [Ecological engineering: a cooperative role with the planetary life-support system](#). *Environmental Sciences and Technology* 27(3):438-445.
- Robinson, A. 1995. [Small and seasonal does not mean insignificant: Why it's worth standing up or tiny and temporary wetlands](#). *Journal of Soil and Water Conservation* 50(6):586-590.
- Sánchez, D.; Aragonés, D.G.; Florín, M. 2019. [Effects of flooding regime and meteorological variability on the removal efficiency of treatment wetlands under a Mediterranean climate](#). *Science of the Total Environment* 668:577-591.
- Sánchez, D.; Sánchez, G.; Florín, M. 2016. [Changes in water quality of treated sewage effluents by their receiving environments in Tablas de Daimiel National Park, Spain](#). *Environmental Science and Pollution Research* 23(7):6082-6090.
- Schueler, T. 1987. [Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs](#). Metropolitan Washington Council of Governments, Washington D.C.
- U.S.A.C.E. 1994. [Sharing the challenge: floodplain management into the 21st century](#). Report of the Interagency Floodplain Management Review Committee to the Administration Floodplain Management Task Force. Florín



Foto: A. Moreno. CENEAM. O.A. Parques Nacionales