

V UNIVERSIDAD DE VERANO ARAS DE LOS OLMOS
CIENCIA Y DESARROLLO RURAL

GESTIÓN Y PATRIMONIO HÍDRICO PARA UN DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE

V UNIVERSIDAD DE VERANO ARAS DE LOS OLMOS
CIENCIA Y DESARROLLO RURAL

**GESTIÓN Y PATRIMONIO HÍDRICO
PARA UN DESARROLLO RURAL
SOSTENIBLE**

EDITA:

Universitat de València
Vicerrectorado de Cultura
y Sociedad

FINANCIA:

Diputación de Valencia

COLABORA:

Ayuntamiento de Aras de los Olmos

COORDINADORES:

Joaquín Martín Cubas
Universitat de València

Jorge Hermosilla Pla
Universitat de València

Francesc Hernández Sancho
Universitat de València

AUTORES:

Lledó Castellet-Viciano
Vicent Hernández-Chover
Francesc Hernández-Sancho
Mutaz Alajami
Antonio Collado Izquierdo

Juan Valero de Palma Manglano

Carmen Hernández Crespo

Miguel Martín Monerris

Emilio Iranzo-García

Sandra Mayordomo Maya

Luis Pablo Martínez-Sanmartín

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:

Tereza Valcikova

IMPRIME:

ULZAMA DIGITAL, SL

ISBN Papel: 978-84-9133-800-0

ISBN PDF: 978-84-9133-801-7

DOI: <https://doi.org/10.7203/PUV-OA-9788491338017>

DL: V-2441-2025

© de esta edición:

Universitat de València, 2025

© de los textos: los autores.

© de las imágenes: los propietarios.

Sumario

Presentación	5
ESTER ALBA, MARÍA DOLORES PITARCH, JOAQUÍN MARTÍN CUBAS, JORGE HERMOSILLA PLA Y FRANCESC HERNÁNDEZ SANCHO	
1. Los beneficios sociales y ambientales de una gestión sostenible del agua	9
LLEDÓ CASTELLET-VICIANO, VICENT HERNÁNDEZ-CHOVER Y FRANCESC HERNÁNDEZ-SANCHO	
2. La gestión local del agua: el caso de Aras de los Olmos	25
MUTAZ ALAJAMI	
3. Innovación aplicada a la gestión del agua: el control del estado de los acuíferos y el aprovechamiento de la información compartida	57
ANTONIO COLLADO IZQUIERDO	
4. La respuesta a los retos del agua en la agricultura: entre la tradición y la sostenibilidad del recurso	83
JUAN VALERO DE PALMA MANGLANO	
5. Sistemas naturales de depuración: una garantía de calidad y sostenibilidad	111
CARMEN HERNÁNDEZ CRESPO Y MIGUEL MARTÍN MONERRIS	
6. El reto de la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de reutilización del agua	135
VICENT HERNÁNDEZ-CHOVER, LLEDÓ CASTELLET-VICIANO Y FRANCESC HERNÁNDEZ-SANCHO	
7. Consideraciones sobre los paisajes fluviales. El caso del río Turia	147
EMILIO IRANZO-GARCÍA	
8. Sistema de evaluación del patrimonio del agua	167
SANDRA MAYORDOMO MAYA	
9. La patrimonialización de las acequias valencianas: hacia el reconocimiento de los valores culturales y naturales y de los servicios socioambientales de los agrosistemas de regadío	199
LUIS PABLO MARTÍNEZ-SANMARTÍN	

Presentación

Ester Alba Pagán

María Dolores Pitarch

Joaquín Martín Cubas

Jorge Hermosilla Pla

Francesc Hernández Sancho

La transferencia del conocimiento generado por los investigadores e investigadoras de la Universitat de València es uno de los propósitos y ámbitos de actuación fundamentales del *Vicerrectorado de Cultura y Sociedad*. Por esta razón, hemos de congratularnos de la publicación de las ponencias que se defendieron en la V edición de la *Universidad de Verano de Aras de los Olmos* (UVAO), celebrada en el verano de 2022. Como ya ocurrió con la I edición en 2018, *Innovación e Inteligencia Artificial al servicio del Desarrollo Rural*; con la II edición de 2019, *Astronomía al servicio del Desarrollo Rural*; con la III edición en 2020 *Ciencia Abierta la Ciudadanía y desarrollo rural* y con la IV edición *Botánica y desarrollo rural*, esta nueva iniciativa en 2022, *Gestión y patrimonio hídrico para un desarrollo rural sostenible* renueva el compromiso de una fluida colaboración entre la Universitat, el Ayuntamiento de Aras de los Olmos y la Diputación de Valencia, junto el apoyo financiero de Caixa Popular, para el logro de tales fines.

Vivimos en un mundo digital, interconectado y globalizado en el que la ciencia, día tras día, abre nuevos caminos hacia el futuro. En ese marco, la Universitat de València, fiel a sus valores humanistas y universales, quiere ser incubadora de conocimientos y punto de encuentro con nuestros pueblos de montaña y de interior, altavoz de la riqueza y la potencialidad que éstos atesoran para construir conjuntamente y desde el territorio un desarrollo sostenible.

Aras de los Olmos, un pequeño pueblo de la Serranía valenciana, es un referente de esos nuevos procesos a nivel nacional e internacional. En un permanente diálogo con la ciencia y el conocimiento, ha sabido poner en valor gran parte de sus recursos materiales y humanos al servicio del progreso y del bienestar de las personas. Entre otros logros, y fruto de su impronta innovadora, lleva camino de convertirse en el primer municipio autoabastecido de energías renovables en España durante los trescientos sesenta y cinco días del año. Pero su energía y dinamismo abarca muchos más ámbitos y dimensiones en su decidida voluntad de caminar por la senda del conocimiento para alcanzar su desarrollo.

En la cuna del *Losillasaurus*, el dinosaurio de mayores dimensiones de la Comunitat Valenciana, disfrutando de la riqueza de la vida en el *Jardín Etnobotánico de Plantas medicinales y útiles* y con la vista puesta en las estrellas gracias a sus Observatorios Astronómicos y el Planetario

Los Ojos de Hipatia, esta V edición de la Universidad de Verano Ciencia y Desarrollo Rural pretende subrayar precisamente la conexión entre estos municipios rurales del interior montañoso de la Comunitat Valenciana y el conjunto de la sociedad a través de la práctica de una ciencia abierta a la ciudadanía centrada, en este caso, en el estudio de la *Gestión y el Patrimonio Hídrico* y su proyección en el desarrollo de los territorios.

La presente obra, al tiempo que pone en valor un patrimonio de una riqueza intangible e inconmensurable, también evidencia la potencialidad y versatilidad de distintas áreas de conocimiento científico como fuente de desarrollo para estos territorios.

El agua es alimento básico en todos los ecosistemas, da alimento a plantas y animales y nos constituye como seres humanos. El agua también es paisaje. Define nuestros hábitats con sus variados contornos naturales y artificiales, generando espacios de alto valor estético, con los que nos identificamos y que moldean nuestra identidad cultural. El agua es un verdadero patrimonio de la humanidad que hemos de saber conservar y dejar en herencia a las próximas generaciones. Pero el agua para el consumo humano no es infinita. De toda la que hay en la Tierra, sólo el 2,59% es dulce. Es un bien sumamente escaso, especialmente en territorios semiáridos, como los nuestros, que sufren los embates del cambio climático. Resulta imprescindible adecuar nuestra forma de vida y los usos que de ella hacemos para producir riqueza, poniendo en marcha políticas públicas y consumos responsables que cuiden y aprovechen el agua de forma sostenible.

Especialistas en gestión del agua y en patrimonio hidráulico provenientes de diferentes áreas de conocimiento —ingenieros hidráulicos, geógrafos, ingenieros agrónomos, economistas, juristas, ...— y diferentes ámbitos profesionales —universidad, cargos públicos, regantes, paisajistas, especialistas en consumo, técnicos hidráulicos, ...—, ofreciendo visiones distintas para realizar propuestas múltiples sobre la gestión del agua y nuestro patrimonio hidráulico, nos permiten con sus magníficas y meditadas colaboraciones sumergirnos en un mundo de posibilidades y oportunidades para el desarrollo sostenible de nuestros territorios.

Queremos como en anteriores ocasiones y, nunca será suficiente, mostrar aquí nuestro reconocimiento a todos y todas los que contribuyeron a la realización de aquellas jornadas de éxito los días 6 y 7 de julio de

2022 —especialmente el Ayuntamiento de Aras de los Olmos, la Fundación El Olmo, la Diputación de Valencia, el Instituto interuniversitario de Desarrollo Local de la Universitat de València, Caixa Popular, el Museo de Historia Natural de la Universitat de València y Ateneu Natura— y a la publicación, ahora, de las ideas que allí se defendieron. Unas y otra, jornadas y publicación, no pretenden otra cosa que ofrecer, desde el diálogo franco entre los saberes populares y el saber científico, nuevas oportunidades para la mejora de su vida a las generaciones presentes y futuras.

ESTER ALBA PAGÁN
Vicerrectora de Cultura y Sociedad
Universitat de València

MARÍA DOLORES PITARCH GARRIDO
Directora Programa Universitat-Societat
Universitat de València

JOAQUÍN MARTÍN CUBAS
Coordinador general de la UVAO
Universitat de València

JORGE HERMOSILLA PLA
Codirector de la V edición de la UVAO
Universitat de València

FRANCESC HERNÁNDEZ SANCHO
Codirector de la V edición de la UVAO
Universitat de València

01

Los beneficios sociales y ambientales de una gestión sostenible del agua

Lledó Castellet-Viciano
Vicent Hernández-Chover
Francesc Hernández-Sancho

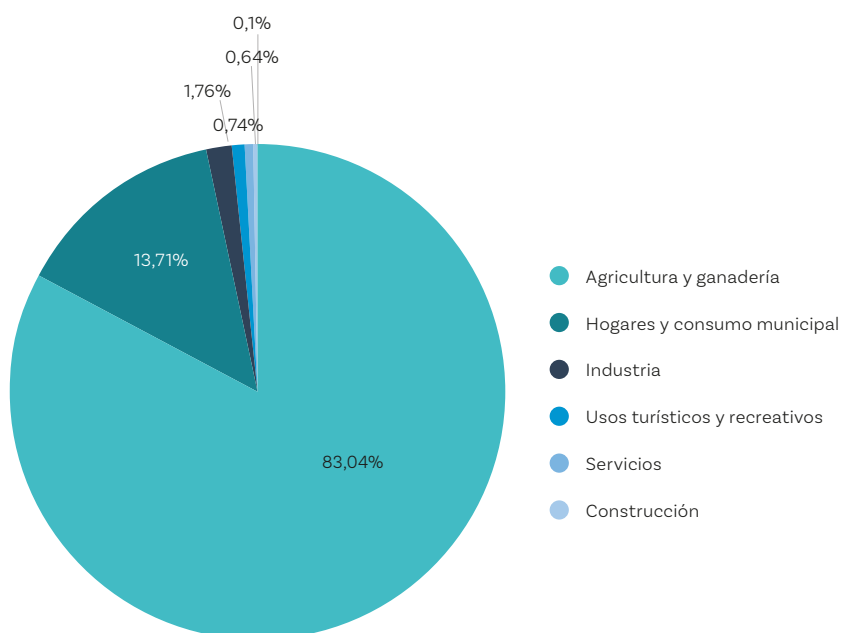
1. Estado de los recursos hídricos

El agua es el compuesto más abundante en nuestro planeta y posee unas propiedades que lo hacen único y esencial para el mantenimiento de los ecosistemas y la reproducción de la vida en el planeta. La Tierra está formada por aproximadamente un 80% de agua, de la cual el 97% es agua salada que se encuentra en los océanos, y el 3% restante es agua dulce que podemos encontrar congelada en los casquetes polares y los glaciares, y en estado líquido en acuíferos, lagos, embalses e incluso en estado gaseoso en la atmósfera. Es, por lo tanto, el único elemento que podemos encontrar en los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Por lo que se refiere a los organismos vivos, la mayor parte de ellos están constituidos por al menos un 80% de agua, la cual interviene en la mayor parte de sus procesos metabólicos, siendo esencial para la vida.

Pero además de ser un recurso básico para la vida y el medio ambiente, el agua es esencial para el desarrollo social y económico. Los recursos hídricos son el principal motor económico, ya que todos los sectores dependen de ellos directa o indirectamente, constituyendo uno de los principales componentes estratégicos de las economías del planeta.

Según datos del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, el consumo de agua en nuestro país es de aproximadamente 32.000 hm³/año. El principal demandante es el sector agrario que utiliza el 83,04% del total. A este uso le siguen el consumo doméstico y municipal, el cual representa el 13,71%. Y, finalmente, el 3,25% restante se distribuye entre los siguientes sectores: industrial (1,76%), usos turísticos y recreativos (0,74%), servicios (0,64%), y construcción (0,10%).

Figura 1. Consumos de agua en España por sectores según datos del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico



Pese a ser el compuesto más abundante en el planeta solo un 1% se encuentra disponible para su aprovechamiento. A pesar de los continuos esfuerzos en implementar sistemas y políticas que promuevan un consumo de agua más eficiente, el continuo crecimiento de la población ha ido incrementando la demanda de este recurso tan limitado, volviéndose cada vez más escaso. Ya son muchos los países que deben hacer frente a esta situación de escasez imponiendo restricciones en su uso. Por ejemplo, según datos del Instituto Portugués del Mar y de la Atmósfera, un 98% del territorio de nuestro país vecino, se encuentra en un estado de sequía extrema o severa, con algunos de sus embalses a un nivel inferior al 20%. En Italia, en la ciudad de Verona, se ha prohibido el uso de agua para regar jardines, campos deportivos, y llenar piscinas hasta el 31 de agosto de 2022. En España la situación no es muy diferente, los embalses apenas alcanzan el 35% de su capacidad.

Debido a los efectos del cambio climático, se están produciendo variaciones espaciales y temporales en la dinámica del ciclo del agua, como resultado, algunos cursos de agua se han secado o se están secando, mientras que el nivel de agua subterránea se ha reducido hasta alcanzar un punto crítico. Según datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en los últimos 50 años, la precipitación media anual en España ha ido decreciendo paulatinamente, a la vez que se ha experimentado un incremento de las temperaturas que puede estimarse en 2°C más de media anual, si se compara con el periodo de referencia 1981-2010. Este aumento de las temperaturas está generando un aumento de la evaporación, la evapotranspiración y disminución de la humedad del suelo, que, unido a la reducción de las precipitaciones, incide aún más sobre la disponibilidad de agua.

Pero cuando se habla de escasez de agua debemos hacer referencia a su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad. Cuando utilizamos el agua para los distintos usos domésticos o industriales ésta es devuelta al medio ambiente tras un proceso de depuración con el que se eliminan parte de los contaminantes que contiene el agua residual, fundamentalmente residuos sólidos y materia orgánica, reduciendo así el impacto ambiental que generan. Sin embargo, el agua residual, una vez tratada, aún contiene una serie de sustancias que son perjudiciales para el medio ambiente como son los residuos de detergentes, productos cosméticos y medicamentos. De tal modo que estos residuos junto con el vertido ocasional de aguas residuales urbanas e industriales no tratadas o tratadas incorrectamente, combinada con la escorrentía agrícola, da lugar a uno de los principales problemas medioambientales en la actualidad, que es la contaminación de las masas de agua, y, por lo tanto, se pone en riesgo la disponibilidad de un agua de calidad.

2. Retos para alcanzar una gestión más sostenible del agua

Una gestión del agua más eficiente y sostenible requiere de la acción conjunta de la sociedad desde la perspectiva de los ciudadanos, los diferentes sectores económicos y políticos, con medidas a todos los niveles: local, autonómico, estatal e incluso internacional, ya que el agua está presente en todos los ecosistemas garantizando su equilibrio.

Para potenciar una gestión más eficiente y sostenible del agua es necesario cambiar el actual patrón de producción y consumo. Como ya se

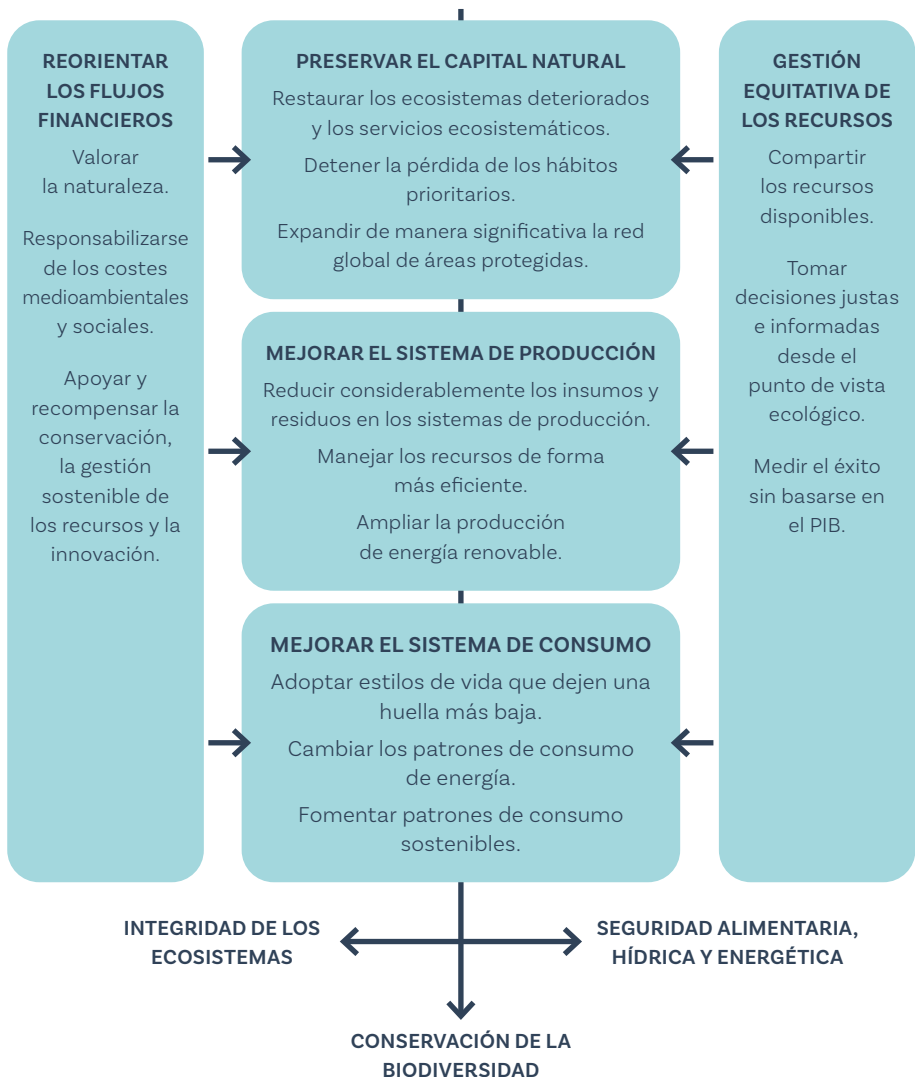
ha comentado previamente, el agua es el principal motor económico y está envuelta en todos o prácticamente todos los procesos productivos de forma directa o indirecta. De tal modo que un proceso productivo más eficiente implica no solo reducir el volumen de agua utilizada directamente en los procesos, sino el de todas las materias primas que intervienen en los mismos. Además de la reducción en el consumo de inputs, es necesario minimizar los residuos generados a lo largo de todo el sistema de producción y utilizar fuentes de energía renovables, lo cual nos permitirá avanzar hacia un sistema de producción mucho más eficiente y sostenible. Por lo que se refiere al sistema de consumo, éste debe ser responsable, priorizando aquellos productos que impliquen una menor huella hídrica y energética. Pero, para garantizar la eficiencia y sostenibilidad de cualquier recurso hay que tener en cuenta cuan necesario es preservar y conservar el capital natural, por lo que la restauración de todos aquellos ecosistemas y servicios ecosistémicos deteriorados se convierte en una prioridad, así como frenar la pérdida de los hábitats que se encuentran en peligro.

Los cambios en el sistema de producción y consumo, y el favorecer la protección y conservación de los ecosistemas debe estar apoyado por una serie de mecanismos financieros que incluyan la valoración de los recursos naturales integrándolos en la toma de decisiones, así como la interiorización del principio de “quien contamina paga”. Este principio es un elemento básico de las políticas ambientales en la Unión Europea mediante el que se pretende establecer un marco de responsabilidad ambiental a través del cual el agente causante de un daño ambiental o social se responsabilice de éstos y sufrague todos los costes asociados a las medidas necesarias para reparar, o prevenir y controlar el percance.

Pero además de instrumentos penalizadores como el anterior, deben de utilizarse instrumentos económicos que apoyen y recompensen aquellos proyectos que garanticen la conservación y la gestión sostenible de los recursos. Y finalmente, si tenemos en cuenta el mundo globalizado en el que vivimos, esta mejora de la eficiencia y sostenibilidad de los recursos solo se puede alcanzar impulsando su distribución equitativa y tomando decisiones justas y conjuntas en las que se consideren no solo aspectos económicos sino también los valores ecológicos. Ello implica complementar el PIB con otro tipo de indicadores para medir el

nivel de riqueza de un país. Sólo de esta forma conseguiremos asegurar la integridad de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y garantizar la seguridad alimentaria, hídrica y energética.

Figura 2. Retos para alcanzar una gestión de los recursos hídricos más sostenible



3. Líneas de actuación

3.1 Transformación del actual modelo económico

El actual sistema económico se rige por un modelo lineal y unidireccional en el que se toman recursos del medio ambiente para ser procesados y pasar a formar parte de diferentes productos que tras ser utilizados son desechados y devueltos al medio ambiente. Este modelo de producción y consumo, basado en “extraer-producir-usar-tirar”, parte de la idea errónea de que los recursos naturales son abundantes e infinitos. Lo cierto es que muchos de los recursos naturales, como el agua, son muy limitados y su disponibilidad se encuentra gravemente amenazada debido a la elevada presión que genera el uso excesivo que se hace de ellos, lo cual pone de manifiesto la insostenibilidad de dicho sistema.

Por lo tanto, ahora más que nunca, es necesario promover el uso racional de los recursos manteniendo los productos y materiales en la economía durante el mayor tiempo posible, reduciendo el consumo de materias primas y la producción de residuos. Este objetivo solo puede ser alcanzado mediante la transformación del actual modelo económico lineal en uno circular, a través del cual se pone en valor los residuos producidos en los diferentes procesos de producción mediante su reutilización y reciclaje. Los modelos de economía circular permiten, además, separar el crecimiento económico del consumo de recursos naturales y la degradación ambiental. Su implementación en el ciclo urbano del agua y, en concreto, en el proceso de tratamiento de las aguas residuales ya viene aplicándose desde hace unos años.

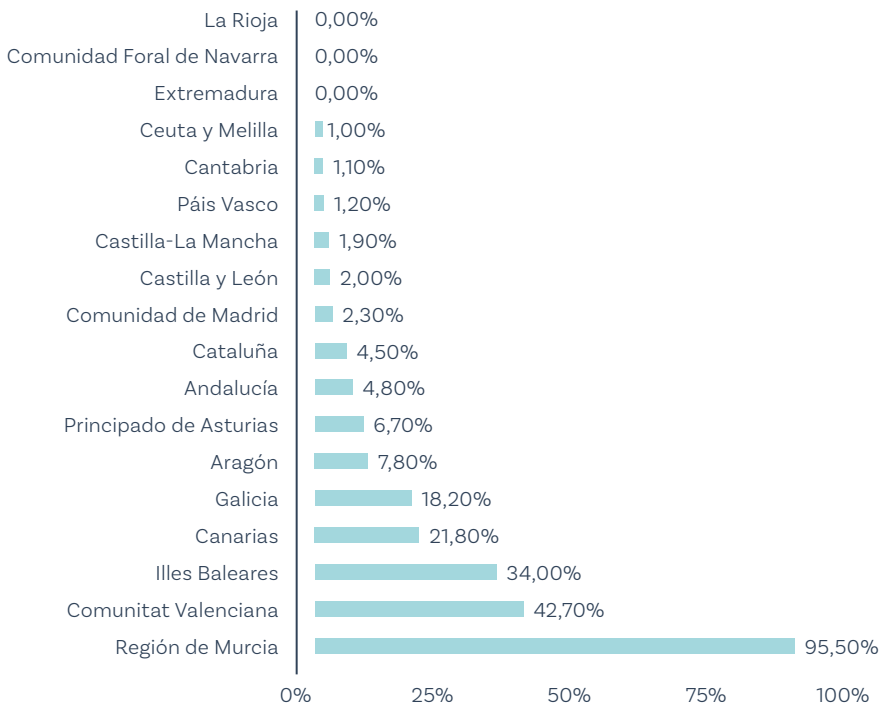
La reutilización de agua en España

La función de las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDARs) siempre se ha limitado al tratamiento de las aguas residuales con el fin de mejorar la higiene y salubridad de las ciudades y minimizar el impacto que pueden generar tras ser devueltas al medio ambiente. Los criterios de calidad que debe cumplir el agua residual urbana quedan establecidos en la Directiva 91/271/CE, de 21 de mayo, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, la cual obliga, desde el año 2005, a todos los núcleos urbanos de más de 2000 habitantes equivalentes a disponer de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Pese a su papel relevante, la sociedad siempre ha mostrado rechazo y repulsión hacia este tipo

de instalaciones y los productos generados en el proceso. Sin embargo, es necesario cambiar esta percepción y entender que la función de las EDARs no solo se limita a cumplir con una necesidad básica de higiene y salubridad, sino que son una fuente potencial de recursos, como el agua.

En España existen más de 2.500 EDARs que tratan aproximadamente 3.375 Hm³ de aguas residuales al año, de las cuales se estima que el volumen de agua reutilizada representa entre el 7% y el 13%, significando que aún existe un gran potencial de aprovechamiento de las aguas residuales. Entre las comunidades autónomas que mayor volumen de agua reutilizan destaca La Región de Murcia, con un 95 % de las aguas residuales urbanas generadas. A ésta le siguen la Comunidad Valenciana con un 42,7 %, y los dos archipiélagos, balear y canario, con un 34,0% y 21,8 %, respectivamente.

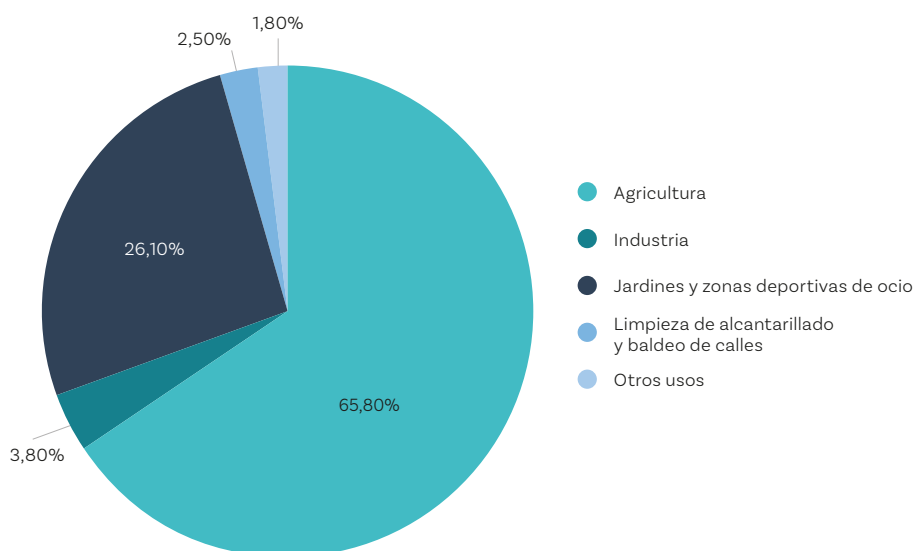
Figura 3. Porcentaje de agua reutilizada en España por comunidades autónomas



Hasta el año 2020 no existía una normativa común europea sobre la calidad del agua reutilizada, pero esta situación cambia con el Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, mediante el cual se establecen los criterios mínimos de calidad del agua según su uso final, así como los protocolos de seguimiento y control del agua y la gestión de riesgos asociados a su uso, con el fin de promover una gestión integrada y segura del agua regenerada. Sin embargo, en España el uso del agua regenerada ha estado regulado por el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, mediante el cual ya se establecían los criterios de calidad del agua para los distintos usos.

Tal y como se puede observar en el gráfico inferior, la mayor parte del agua regenerada en España, un 66%, es utilizada en la agricultura. El segundo uso mayoritario del agua regenerada es el riego de jardines y zonas deportivas de ocio, el cual representa el 24%. Mientras que el 9% restante es destinado al sector industrial, la limpieza del alcantarillado y el baldeo de calles y otros usos.

Figura 4. Volumen de agua regenerada en España por sectores



La reutilización del agua beneficia al sector agrícola de diferentes formas:

- **Reducción del riesgo de suministro:** el sector agrícola depende en gran medida de la disponibilidad de agua, y ante una situación de escasez de recursos hídricos como la actual, las EDARs son una garantía de suministro de agua de calidad.
- **Aporte de nutrientes:** Generalmente las aguas residuales urbanas son ricas en nutrientes, nitrógeno y fósforo, lo cual reduce la necesidad de abonar los campos por parte de los agricultores, suponiendo un importante ahorro económico en la producción de los cultivos.
- **Reduce la presión sobre las masas de agua y la eutrofización:** mediante el uso del agua regenerada se está dando valor a lo que hasta ahora era un residuo, lo cual permite mantener durante más tiempo en el ciclo económico un recurso natural limitado. De esta forma se evita extraer más agua del medio ambiente, reduciendo así la presión sobre las masas de agua. Y, por otro lado, las aguas regeneradas procedentes de las EDARs son ricas en nutrientes, que son muy beneficiosos en la agricultura, pero perjudiciales para el medio ambiente, ya que generan problemas de eutrofización.
- **Beneficio ambiental:** Genera un beneficio ambiental a través de la autoproducción y autosuficiencia energética y valorización de residuos con el enfoque global de neutralidad en carbono.
- **Fuente de ingresos:** Las EDARs son fuentes de recursos no convencionales de un elevado valor económico y ambiental. Ej. Fósforo

Esta reutilización del agua que se hace sobre todo en la agricultura puede ayudar a impulsar la implementación de la economía circular, y potenciar el uso de agua regenerada para muchos otros destinos. Además, las EDARs son una fuente potencial de otros recursos que pueden recuperarse a partir de los lodos producidos en el proceso. Entre los distintos recursos que éstas pueden ofrecer se encuentran los nutrientes, nitrógeno y fósforo, que pueden ser recuperados para la fabricación de fertilizantes, o la materia orgánica del fango para compostaje o producción energética.

3.2 Mejora de la eficiencia de las instalaciones

En los últimos años, los expertos del ciclo urbano del agua han manifestado su preocupación por la pérdida de eficiencia en los procesos

de tratamiento y gestión del agua debido sobre todo al deterioro de las infraestructuras. Según datos de la Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (AEAS), más del 40% de la infraestructura existente de las redes de abastecimiento y saneamiento tiene más de 30 años, por lo que podemos decir que se encuentran al final de su vida útil y deben ser reemplazadas para garantizar el servicio de forma eficiente. Otro aspecto que influye en el estado de las infraestructuras y su funcionamiento es la falta de inversión en un mantenimiento óptimo, lo cual acelera el deterioro de las instalaciones con efectos sobre su funcionamiento y adelantando la fecha de su reposición. El Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico estima que las actuales redes de abastecimiento están perdiendo en torno a un 23% del agua potabilizada.

Para mejorar la situación actual es necesario redefinir las estrategias de mantenimiento llevadas a cabo. Diferentes estudios han demostrado que los planes de mantenimiento deberían basarse en técnicas predictivas, es decir, en anticiparse a los fallos o averías de los equipos o instalaciones. Para ello se necesitan herramientas y técnicas de análisis de datos que permitan detectar anomalías en el proceso y defectos en los equipos que puedan dar como resultado una avería. El mantenimiento predictivo permite optimizar las tareas de mantenimiento, lo cual repercute en una reducción de los costes operativos ya que se reducen el número de averías y el tiempo de inactividad de los equipos, y se mejora la eficiencia de las instalaciones y del proceso en general. Mediante este tipo de mantenimiento se consigue alargar la vida útil de los equipos, reduciendo los costes asociados al reemplazo o renovación de las infraestructuras.

Otro aspecto clave es la mejora de la detección de fugas en las redes con el fin de reducir las pérdidas de agua. Las redes de abastecimiento y saneamiento se encuentran bajo tierra, lo cual hace más complejo la detección de las fugas, ya que requiere de un elevado número de recursos humanos y técnicas costosas. Para facilitar la localización de las fugas se requiere la sectorización de las redes y la monitorización en tiempo real de los caudales que transcurren por cada uno de los sectores en los que se ha dividido la red.

Ante esta situación, la digitalización del sector del agua puede ayudar a alcanzar una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos. La instalación de herramientas de monitorización de las redes y de los

procesos, y el desarrollo de plataformas informáticas de análisis de datos permitirá a los gestores de las diferentes etapas del ciclo urbano del agua disponer de datos e información relevante para una mejora global de la gestión. Este control digital permitirá optimizar los recursos humanos y económicos, reduciendo los costes operacionales de los procesos y garantizando la calidad y la sostenibilidad del servicio.

3.3 Superación de barreras

Nos encontramos en un contexto en el que ni el conocimiento ni la tecnología son factores limitantes para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del actual sistema de gestión de los recursos hídricos. Actualmente, tenemos la información suficiente sobre el estado en el que se encuentran los recursos hídricos y cómo evolucionarán si no actuamos, y también sabemos qué es lo que debemos hacer para cambiar la situación. Además, disponemos del suficiente desarrollo tecnológico para implementar nuevas tecnologías que ayuden a mejorar la eficiencia del ciclo urbano del agua y su sostenibilidad. Sin embargo, son otra serie de obstáculos los que frenan el avance hacia un sistema de gestión de recursos hídricos más sostenible. A continuación, se enumeran algunas barreras que sería necesario superar con el fin de mejorar el actual sistema de gestión del agua:

- 1. Sociales:** existen ciertos valores culturales, normas, y prácticas sociales muy arraigadas en el estilo de vida de los ciudadanos que son difíciles de sustituir o cambiar. La cultura del usar y tirar que promueve un elevado consumo de recursos y la generación de grandes cantidades de residuos está muy extendida en la actualidad. Además, como consecuencia de la globalización los ciudadanos no son conscientes del gran impacto negativo que este modelo de consumo genera, ya que, por lo general, éstos se producen en puntos geográficos distintos a los del lugar de consumo del producto.
- 2. Informativas:** La información es el motor del cambio, por lo que es necesario dotar a los ciudadanos de toda la información sobre el actual estado de los recursos hídricos y de la necesidad de un cambio con el fin de generar concienciación para llevar a cabo un consumo más responsable de los recursos, en general, y del agua, en particular.
- 3. Políticas:** la integración de las economías mundiales (globalización) ha tenido gran impacto sobre las políticas, instrumentos y decisiones

inversoras en las ciudades, reduciendo el número de actores implicados en la gestión de los recursos e incrementando la dependencia de operadores privados. Esta situación, en ocasiones limita o dificulta la puesta en marcha o la entrada en el mercado de nuevos productos, generalmente recursos no convencionales como puede ser el agua regenerada o energía procedente de fuentes alternativas a las tradicionales. Para implementar estrategias más sostenibles como las que se impulsan en los modelos de economía circular es necesaria una reestructuración económica, política y tecnológica que implica cambiar la política actual demasiado influenciada por el mercado y regida por los beneficios a corto plazo.

4. Legislativas: a nivel europeo se trabaja en el desarrollo de normativas con la finalidad de llevar a cabo una gestión integrada y conjunta de los recursos. Pero para que las directrices establecidas surjan efecto, deben ser adaptadas a la legislación nacional de los distintos países, los cuales, a su vez deben trasladar a la normativa regional y/o local teniendo en cuenta las diferentes administraciones. De tal modo, que una normativa que pretende ser integradora a todos los niveles se convierte en una normativa intersectorial que no permite una gestión transversal de los recursos.

5. Administrativas o institucionales: a nivel español la gestión de los distintos recursos está muy fragmentada y dividida entre las diferentes administraciones con competencias distintas sobre un mismo recurso, dificultando su gestión y la implementación de acciones de reutilización, reciclaje y recuperación de residuos.

6. Económicas y financieras: Actualmente los productos recuperados a través del reciclaje y la reutilización tienen un escaso aprovechamiento ya que no cuentan con un valor de mercado reconocido. De hecho, habría que recordar que el precio que se paga por el agua convencional es habitualmente bajo dado que no recoge el propio valor del recurso ni su disponibilidad limitada.

3.4 Incorporación del coste de la no acción

Cuando se valora la viabilidad de la implementación de proyectos destinados a mejorar la sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos es necesario considerar como alternativa la no-acción, es decir, analizar

los posibles costes derivados de la no implementación de los proyectos. Generalmente, tendemos a valorar los aspectos positivos y los costes que tiene la ejecución de un proyecto o medida, pero pocas o raras veces nos planteamos que el no implementarlo puede tener también repercusiones negativas. Por ejemplo, el hecho de no llevar a cabo proyectos de reutilización de agua pone en riesgo el poder afrontar las necesidades hídricas, con sus consiguientes implicaciones sociales y ambientales, además de provocar la sobreexplotación de los acuíferos y la reducción del volumen de agua disponible de fuentes superficiales. Otra consecuencia sería la disminución de la calidad de las masas de agua y su influencia negativa sobre el conjunto de los ecosistemas.

Por lo tanto, la incorporación de los costes de la no acción en los procesos para la toma de decisiones resulta esencial para justificar políticas de inversión adecuadas que garanticen la sostenibilidad de la gestión de los recursos hídricos. Al tratarse de costes sociales y ambientales que no tienen valor reconocido por el mercado se requiere el uso de instrumentos de valoración económica que permitan su adecuada cuantificación.

4. Conclusiones

Una gestión más eficiente y sostenible del agua junto con la disponibilidad de sistemas de distribución y saneamiento adecuados, permite garantizar el acceso a un suministro de agua seguro y fiable, mejorando la calidad de vida de las personas, asegurando el desarrollo económico y creando puestos de trabajo y una mayor inclusión social.

Los modelos de economía circular y de reutilización de agua se presentan como una oportunidad para llevar a cabo una gestión más eficiente y sostenible del agua, haciendo frente a la escasez del recurso. Tal y como se ha podido observar a partir de los datos ofrecidos en el apartado sobre la Reutilización del agua en España, hasta ahora el uso del agua regenerada ha respondido a una necesidad local o regional, ya que las comunidades autónomas que mayor agua reutilizan son las que mayor superficie agrícola tienen, o en el caso de los archipiélagos, la disponibilidad de agua dulce es muy limitada. Pero la gestión eficiente y sostenible del agua, va mucho más allá del nivel local o regional, y al tratarse de un bien público debe ser gestionado de forma conjunta por todos los agentes implicados y a todos los niveles. En este marco, el hecho

de promover el uso del agua regenerada en el marco de una economía circular se convierte en un compromiso necesario para toda la sociedad.

A modo de síntesis, se enumeran las principales ventajas derivadas de la implementación de un modelo de economía circular:

- permite reducir los residuos generados y el consumo de agua en origen,
- desvincula el desarrollo económico de la disponibilidad de materias primas, garantizando su suministro,
- reduce la presión sobre las masas de agua mejorando su conservación y la del resto de ecosistemas,
- ofrece recursos hídricos de calidad, contribuye a la garantía y seguridad de los abastecimientos,
- facilita el desarrollo de nuevos modelos de negocio.

Para que estos beneficios sean una realidad es necesario establecer procedimientos institucionales que promuevan la reutilización del agua entre todas las partes implicadas y para todos los usos posibles, así como tener en cuenta el valor de mercado del agua regenerada mediante el desarrollo de estructuras tarifarias e instrumentos financieros apropiados para garantizar la viabilidad del modelo. Además, hay que tener presente que el no implementar un modelo de gestión de recursos hídricos eficiente y sostenible tendrá unas consecuencias muy negativas y seguramente de carácter irreversible para el conjunto de la sociedad.

02

La gestión local del agua: el caso de Aras de los Olmos

Mutaz Alajami

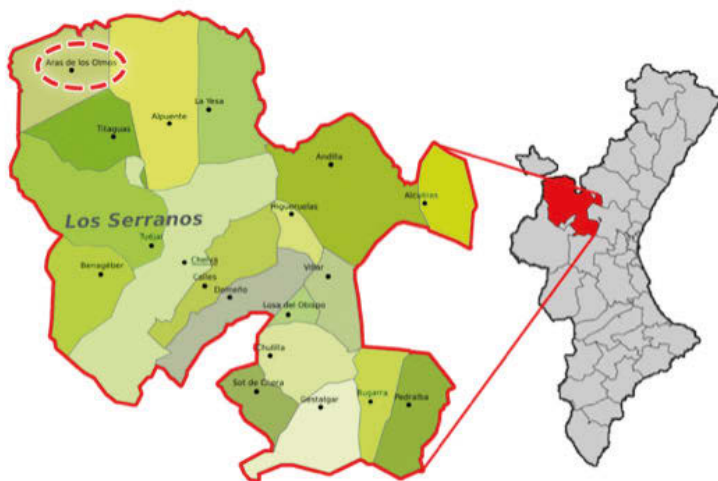
*Técnico Hidráulico
Ayuntamiento de Aras de los Olmos*

1. Introducción

Aras de los Olmos es un municipio español perteneciente a la provincia de Valencia, situado en el interior de la comarca Los Serranos, en la Comunidad Valenciana.

Situado al noroeste de la provincia, entre los ríos Turia y Arcos, su superficie es muy irregular. Tiene algunas llanadas en la parte central pero predominan las zonas montañosas, con algunos barrancos muy profundos. El río Turia lo atraviesa de norte a sur por el sector occidental. Afluyen a este río, y al Arcos, los barrancos de la Hoz, del Carril, Regajo y Araña. La villa está situada en medio de una amplia llanura, al noroeste de la Sierra del Sabinar, teniendo el municipio una extensión de 76,04 km².

El clima: por su altitud esta tierra tiene inviernos fríos y veranos cálidos aunque con noches suaves. La nieve se deja ver algunas veces, formando bellos paisajes.



En el marco de las competencias de las administraciones públicas, que dentro del sistema constitucional tienen encomendada la tarea de dotar a los ciudadanos de los servicios básicos necesarios, ocupa un papel fundamental la gestión del abastecimiento de agua a la población, así como la recogida y tratamiento de las aguas usadas por la misma. El objetivo fundamental de este servicio debe ser optimizar el funciona-

miento del subsistema hidráulico humano y sus conexiones con el ciclo hidrológico global, de modo que se aprovechen al máximo los recursos que “tomamos prestados” del sistema natural y se consiga un entorno de los mismos a dicho sistema en las mismas condiciones en que fueron obtenidos, si no mejores.

El aseguramiento del recurso, así como de las infraestructuras necesarias para hacerlo llegar a los ciudadanos, es un objetivo que debe ser rebasado, tendiendo a la optimización de estas etapas y a la mejora de sus rendimientos.

El abastecimiento de agua a la población en cantidad y calidad suficientes es de vital importancia para la salud pública, la pérdida de las características naturales de ésta puede contribuir en gran medida a la propagación de enfermedades. Actualmente, para garantizar un suministro constante de agua salubre y limpia se precisa la intervención humana en cada una de las fases del sistema de abastecimiento, desde su alumbramiento hasta el punto final de consumo. Este hecho destaca la gran trascendencia y responsabilidad de las actuaciones llevadas a cabo por las empresas gestoras del agua que en nuestro caso es el mismo ayuntamiento.

El suministro de agua a la población en las debidas condiciones sanitarias, se realiza mediante los servicios de abastecimiento. Dicho suministro corresponde al ayuntamiento, mediante sistemas de abastecimiento propios.

También es competencia de los ayuntamientos el sistema de saneamiento, para evacuar de manera adecuada tanto las aguas recogidas de lluvia como las residuales. Para ello se disponen de elementos de regeneración de aguas o EDAR, propiedad de los municipios contratando la empresa especializada en la gestión de depuradoras “EGEVASA”.

2. El sistema de abastecimiento

Las necesidades de agua potable de la población se cubren mediante los sistemas de abastecimiento. Un sistema de abastecimiento es el conjunto de instalaciones destinada a la captación, conducción, tratamiento de potabilización, almacenamiento, transporte y distribución del agua de consumo humano hasta las acometidas de los consumidores.

El abastecimiento de agua potable incluye los servicios de:

- Aducción: captación y alumbramiento, embalse, conducciones primarias, tratamiento y depósito.
- Distribución general: grupos de presión, distribución por tuberías, válvulas y aparatos hasta la acometida de los usuarios.
- Distribución domiciliaria: comprende la distribución interna de los edificios, es decir desde la acometida a los usuarios hasta la salida en grifo.

La red de distribución o red de abastecimiento comprende todo el conjunto de conducciones y tuberías que distribuyen el agua tratada desde los depósitos hasta el grifo del consumidor. La empresa gestora del agua, en este caso el Ayuntamiento de Aras de los Olmos, es responsable de la calidad del agua hasta la llave de paso anterior a la entrada de cada edificio, siendo la red interior de los edificios y establecimientos es responsabilidad de los propietarios de los mismos. Los depósitos ubicados dentro de la red interior son también componentes de la red domiciliaria.

El mantenimiento de la red de distribución en perfecto estado es de suma importancia a la hora de suministrar agua de calidad y evitar contaminaciones posteriores al tratamiento. En el documento “Protocolo de mantenimiento preventivo del ciclo integral del agua” se especifican las tareas apropiadas para mantener una red de agua en buen estado, así como la frecuencia de realización de dichas tareas. Si lo que se desea es realizar algún tipo de mantenimiento correctivo de emergencia en el documento “Protocolo de actuación frente a averías en redes hidráulicas” se presentan varias pautas a seguir para su correcta gestión, así como consejos o recomendaciones según el material de análisis.

Según la legislación española, todas las aguas distribuidas por red o cisterna deben ser desinfectadas, salvo autorización expresa de la Autoridad Sanitaria. Independientemente de cuales sean los métodos empleados, salvo autorización expresa de la Autoridad Sanitaria, deberá existir un residuo de desinfectante en el agua de grifo, que evite la contaminación en los puntos finales de la red.

El objeto del tratamiento de potabilización es adecuar las características del agua captada a las normas de calidad establecidas, con el fin de garantizar su consumo sin ningún tipo de riesgo sanitario. Todas las

aguas, incluso las de mejor calidad, van a necesitar, al menos, la adición de un desinfectante para potabilizarlas que garantice la potabilidad del agua durante su almacenamiento y distribución.

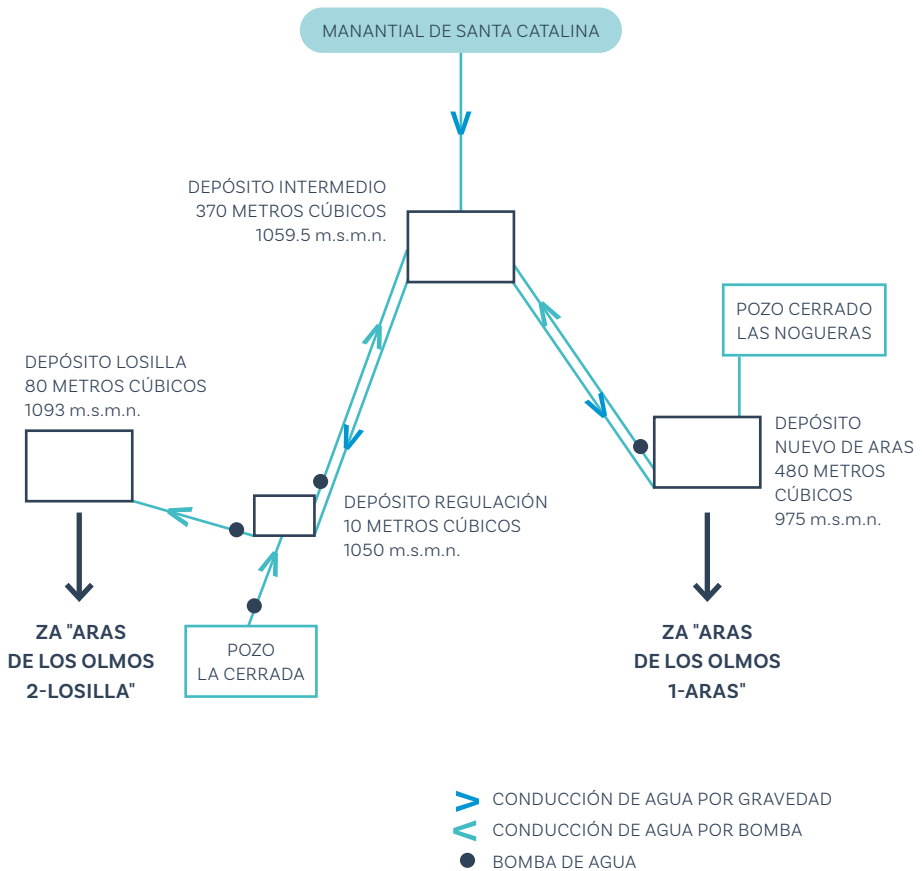
La legislación nacional actual para la gestión de las aguas de consumo humano viene regido por el RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. En su Artículo 18.5., establece que “cada gestor del abastecimiento o parte del mismo elaborará, antes del 1 de enero de 2005, un Protocolo de Autocontrol y Gestión del abastecimiento. En este protocolo deberá incluirse todo lo relacionado con el control de la calidad del agua de consumo humano, y el control sobre el abastecimiento, y deberá estar a disposición de la autoridad sanitaria y en concordancia con el Programa Autonómico de Vigilancia Sanitaria del Agua de Consumo Humano”.

Las sustancias a emplear, el lugar de aplicación, sus condiciones de uso y control analítico de las mismas deberán cumplir con lo fijado en la Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

2.1 Funcionamiento del abastecimiento y esquema hidráulico

El sistema de abastecimiento de Aras de los Olmos está compuesto por dos zonas de abastecimiento, la Z.A. “Aras de los Olmos 1” que abastece al municipio de Aras de los Olmos y la Z.A. “Aras de los Olmos 2 – Losilla” que abastece a la pedanía de Losilla.

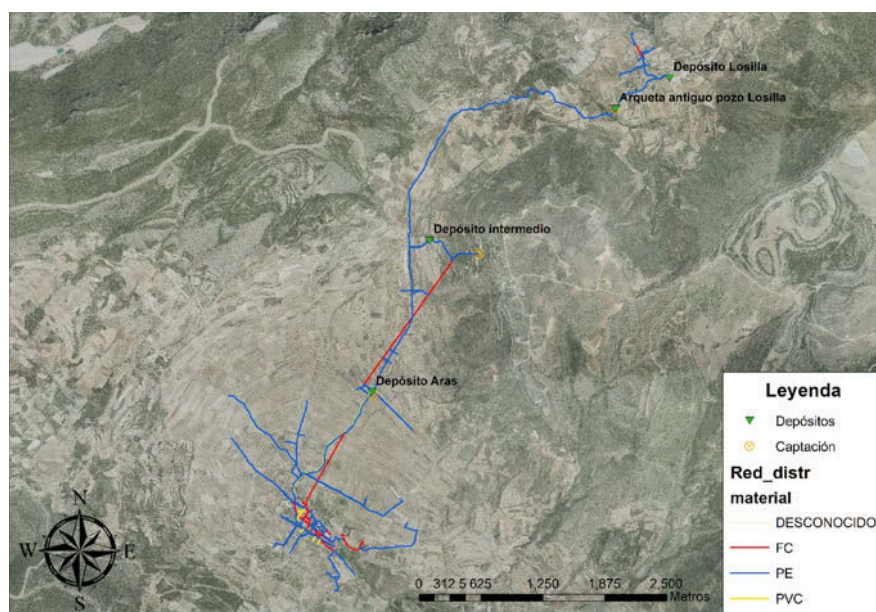
A continuación en la siguiente figura se muestra el esquema hidráulico de las zonas de abastecimiento con sus respectivas infraestructuras de captación, almacenamiento, tratamiento y distribución:



La Z.A. "Aras de los Olmos 1" abastece a una población de 374 habitantes (datos INE, 2016), aunque durante los meses de verano la población aumenta y llega a alcanzar los 2.000 habitantes (según datos del ayuntamiento). El abastecimiento se realiza mediante una captación de aguas subterráneas llamada Pozo de las Nogueras y mediante una captación de aguas superficiales llamada Manantial de Santa Catalina. El Pozo de las Nogueras está conectado al Depósito Nuevo de Aras, mientras que la captación superficial está conectada al Depósito Auxiliar. Desde este último depósito se puede transferir agua al Depósito Nuevo de Aras y al Depósito de Losilla, aunque en la actualidad la totalidad del agua captada por el manantial de Santa Catalina va a parar al depósito de Losilla.

La Z.A. “*Aras de los Olmos 2 - Losilla*” abastece a una población de 30 habitantes permanentes, aunque durante el periodo estival se llegan a alcanzar los 300 habitantes (según datos del ayuntamiento). El abastecimiento se realizaba mediante una captación de aguas subterráneas llamada Pozo La Cerrada, que está conectada con el Depósito de Losilla, pero actualmente el pozo se encuentra fuera de uso debido a su mal estado de conservación, (hubo un episodio de contaminación de sus aguas por hierro), por lo que el municipio se está abasteciendo únicamente de las aguas procedentes del Depósito Intermedio, y a su vez del manantial de Santa Catalina. En la arqueta de pequeño volumen (unos 10 m³, donde se almacenaba el agua captada del pozo de la Cerrada) existe una bomba que impulsa el agua desde este punto hasta el depósito de Losilla, salvando los 40 metros de cota altimétrica que existe entre ambos puntos. Una vez el agua alcanza el depósito de Losilla se distribuye por la red urbana hasta los usuarios.

En la siguiente Figura se puede ver de manera cartografiada todo este esquema detallado previamente, aportando una imagen global de todo el sistema de abastecimiento en el municipio de Aras de los Olmos y la pedanía de Losilla:



2.2 Inventario de instalaciones

2.2.1 Captaciones

En el término municipal de Aras de los Olmos existen 3 puntos de captación de agua destinada a consumo humano, que son los pozos de la Cerrada y las Nogueras, y el manantial superficial de Santa Catalina. A continuación se comentarán de manera individual sus características, y la siguiente figura se muestra la ubicación de los 3 puntos.

Captaciones en el municipio de Aras de los Olmos



Pozo La Cerrada

Esta captación de agua subterránea ubicado en la partida La Cerrada de las Nogueras de Losilla en el término municipal de Aras de los Olmos, en el polígono 4, parcela 693. Sus coordenadas UTM son X: 662,591; Y: 4,425,227; Z: 1,046 m.s.n.m. Ubicado en la masa de agua subterránea 080.123 ALPUENTE.

El sondeo se emboquilla en terrenos compuestos por calizas, areniscas y arcillas de Villar del Arzobispo del tránsito Jurásico-Cretácico (Tithoniense-Berriasiense), pero debido a su profundidad llega a alcanzar los niveles acuíferos de las formaciones jurásicas profundas (Dogger).

Se trata de una perforación entubada de 290 metros de profundidad y 250 mm de diámetro, con un nivel estático de 140 metros, entubada y con un caudal de 500 l/minuto. El sondeo está equipado con una bomba eléctrica sumergible marca Grundfos y modelo SP 27-28 de 30 CV, colocada a los 186 metros de profundidad mediante una tubería de PVC con bridas de aproximadamente 200 mm de diámetro.

El sondeo se localiza dentro de un recinto cerrado en el que se encuentra una caseta con el cuadro eléctrico y una arqueta con el sondeo ambas con cierres metálicos y en buen estado de conservación. El recinto donde se encuentran está cerrado con una valla metálica. Las instalaciones disponen de un cartel informativo que indica que se trata de una instalación de aguas de consumo humano. Junto a este recinto, hay un abrevadero para ganado y una pequeña balsa de acumulación. En la siguiente figura se puede ver la arqueta en la que se sitúa el sondeo con el emboquille del mismo, el codo de salida, el contador de agua y diversos elementos de la instalación.

Pozo de la Cerrada



Mediante una conducción de polietileno de 110 mm de diámetro, de 750 metros de longitud, enterrada y cerrada, el agua se lleva hasta el Depósito de Losilla.

Pozo de las Nogueras

Se encuentra ubicado en la partida Cerrado de las Nogueras en el término municipal de Aras de los Olmos, en el polígono 7, parcela 23. Sus coordenadas UTM son X: 660,256, Y: 4,422,555; Z: 975 m.s.n.m., ubicado en la masa de agua subterránea 080.123 ALPUENTE.

Se trata de una perforación de 290 metros de profundidad y 450 mm de diámetro, con nivel estático de 170 metros, entubada, y con un caudal de 400l/minuto. Dispone de una bomba de aspiración mediante energía eléctrica de 30 CV de potencia ubicada a 240 m de profundidad. La captación se encuentra protegido con una arqueta en el interior de un recinto vallado y las instalaciones disponen de un cartel informativo que indica que se trata de una instalación de aguas de consumo humano.

Recinto del pozo las Nogueras



En la siguiente fotografía se puede ver la arqueta en la que se sitúa el sondeo con el codo de salida, el contador de agua y diversos elementos de la instalación.

Elementos auxiliares del pozo



El contador del pozo de Aras. Se ubica a la salida del pozo y registra todo el volumen captado. Mediante una conducción de PVC, de 20 metros de longitud, enterrada y cerrada, el agua se lleva hasta el Depósito Nuevo de Aras.

Contador del pozo de Aras



Manantial de Santa Catalina

Se encuentra ubicado en la Ermita de Santa Catalina, en el polígono 7, parcela 9001. Sus coordenadas UTM son X: 661,300; Y: 4,423,000; Z: 1,174 m.s.n.m.

Se trata de un manantial descendente y presenta un caudal aproximado de 50 l/minuto. La captación se encuentra protegida en el interior de una caseta, ubicada en un recinto cerrado tras la Ermita de Santa Catalina. En esta caseta se encuentra una tapa que comunica con la fuente de la propia ermita para abastecerla de agua. Mediante una conducción de polietileno que varía de 160 a 63 mm, de 600 metros de longitud, enterrada y cerrada, el agua se lleva hasta el Depósito Auxiliar, pasando previamente por una arqueta de rotura de carga, puesto que existe un gran desnivel entre el manantial y el depósito intermedio, evitando así problemas de sobrepresión en la tubería.

Recinto interior del manantial de Santa Catalina



2.2.2. Depósitos

Respecto a las infraestructuras de almacenamiento de agua en el término se encuentran 3 depósitos, dos de ellos correspondientes a las ZA de Aras y de Losilla, y el otro el depósito auxiliar o intermedio. Además de estas 3 infraestructuras existe la arqueta del antiguo pozo de Losilla, que ejerce la función de almacenamiento entre el depósito intermedio y el de Losilla, debido a su funcionamiento que se explicará a continuación. La representación georreferenciada de los 4 sistemas se muestra en la siguiente Figura:

Ubicación de los depósitos en el municipio de Aras de los Olmos



Depósito de Losilla

Es el depósito de cabecera de la Z.A. Aras de los Olmos 2 – Losilla. Se trata de un depósito de obra semienterrado con capacidad de 110 m³ (dimensiones interiores de 4 x 5 x 2.75 metros) ubicado a cota de 1093 m.s.n.m. 40 m sobre la cota del Pozo La Cerrada, del que recibe las aguas. La comunicación entre ambas estructuras funciona por medio de una sonda de nivel en este depósito, que cuando alcanza el nivel mínimo de dicha sonda (en torno a un metro de profundidad) manda una señal a la electrobomba situada en la arqueta para impulsar agua desde la segunda a la primera, recargando así el depósito hasta que alcanza el nivel máximo de la sonda.

La infraestructura de almacenamiento se encuentra en el interior de un recinto vallado como se puede observar en la siguiente fotografía. Las instalaciones disponen de un cartel informativo que indica que se trata de una instalación de aguas de consumo humano. La fotografía se muestra el interior del depósito, cuando a fecha de mayo de 2019 se vació para realizar unas mejoras en la impermeabilización del mismo, así como limpieza de escombros y refuerzo de imperfecciones:

Recinto exterior depósito de Losilla



Interior depósito de Losilla



Acerca del sistema de medición de caudal de salida, desde abril del 2019 se dispone de un contador telegestionado, que envía registros del consumo de caudales por un datalogger.

El depósito cuenta con un equipo de medición y dosificación automático de la marca AstralPool, que mide la concentración de Cloro residual libre en el agua y puede ordenar la inyección de desinfectante en función de la concentración leída. No obstante, el equipo se encuentra descalibrado, además de tener problemas a la hora de inyectar el desinfectante adecuado.

Depósito Intermedio o Auxiliar

Depósito de obra semienterrado con capacidad de unos 370 m³ ubicado a 1,059 m.s.n.m., aguas abajo del manantial de Santa Catalina. Se trata de un depósito de regulación que puede transferir agua al Depósito Nuevo de Aras y al Depósito de Losilla, teniendo aguas abajo del depósito un sistema para enviar más o menos recursos a uno de los dos ramales. Actualmente durante gran parte del año se destina su totalidad a abastecer la pedanía de Losilla y alimentar a las granjas que se encuentran en sus alrededores y que no dependen del depósito de Aras, a la vez que sirve como depósito de reserva frente a puntas de consumo.

Está conectado con el depósito nuevo de Aras mediante una conducción de polietileno de 125 mm de diámetro, de 4,000 metros de longitud, enterrada y cerrada. Y a su vez está conectado con el depósito de Losilla mediante una conducción de polietileno de 125 mm de diámetro, de 3,300 metros de longitud, enterrada y cerrada.

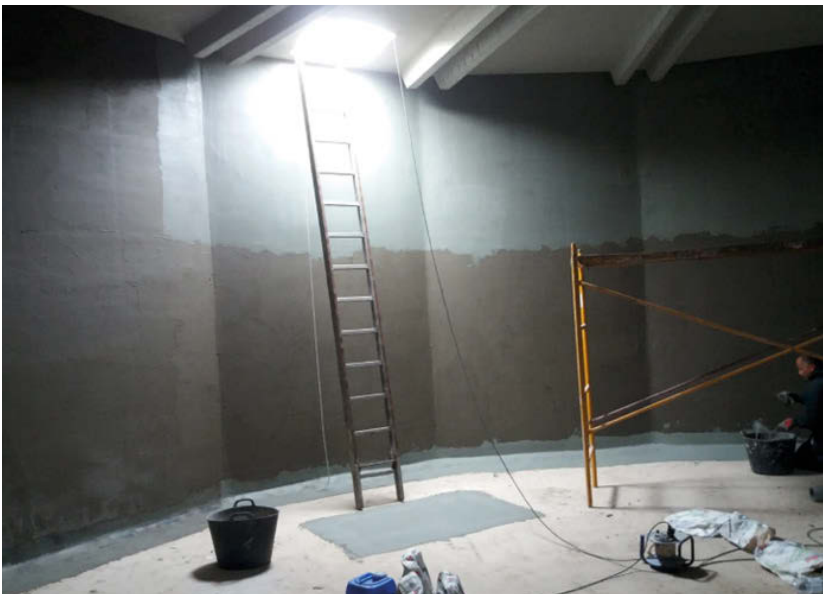
El depósito se encuentra en el interior de un recinto vallado. Las instalaciones disponen de un cartel informativo que indica que se trata de una instalación de aguas de consumo humano.

En los meses de abril y mayo de 2019 se realizaron unas tareas de mejora de la impermeabilización y ventilación del depósito intermedio. La opción escogida para la primera fue la aplicación de una doble capa de mortero flexible (en la Fotografía 10 se ve la realización de la obra), mientras que para la segunda se colocó en la superficie del depósito una segunda chimenea de ventilación, así como un segundo registro para acceder a su interior.

Depósito Intermedio



Aplicación del mortero flexible en el depósito Intermedio



Depósito Nuevo de Aras

Depósito de obra superficial con capacidad de 480 m³ ubicado a 975 m.s.n.m. de cota altimétrica. Es el depósito de cabecera de la Z.A. Aras de los Olmos 1, en él se mezclan aguas procedentes del pozo “Cerrado de las Nogueras” y del “Manantial de Santa Catalina”. El depósito se encuentra en el interior de un recinto vallado como se puede ver en la siguiente fotografía, disponiendo de un cartel informativo que indica que se trata de una instalación de aguas de consumo humano.

Depósito nuevo de Aras



En la próxima fotografía se puede ver una fotografía del contador de la instalación, junto con el datalogger y el servicio de teledetección para analizar el consumo del depósito de Aras a la salida:

Contador nuevo depósito de Aras y data logger



El depósito contaba con un equipo automático de dosificación de cloro, pero por falta de mantenimiento del mismo ha quedado fuera de servicio, empleándose una bomba inyectora de cloro como equipo de desinfección, y tomándose medidas diarias en la red de abastecimiento:

Bomba de cloro depósito de Aras



2.2.3 Red de distribución

La red de distribución de agua potable al municipio de Aras y a la pedanía de Losilla no se encontraba inventariada hasta el año 2016. Existían algunas referencias en papel en el ayuntamiento y unos planos obtenidos de la aplicación WEBEIEL de la Diputación de Valencia, pero se comprobó después que la red inventariada era insuficiente y que en muchos casos dicha red no se corresponde con la realidad.

Por todo ello se procedió a realizar un primer inventario de la red de distribución. Los trabajos se dividieron en dos fases, una primera fase de trabajo de campo para la recopilación de datos y otra fase posterior de gabinete para la creación de planos en formato digital.

El trabajo de campo consistió en identificar la red existente y los elementos de control, y plasmar los datos en planos en formato papel, en los que se identificaron materiales, diámetros, estados de conservación, posibles problemas y el grado de incertidumbre asociado a todo ello. A posteriori en el despacho los planos se pasaron a limpio para detectar posibles errores o falta de coherencia de los datos tomados y ser archivados. Finalmente para crear los planos en formato digital se empleó el software de dibujo asistido por ordenador autoCAD y hacer uso de ortofotos obtenidas del ICV (Instituto Cartográfico Valenciano), las ortofotos son fotografías georreferenciadas que reproducen la realidad y están corregidas y ajustadas, por lo que de esta manera se puede obtener un conocimiento de la red existente más próximo a la realidad.

Posteriormente, en la revisión actual de 2019, se han actualizado todos los planos de la red de abastecimiento con los nuevos cambios, así como delineado los sistemas de saneamiento (pluviales y residuales). En los planos (hechos mediante software SIG para así georreferenciar la información) se identifica el tipo de material por color y especificar el diámetro de las conducciones, así como representar los elementos de control existentes y tomar notas al margen del estado de conservación de conducciones y elementos de control. De todas formas aún se considera que hace falta mucha más recopilación de información que la que se dispone actualmente, ya que siguen existiendo incongruencias en los planos.

En el Anejo II se recogen los planos realizados de la red de distribución de agua potable de todo el término municipal. A continuación se recopila una descripción de la red de distribución por zona de abastecimiento.

Zona de abastecimiento “Aras de los Olmos 1”

El agua destinada a consumo humano es conducida hacia el municipio desde el depósito de Aras mediante una conducción de polietileno de DN 200, que se adentra en el casco urbano por la Avenida de Santa Catalina. A la altura del número 64 existe una caja contadores, en la que se puede contabilizar el agua que llega al casco urbano y se distribuye por éste. A partir de este punto se inician ramales constituyendo una red ramificada interconectada en muchos puntos, pero que presenta también puntos muertos en la red.

Las conducciones circulan, generalmente, por las aceras en zanjas distintas de la red de saneamiento. El sistema obtiene la presión por gravedad, existiendo presión suficiente en todo el sistema. La red de distribución está formada principalmente por tuberías de fibrocemento, polietileno y PVC. En el Anexo I se presentan las longitudes de red de cada material.

El volumen de agua distribuida en Aras de los Olmos se puede estimar a partir de los datos de consumo real de la población disponibles en el contador del depósito de Aras, que desde que se está midiendo resulta de unos 225 m³/día de media. Mediante unas mediciones durante el periodo de mayo se estima que de esos 225 m³/día alcanza al parque de contadores el 90%, por lo que el volumen distribuido de granjas y usuarios es de aproximadamente unos 200 m³/día (en este volumen se contabilizan las posibles fugas después del parque de contadores).

Zona de abastecimiento “Aras de los Olmos 2 - Losilla”

El agua destinada a consumo humano es conducida hacia la pedanía de Losilla desde el depósito de Losilla mediante una conducción de polietileno de DN 110, que se adentra en el casco urbano por la Plaza de la Iglesia.

La red de distribución está formada principalmente por tuberías de polietileno, formando una red ramificada, que presenta puntos muertos. Las conducciones circulan, generalmente, por las aceras en zanjas distintas de la red de saneamiento. El sistema obtiene la presión por gravedad, existiendo presión suficiente en todo el sistema.

De acuerdo al sistema de telegestión del contador ubicado a la salida del depósito se están contabilizando unos 5 m³/día de promedio.

3. El Sistema de saneamiento

El marco del ciclo de saneamiento engloba todo el trayecto que las aguas no aptas para consumo humano recorren hasta un medio adecuado para su tratamiento y/o punto de vertido controlado. Este se localiza en zonas urbanas, ya que en instalaciones alejadas como granjas suelen tener su propio silo de almacén de residuos y luego los transportan a donde consideren oportuno.

En el término municipal de Aras las dos ZA presentan redes de saneamiento muy distintas:

- En el municipio de Aras de los Olmos existe una combinación entre red unitaria (residuales + pluviales) junto con tres tramos de pluviales (y un cuarto proyectado y aprobado). Todas las aguas residuales de la ZA alcanzan la EDAR de Aras, donde se somete el agua residual a un tratamiento secundario con reactor biológico, vertiendo esta agua regenerada al barranco del Regajo, incluso un porcentaje de esas aguas empleado por los agricultores para sus campos.
- En la aldea de Losilla las aguas residuales van a la EDAR de Losilla. Existen dos puntos que por cota vierten a dos barrancos (en uno de ellos se ha construido un sistema de bombeo para impulsar esta agua en dirección EDAR).

EDAR de ZA "Aras de los Olmos"



EDAR enterrada de Losilla



4. Control de calidad del agua

A continuación se presentan los controles de calidad más significativos para las aguas destinadas a consumo humano y las aguas residuales, para su comprensión a nivel integral.

4.1. Aguas destinadas a consumo humano

Las tareas y procedimientos necesarios a llevar a cabo para realizar el control de calidad del agua destinada a consumo público y de las infraestructuras de la red de distribución se recogen en el “Protocolo de autocontrol y gestión del abastecimiento de agua de consumo público del municipio de Aras de los Olmos”, ya que el municipio es el órgano gestor del ciclo integral del mismo. Las tareas que como órgano gestor ha de cumplir son las siguientes:

- El tratamiento de potabilización a aplicar en los depósitos de agua destinada a consumo humano.
- El plan de limpieza y mantenimiento de infraestructuras, en el que se regula la frecuencia de las limpiezas y el procedimiento a llevar a cabo.
- Los controles periódicos de calidad a realizar según la normativa de aplicación, que se especifican en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero,

por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y en el DECRETO 58/2006, de 5 de mayo, del Consell, por el que se desarrolla, en el ámbito de la Comunitat Valenciana, el Real Decreto 140/2003 (estos controles se encuentran delegados a Egevasa para su realización, específicamente al laboratorio Gamaser)

- Los requisitos de los laboratorios que realizan dichos análisis de calidad, que deberán estar acreditados por una serie de normas UNE-EN ISO/IEC.
- La forma de proceder en el caso de que se produzcan incumplimientos analíticos.

En las siguientes tablas se especifican los análisis necesarios a llevar a cabo, así como la frecuencia y los puntos de muestreo por zona de abastecimiento, en las ZA de Aras y Losilla, respectivamente:

Autocontrol del agua potable en la ZA "Aras de los Olmos"

TIPO ANÁLISIS	PUNTO MUESTREO	FRECUENCIA
Organoléptico	En la red de distribución	2 muestras/semana
Control	En la red de distribución	2 muestras/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Completo	En la red de distribución	1 muestra/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Radioactividad	En la red de distribución	1 muestra/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Control en el grifo del consumidor	Viviendas particulares	4 muestras/año
Control de cloro residual	En la red de distribución	1 muestra/día

Autocontrol del agua potable en la ZA "Losilla"

TIPO ANÁLISIS	PUNTO MUESTREO	FRECUENCIA
Organoléptico	En la red de distribución	2 muestras/semana
Control	En la red de distribución	1 muestra/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Completo	En la red de distribución	1 muestra/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Radioactividad	En la red de distribución	1 muestra/año
	A la salida del depósito de cabecera	
Control en el grifo del consumidor	Viviendas particulares	4 muestras/año
Control de cloro residual	En la red de distribución	1 muestra/día

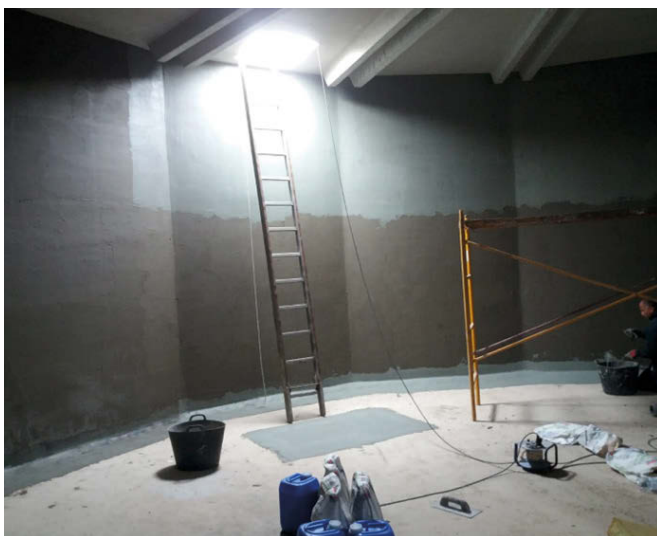
4.2. Aguas residuales

Controles periódicos de calidad a realizar según la normativa de aplicación, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, delegados a EGEVASA para su realización como parte de la gestión de la EDAR.

5. Proyectos realizados

5.1 Mejora en depósitos de agua potable

Se aplicación capas de mortero en el depósito para que no haya perdida de agua potable en las fisuras y para facilitar los procesos de limpieza rutinaria.



5.2 Smart City en los depósitos de cabecera

Nos permite tener un registro del consumo de agua potable durante las 24 horas para tener un perfil de consumo y permite observar cualquier anomalía en el consumo.

Además se instalaron sensores de nivel de agua en los depósitos.



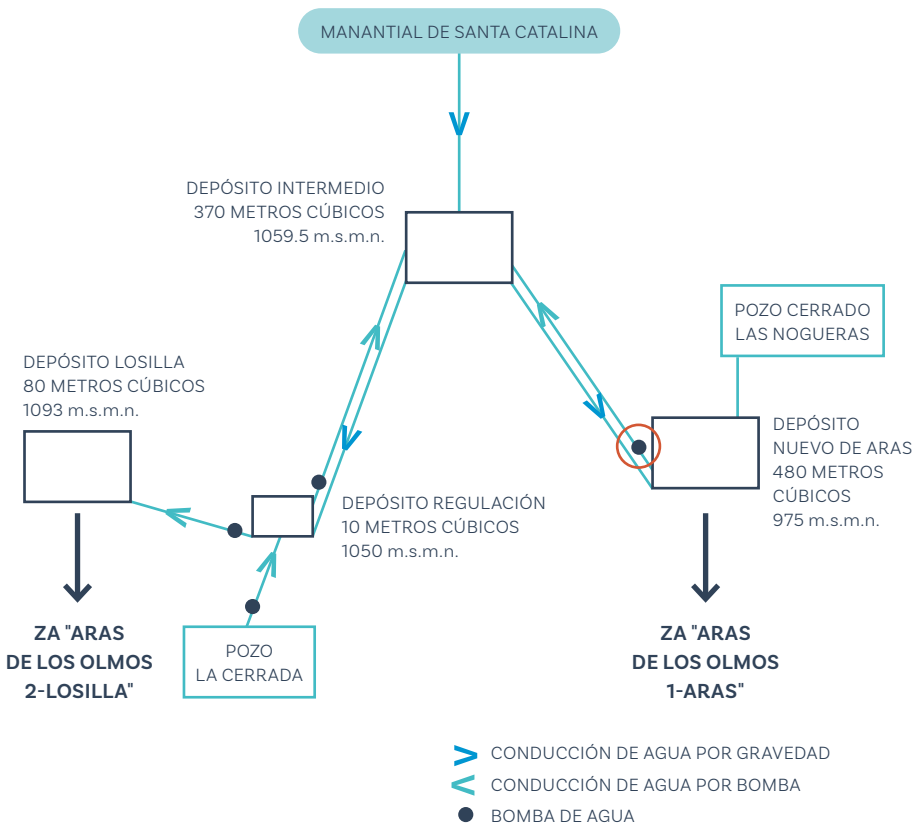
5.3 Tubería para la conducción del agua potable desde el nacimiento en la ermita:

Antes de la actuación el agua arrastraba gran cantidad de tierra y también se perdía mucha agua por filtración, para ellos, se instaló una tubería de PE100.



5.4 Instalación de bomba para conectar el deposito de aras con el deposito intermedio

Para conectar el depósito de Aras con el depósito intermedio, así deja todos los depósitos conectados entre ellos y al mismo tiempo permite actuar en el caso de averías en las bombas de los pozos de captación de agua potable.

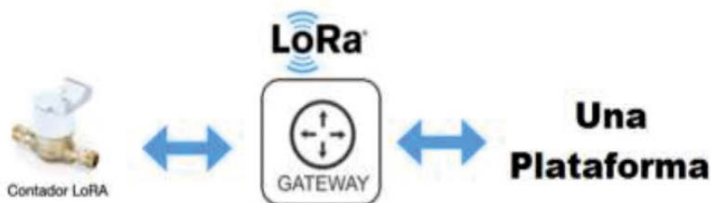


5.5 Cambio del fibrocemento en losilla

Es una actuación de renovación la vieja tubería que esta fuera de su vida útil y minimizar las fugas y averías en el tramo cambiado.

5.6 Renovación del parque de contadores e implantación de telelectura

Se cambió todo el parque de contadores de agua potable en el municipio.



Los contadores nuevos que disponen de capacidad de Telegestión y Telemedida, con sistema de alarmas que nos permute la:

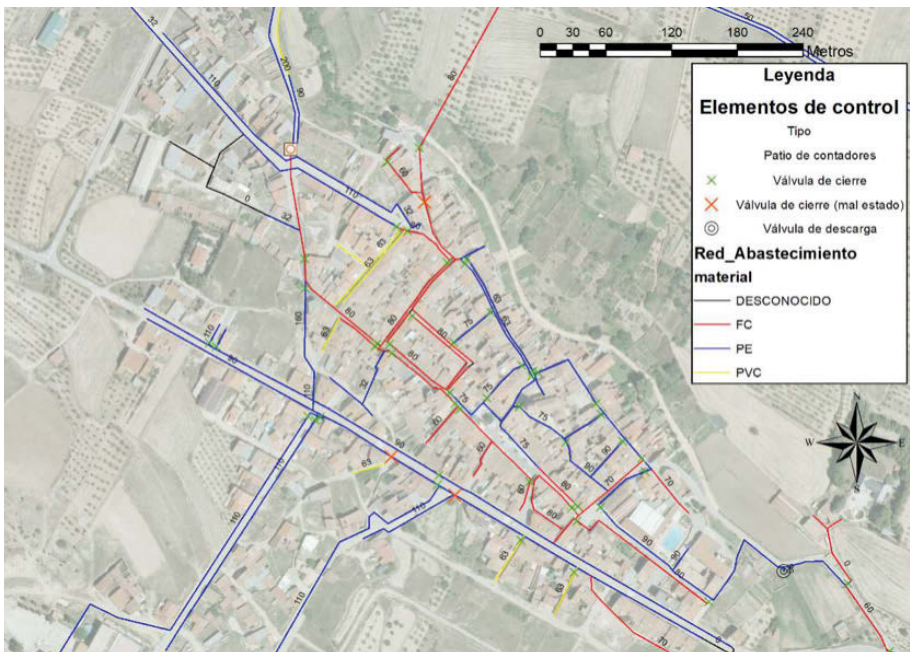
- Detección de fuga
- Detección de bloqueo.
- Detección de rotura de la tubería.
- Detección de montaje incorrecto.
- Detección de manipulación y/o fraudes
- Detección de desmontaje del contador

Todo ello, permite mejorar la gestión de la red de agua potable y detectar las fugas en la red de tubería.

6. Proyectos planificados

6.1 Cambio de la tubería de fibrocemento

Actualmente hay más de 3 km de tubería de fibrocemento, por ello, es una actuación necesaria para la renovación de la tubería y minimizar las fugas y averías en la zona de abastecimiento de Aras.



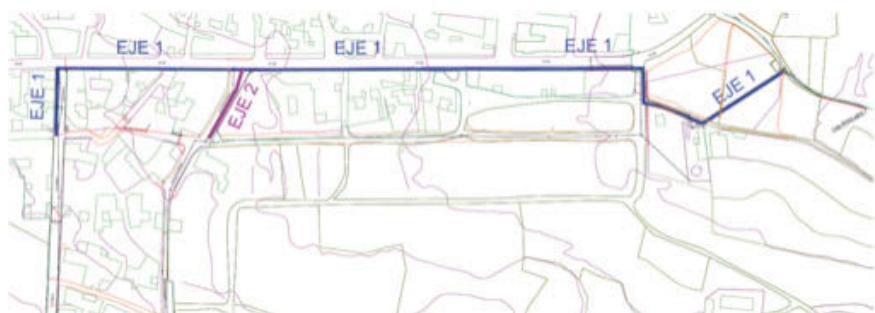
6.2 Sectorizar la red de abastecimiento

Con la sectorización se reduce el área de inspección de anomalías, Y mejora la gestión de la explotación global de la red, optimizando las presiones en cada sector. Ya que permite:

- Seguimiento del caudal mínimo nocturno.
- Regulación de presión.
- Búsqueda continua de fugas: sean fugas latentes o fugas súbitas.
- Búsqueda de fraudes y de consumos atípicos.
- Análisis de datos

6.3 Construcción de obras de la red de evacuación de aguas pluviales en zona suroeste de Aras de los Olmos.

Es una actuación necesaria para recoger las aguas pluviales de la zona suroeste del núcleo urbano de Aras hacia el barranco.



6.4 Renovación de elementos de control en mal estado.

Hay muchas válvulas de diferentes tipos que no funcionan de manera correcta, o no se pueden manipular debido a estar fuera de su vida útil o por falta de mantenimiento preventivo. Será necesario renovar dichos elementos y si es posible instalar nuevos elementos que nos permitan una telegestión.

6.5 Nuevos elementos de control que nos permiten regular la presión.

En el municipio hay mucho desnivel lo que aumenta mucho las presiones de agua aumentan en las partes bajas del pueblo, aumentando así el número de incidencias y de averías en estos tramos. Por ello, es ne-

cesario la instalación de elementos que nos permitan regular la tensión en dicho tramos.

6.7 Completar y mejorar la red de saneamiento en el T.M.

Hay unas pocas viviendas que no están conectadas a la red de alcantarillado sino a una fosa séptica, otros tramos de tubería muy vieja y es necesario cambiarla. También es necesario mejorar las EDAR en ambos núcleos urbanos en el municipio.

6.8 Actualizar y completar los planos, el inventario y los protocolos del ciclo hidráulico.

Para tener representada toda la red de agua potable y de saneamiento en los correspondientes planos para ayudar a los técnicos que quieren proyectar mejoras en duchas redes y para ayudar en localizar los problemas en casos de averías, y tener actualizado el inventario completo del ciclo. Además es necesario que el ayuntamiento como gestor de la red que actualice de forma periódica los protocolos de autocontrol, mantenimiento y de gestión.

7. Retos y dificultades

7.1 Falta de mano de obra cualificada.

Como casi todos los municipios de las zona que formas parte de la “España vaciada” es muy complicado encontrar profesionales cualificados para realizar los trabajos necesarios para el funcionamiento diarios y cumplir con los protocolos de autocontrol y mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

7.2 Recursos limitados y dificultades en la financiación.

A diferencia de las empresas, los ayuntamientos tienen los recursos limitados. Ya que, buscan en el primer lugar tratan el servicio de gestión de las redes de agua potable y de saneamiento como servicios a los ciudadanos y no buscan la generación de beneficios económicos, por lo tanto, no cuentan con los recursos económicos necesarios para la renovación adecuada de los diferentes elementos ni los costes elevados de realizar nuevos proyectos y/o mejorar la infraestructura.

7.3 El coste energético elevado de la gestión integral del ciclo hidráulico del agua.

Como saben, el coste de al energía eléctrica se aumentó de forma muy

agresiva en los últimos años y los costes de funcionamiento sobre todo el bombeo de agua en los pozos y entre los diferentes depósitos es tan elevada que los precios actuales de agua potable y los servicios de alcantarillado no pueden cubrirlos.

7.4 Una red de agua potable y alcantarillado muy amplia por el número de usuarios.

Como la mayoría de los municipios rurales hay muchos kilómetros de tubería por cada contador de agua, lo que aumenta mucho el coste de mantenimiento y de renovación por usuario. Hay más de 12 km de tubería de agua potable para unos 840 consumidores que están dados de alta es decir, más de 14 metros de tubería por cada consumidor.

7.5 Dificultades en realizar las tareas de mantenimiento preventivo.

Lo que se ha comentado antes en el punto 7.1 debido a la falta de mano de obra cualificada es bastante realizar las tareas de mantenimiento preventivo de forma eficaz respetando los protocolos, por lo tanto, se realizan más trabajos de mantenimiento correctivo que suelen ser más costosos y causan más problemas en la continuidad de los suministros.

7.6 El desnivel importante entre las diferentes partes de la red.

Lo que se ha mencionado en el punto 6.5, hay unas partes de la red que soportan unas presiones más elevadas debido al desnivel causando así muchos problemas y averías y afectando negativamente al rendimiento.

7.7 Los costes elevados de mantenimiento, contrataciones y obras en el municipio.

Como Aras de los Olmos está a unos 96 km de Valencia donde están la mayoría de las empresas especialistas en obras del ciclo integral del agua, lo que aumenta bastante los costes de cualquier contratación.

7.8 Malas prácticas de algunos usuarios.

Sobre todos el uso indebido e irresponsable de agua potable para regar huertos, piscinas privadas no declaradas, lo que complica mucho el tema de gestión de los recursos hidráulicos, sobre todo en verano cuando se aumenta la población 6 o 7 veces y al mismo tiempo aumenta el consumo por el calor.

En la red de alcantarillado y en las EDAR sufren por tirar materiales que no sean biodegradables por el wáter causando así un monto de problemas en los filtros y las bombas.

Las fuentes como síntoma del cambio climático en Aras de los Olmos

Antonio Collado Izquierdo

*Director ejecutivo
de la Fundación El Olmo*

El agua es un elemento imprescindible para la supervivencia de todos los organismos vivos en la Tierra y el agua dulce es esencial para la supervivencia de la humanidad. Debería ser innecesario reiterar este argumento frente a aquellas actividades humanas que degradan y devalúan gravemente la calidad de este recurso natural esencial en el planeta.

A nuestro alrededor hay síntomas claros que evidencian la emergencia hídrica que se nos viene encima: ríos que no llegan al mar, fuentes que dejan de existir, incremento y variaciones significativas en la intensidad de las tormentas, reducción de la biodiversidad, por no mencionar otros elementos que intervienen en el cambio climático que influyen y guardan relación con el ciclo del agua.

Imagen 1. Cueva de la Araña – Paraje de los Rubiales.



En el ciclo del agua, las variaciones de temperatura en el mar o en tierra afectan a los índices de evapotranspiración, que a su vez, junto con el clima en la atmósfera, inciden en el volumen de desplazamiento de las masas de agua en las nubes, en el tipo de tormentas con mayor o menor componente eléctrico, también modifican el volumen de las precipitaciones, que a su vez, tras la descarga, inciden en la fuerza y virulencia de las aguas superficiales y en las escorrentías que alimentan los cauces hídricos, agua que a su vez se filtra en la tierra para reponer los acuíferos subterráneos.

En cierto modo, en esta secuencia podemos ver como subsistemas que intervienen en el ciclo, están alterando el equilibrio¹ que hasta finales del siglo pasado se percibía como un ciclo estable con ligeras variaciones en décadas y que en la actualidad la ciencia nos ha mostrado su aceleración con datos muy preocupantes a partir del incremento medio de la temperatura y sus derivaciones en el clima del plantea Tierra como consecuencia de la actividad humana.

Desde esta perspectiva que nos incomoda como especie causante que abusa de los recursos del planeta de forma particular, encontramos en el consumo creciente de los recursos de agua dulce junto con la contaminación y el uso inadecuado en la producción de bienes de consumo, las principales causas que alteran e incrementan el desequilibrio dinámico del sistema que caracteriza el ciclo del agua.

La comunicación en los medios a partir del sistema de monitorización y de control que emplean los organismos y empresas que gestionan los recursos hídricos, está orientado a dar información pública tras las precipitaciones y a informar sobre la escasez derivada del nivel de las aguas superficiales en cada periodo estacional. Pero su efecto real es la desinformación. Mayor volumen de noticias no representa mejor calidad en la información.

Nos hemos acostumbrado a ir al grifo y que salga agua y esta gran comodidad nos está llevando a una situación de desconocimiento sobre la previsible proximidad en un futuro de periodos de escasez que serán compatibles lamentablemente con consumos de agua de baja calidad.

¹ Equilibrio entrópico: <https://es.wikipedia.org/wiki/Entrop%C3%ADa>

Imagen 2. Mapa tradicional del subsistema hídrico de Aras de los Olmos / Alpuente.



En Aras de los Olmos², se dan también signos de este mismo proceso que evidencian signos de futura emergencia hídrica y que desde el análisis de los datos que sustentan esta interpretación, recomiendan ir a una etapa de mayor atención en la planificación y gestión de los recursos hídricos que sostienen el consumo municipal, basado fundamentalmente en la extracción de un acuífero que pertenece a un sistema mucho más amplio y compartido con otras poblaciones que realizan su extracción en cotas de menor altura y probablemente en mayor intensidad.

Para abordar los interrogantes que se proponen más adelante, consideremos de forma muy genérica que el agua dulce la encontramos en el continente en dos formas bien diferentes, la más evidente como agua superficial que circula por ríos y barrancos y se acumula en pantanos que gestionan y administran una gran parte del consumo con destino final para la vida humana, la segunda forma menos evidente es el agua

² Ver mapa en Imagen 2.

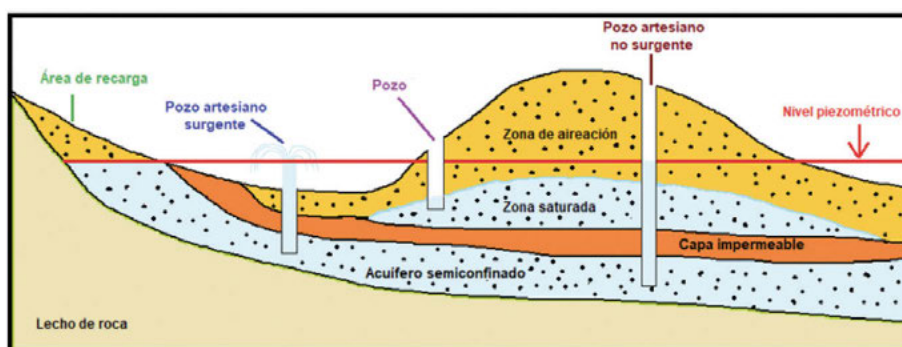
que se encuentra en modo subterráneo en los acuíferos, que puede salir en las fuentes o se extrae aplicando alguna tecnología.

Comprender cómo funciona un acuífero no es fácil³. Francesc la Roca, investigador, experto, miembro de la Fundación Nueva Cultura del Agua, profesor de la Universidad de Valencia como titular del Departamento de Economía Aplicada que ha dedicado parte de su trayectoria profesional a la investigación sobre el agua en la Comunidad Valenciana dice: “...a los humanos nos cuesta bastante imaginar y entender como es en realidad un acuífero. Probablemente la mayoría imaginamos un acuífero como un gran hueco en el interior de la tierra, como un lago subterráneo o algo similar, pero la mayoría de los acuíferos responden a otras estructuras mucho más complejas”.

En realidad, “...para representar un acuífero sería mejor pensar en una esponja, en una gran esponja que contiene el agua y cuyo sistema de filtrado es el mecanismo de purificación...”. Los acuíferos no entienden de fronteras administrativas, parcelarias, ni límites municipales, provinciales o de otro tipo de formulaciones creadas por la humanidad para clasificar el entorno y entendernos entre nosotros.

Imagen 3. Esquema simplificado de componentes en un acuífero.

Imagen de Olga Arriaga. Licencia cc



³ Se puede ver un sistema simplificado en la Imagen 3.

Por último, para completar esta introducción, es fundamental en el estudio de la evolución del comportamiento del sistema hídrico que nos suministra agua dulce para nuestra subsistencia comprender su dinamismo a través del cambio climático en todas sus derivaciones y una más que añadir al estudio y que no conviene olvidar se refiere a la calidad del agua cuyo nivel de mantenimiento o degradación puede estar afectado por la contaminación medioambiental, la degradación del suelo a partir de un uso inadecuado como consecuencia de la actividad humana.

Los acuíferos son los receptores por filtración de los usos inadecuados del suelo que pueden terminar generando su contaminación. El uso de fertilizantes, de purines sin el control adecuado, la extracción minera sin control medioambiental que acredite la sostenibilidad del entorno, los excesos de extracción que alteran el equilibrio interior de un sistema acuífero subterráneo que puede abarcar cientos de km², algo que nos cuesta comprender e imaginar.

¿Cuáles son los síntomas para preocuparnos?

Uno de los signos vinculado al estudio de los recursos hídricos en relación con nuestro consumo, es el creciente incremento del número de cauces de ríos que ya no llegan al mar, que se agotan en su recorrido. Y el río Turia es uno de ellos. Los ríos aportan sedimentos al mar que son indispensables para el equilibrio dinámico entre el caudal aportado por el río y el mar al que desemboca. Cuando este aporte se elimina, la morfología del entorno cambia, tanto en las riberas de los cauces, como en el entorno marino.

A gran escala, el gran número de ríos que no llegan al mar es un síntoma de la emergencia hídrica a la que nos enfrentamos, fundamentalmente por el exceso de consumo de agua dulce vinculado con la actividad humana que contribuye en gran medida al desequilibrio medioambiental. Hay otros síntomas de menor visibilidad a nuestro alcance que muestran la misma emergencia, como el hecho de que las fuentes se han ido secando en la mayoría de las poblaciones de nuestro entorno geográfico, un síntoma evidente del descenso de las reservas de los acuíferos cuya consecuencia es que las fuentes dejan de emerger.

El término municipal de Aras de los Olmos tiene una extensión de 76,04 km² con una orografía irregular que va desde los 650 m sobre el

nivel del mar por el que circula el río Turia a su paso por el lado occidental a los 1315 m de la muela de la Ermita en el extremo oriental. En este espacio del territorio tan particular se encuentra una de las riquezas en biodiversidad más notable entre los recursos naturales a conservar en la Comunidad Valenciana.

Los cauces del Turia y el río de Arcos son los principales recursos hídricos que circulan por el territorio del municipio, alimentados estacionalmente por múltiples barrancos y escorrentías que les suministran agua de lluvia y de las tormentas como si se tratase del sistema radicular de una planta.

Aún con todo ese sistema hídrico heredado que forma parte del patrimonio natural de la humanidad y que ha sido recientemente declarado “Reserva de la Biosfera”, la mayor parte del término municipal es desde hace muchos años un territorio de secano para la práctica de la agricultura. Es importante señalar esta característica desde una perspectiva de sostenibilidad de la actividad futura en el municipio si se aspira a mantener el equilibrio y la riqueza medioambiental que lo caracteriza.

En este contexto fijar la atención en el estado de las fuentes es el hilo que nos permite tratar de determinar el estado de salud del sistema hídrico que suministra agua dulce a la población y establecer datos y referencias básicas, para que las decisiones venideras contribuyan a mantener un sistema de suministro de agua al ecosistema y a la población local de las futuras generaciones.

Esta es la relación de fuentes históricas del municipio. Entre ellas hay algunas en las que brota agua durante todo el año de forma constante, aunque con periodos de reducción del caudal importantes, el resto están secas prácticamente todo el año, excepto en épocas de lluvias en algunas de ellas que rebrotan y otras se encuentran secas desde hace años.

FUENTES DEL TÉRMINO MUNICIPAL DEL ARAS DE LOS OLMOS

NOMBRE DE LA FUENTE	SERVICIO	UTILIDAD
Fuente de Santa Catalina	Servicio Público	
Fuente de la Plaza del Olmo	Servicio Público	
Fuente de la Plaza Mayor de Losilla	Servicio Público	
Fuente de la Teja de Losilla	Servicio Público	
Fuente del Tornajuelo	Servicio Público	

NOMBRE DE LA FUENTE	SERVICIO	UTILIDAD
Fuente del Prado	Servicio Público	
Fuente del Pozo	Servicio Público	
Fuente de la Araña	Servicio Público	
Fuente de los Rubiales	Servicio Público	
Fuente Grande	Servicio Público	
Fuente de la Fuentecilla y Pocica	Servicio Público	
Fuente copropiedades para cocer altramuces (extramuros)	Servicio Público	
Fuente del Agua Tomás	Servicio Público	
Fuente de los Mangranos	Servicio Público	Alb. turístico
Fuente de Bajos Mangranos	Servicio Público	Riego huertos
Fuente del Rentó Benito	Particular	Riego huertos
Fuente del Tío Casimiro	Particular	Riego huertos
Fuente de los Caños	Particular	Riego huertos
Fuente de Monterde	Particular	Riego huertos
Fuente del Campillo	Particular	Riego huertos
Fuente de la Canaleja	Particular	Riego huertos
Fuente de las Navazuelas	Particular	Riego huertos
Fuente de los Ojuelos	Particular	Riego huertos
Fuente del Corral de Arriba	Particular	Riego huertos
Fuente de la Artezuela	Particular	Riego huertos
Fuente del Huerto Gabino	Particular	Riego huertos
Fuente de la Rambezuela	Particular (Losilla)	Riego huertos
Fuente de lol Jolines	Particular	Riego huertos
Fuente del Prado Navarro	Particular	Riego huertos
Fuente de la Cerrada	Particular	Riego huertos
Fuente del Cebrillo	Particular	Riego huertos
Fuente de los Tornajos	Particular	Riego huertos
Fuente de la Magra	Particular	Riego huertos
Fuente de la Zarza	Particular	Riego huertos
Fuente del Lirio	Particular	Riego huertos

Datos facilitados por José Vicente Fábregues

Este artículo surge precisamente del estado actual de las fuentes en el término municipal documentada mediante la APP - fuentesdearas⁴, a la que se puede acceder mediante un dispositivo móvil para registrar el estado de las fuentes.

Esta APP permite hacer fotos, grabar videos, incluso registrar opiniones respecto de la historia de cada fuente según el recuerdo y los testimonios que se puedan reunir durante una excursión a través de un cuestionario sencillo de completar que incluye también la geolocalización del lugar de la fuente.

La memoria común nos indica que todas estas fuentes estaban activas en la década de los 60 y los 70, siendo progresiva su reducción de emisión de agua a partir de finales del siglo pasado hasta hoy.

¿Qué ha pasado en estos últimos 50 años en el territorio?

Gracias a la labor de personas que se ocupan del registro de datos, como es el caso de Joan M Bullón, podemos analizar los datos de la pluviometría y las temperaturas que se han registrado en el municipio en los últimos 32 años. Los datos son muy interesantes para el estudio que nos ocupa. Las precipitaciones desde 1990 se muestran en la Imagen 4 y las temperaturas medias anuales en la Imagen 5.

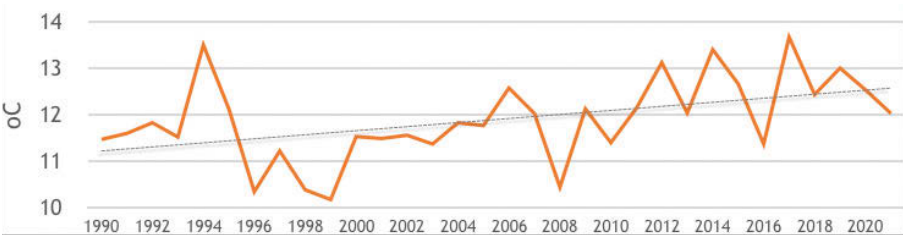
Imagen 4. Precipitación media mensual en mm/m2 recogida en la estación meteorológica de La Cambra (AEMET) en Aras de los Olmos desde 1990 hasta 2021 (línea azul). Tendencia lineal ajustada a la precipitación media mensual en línea gris punteada. Fuente: Agente Forestal Joan M Bullón



⁴<https://fuentesdearas.webflow.io/>

Imagen 5. Temperatura media en oC recogida en la estación meteorológica de La Cambra (AEMET) en Aras de los Olmos desde 1990 hasta 2021 (línea naranja). Tendencia lineal ajustada a la temperatura media en línea gris punteada. Fuente: Agente Forestal Joan M Bullón

Temperatura media por años en Aras de los Olmos

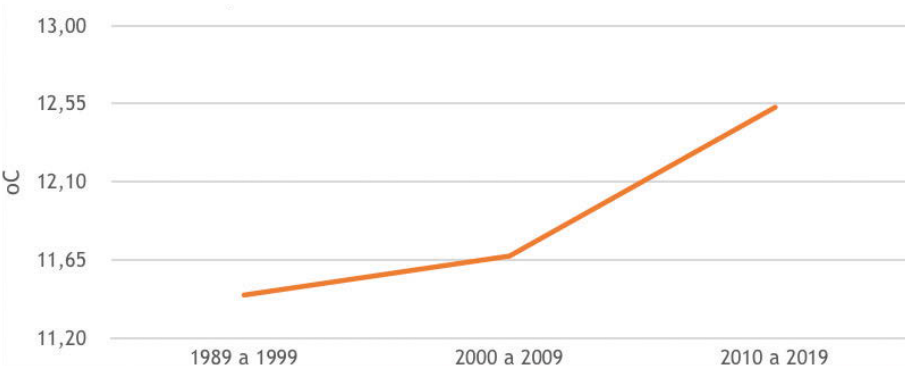


La serie en ambos gráficos muestra una forma de sierra que resulta poco clara para extraer conclusiones, pero si los datos de temperatura los acumulamos en periodos comparados cada diez años, tal como muestra la Imagen 6, se observa una clara tendencia positiva de la serie con una subida de la temperatura media de 1,08 °C en el periodo estudiado.

Este incremento invita a la reflexión en distintos aspectos, siendo algunos de ellos la evolución de las precipitaciones, el clima del territorio y su efecto sobre la biodiversidad.

Imagen 6. Temperatura media cada 10 años en oC recogida en la estación meteorológica de La Cambra (AEMET) en Aras de los Olmos desde 1989 hasta 2021 (línea naranja). Fuente: Agente Forestal Joan M Bullón

Temperatura media cada 10 años en Aras de los Olmos



Las precipitaciones se han mantenido, creciendo mínimamente en el volumen total anual, pero es necesario precisar que debería realizarse un análisis particularizado de este apartado, para saber si las precipitaciones han variado, incrementando su intensidad.

Los datos que muestra el último informe general publicado por la agencia AEMET en una serie de mayor amplitud temporal, muestra un incremento general de la temperatura de 1,1 °C, que corrobora⁵ las tomas de muestra de las estaciones locales.

Los datos expuestos sobre las precipitaciones invitan a un análisis de mayor profundidad posterior, pues el ligero incremento de la pluviometría no compensa en absoluto la pérdida del nivel de reposición del acuífero a la vista del proceso de desaparición de las fuentes y de la cota de extracción que actualmente se realiza a 240 m en el pozo de “las Nogueras” como se muestra en la Imagen 7.

La sensorización de estos subsistemas para una toma de datos más completa sería la mejor medida a adoptar para obtener una información más concluyente que permita analizar los niveles de mantenimiento del sistema acuífero del que se abastece el término municipal de Aras de los Olmos en relación con el régimen pluvial de la zona.

En resumen, la temperatura media ha subido 1,08°C desde hace 32 años y la pluviometría no ha variado significativamente, a falta de determinar si llueve de forma más intensiva o con la misma distribución estacional.

Entonces, **¿por qué se han secado la mayoría de las fuentes? ¿Es la subida de temperatura la causa principal, dado que la pluviometría se mantiene en valores similares o influyen otros factores?**

Análisis de consumo

Un apartado fundamental es el análisis del consumo mediante los datos facilitados por la empresa municipal que gestiona el agua en la población. El agua que bebemos surge de un sistema combinado, un manantial y un acuífero⁶. El río Turia discurre por el término municipal, pero no aporta agua al pueblo, más allá de su escasa utilización en las tierras de regadío que encontramos en su ladera, en la zona del Marqués.

⁵ http://www.aemet.es/es/noticias/2020/07/Informe_anual_estado_del_clima_2019

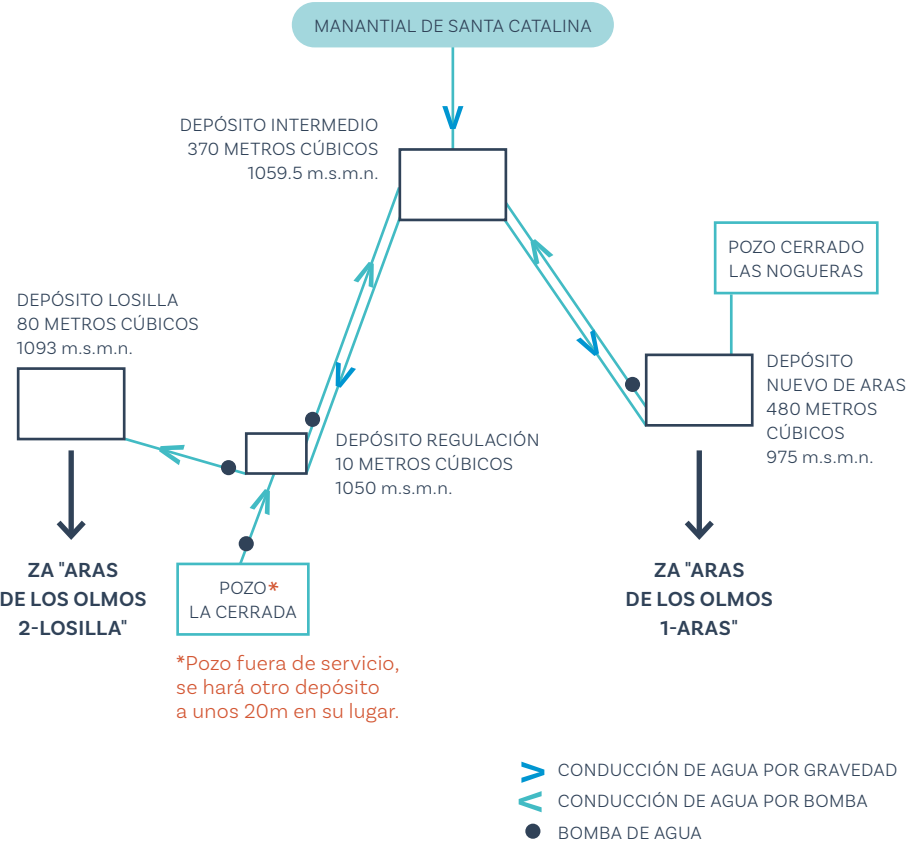
⁶ Ver imagen 7. Sistema de suministro de agua potable en Aras de los Olmos.

Según la información facilitada por el ayuntamiento en relación con la información técnica que suministra la CHJ, el sistema de abastecimiento de agua dulce en Aras de los Olmos procede de dos zonas de aducción:

- 1. Manantial de “Santa Catalina”: Captación en manantial de superficie.
- 2. Pozo Cerrado “Las Nogueras”: Captación en pozo a 240 metros de profundidad)

Además, en la Imagen 7, aparecen las Zonas de Aducción (Z.A.) relativas a la extracción del acuífero subterráneo del que procede el caudal de mayor capacidad actualmente. El suministro se gestiona a través de un sistema de depósitos intermedios que alimentan la red distribuida hacia Aras de los Olmos y Losilla.

Imagen 7. Sistema de suministro de agua potable en Aras de los Olmos.

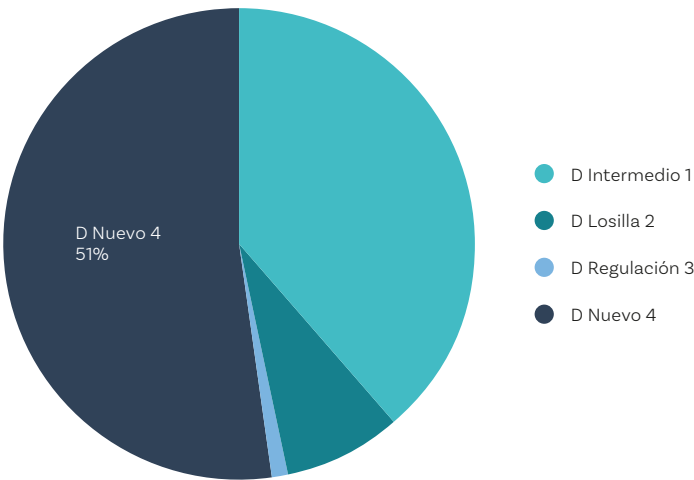


La CHJ asigna a los ayuntamientos unas cantidades de consumo de agua anual expresadas en M³ que en el caso de Aras de los Olmos actualmente son las siguientes, según información facilitada por el Ayuntamiento:

Concesión CHJ	P4604100J
Asignación anual	140000 m ³
Caudal máximo	20,26 l/s

La concesión plantea unos límites superiores en relación con los datos de consumo que facilita el propio ayuntamiento hasta el año 2021, si bien tras el análisis se observan aspectos que requieren mayor atención y que generan dudas respecto de una interpretación fácil que nos lleve a pensar la población cuenta con unos recursos hídricos muy elevados y garantizados para el futuro.

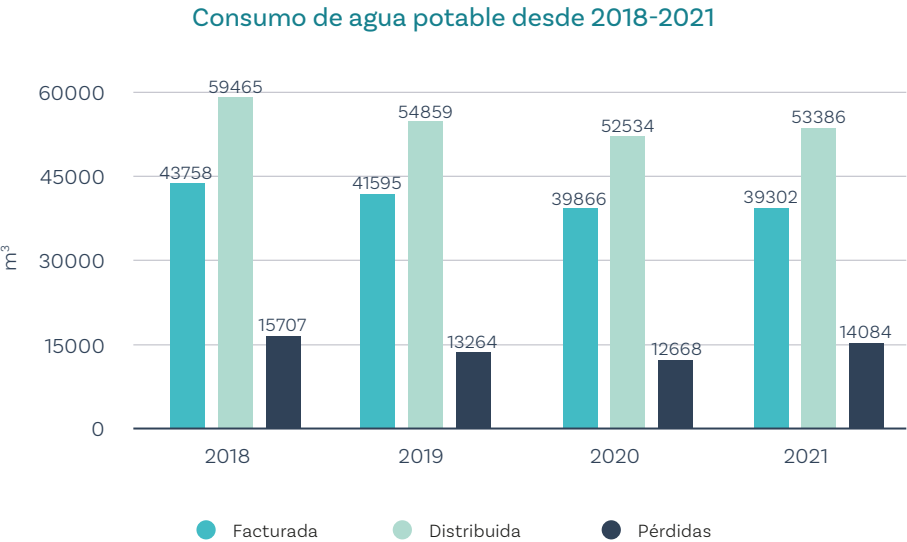
Imagen 8. Capacidad de almacenaje de los depósitos de agua.
Capacidad M³



El gráfico de la Imagen 8 muestra la capacidad de almacenaje de los depósitos de agua cuya suma total asciende a 940 m³. En la Imagen 9 se muestran los datos básicos relacionados con el uso del agua en la población desde 2018 a 2021. Si nos fijamos en el dato del caudal de agua distribuida en el año 2021 (53.386 m³) y lo dividimos por el volumen máximo de capacidad que disponen los depósitos de agua, se obtiene el numero de veces que se renueva el agua de los depósitos al año, que es 56,79 veces, lo que supone una media cercana a las cinco veces cada mes.

La media no es significativa en términos de planificación del consumo, es solo una referencia orientativa, en cambio si es interesante analizar esta información ajustando los datos a los meses de mayor concurrencia poblacional, pues esa estimación es la que conviene tener para determinar los límites de consumo que el sistema nos puede ofrecer en caso de un incremento poblacional o de otro tipo de uso del agua en un tiempo determinado.

Imagen 9. Consumo de agua potable en Aras de los Olmos en el periodo 2018-2021 **estratificada** por agua **facturada y pérdidas**.



La Imagen 9 representa la suma de uso y consumo de agua a partir de los datos de facturación emitida por el órgano gestor a través de la Diputación de Valencia. El periodo de análisis muestra una ligera tendencia de contención decreciente que está vinculada con el periodo Covid que ha supuesto una reducción de la actividad en general en todos los sectores.

El agua distribuida muestra los niveles de extracción anual, siendo preocupante el volumen de las pérdidas de agua, que se aproxima a un tercio del total de consumo, según la empresa gestora debido al deterioro y deficiente estado de la red de distribución. En este sentido, es muy importante la inversión municipal anunciada para la reparación de la red junto con la instalación de contadores digitales que permiten un sistema de información mucho más completo para el conjunto de necesidades de mantenimiento y gestión de la red de suministro.

La estacionalidad del consumo también es interesante, muestra cómo el segundo semestre del año acumula un mayor volumen de consumo. En este periodo (julio a diciembre) se da el mayor volumen de ocupación de viviendas en la población junto con las temperaturas más elevadas del año, aspectos que contribuyen sin duda a un incremento de la media de consumo respecto del primer semestre anual.

Imagen 10. Consumo de agua **potable**:

Solamente el primer semestre de cada año desde 2018 a 2022, para observar evolución en el mismo periodo. Las **pérdidas** son proporcionales a la variación del consumo en cada periodo.

Comparación Primer Semestre anual

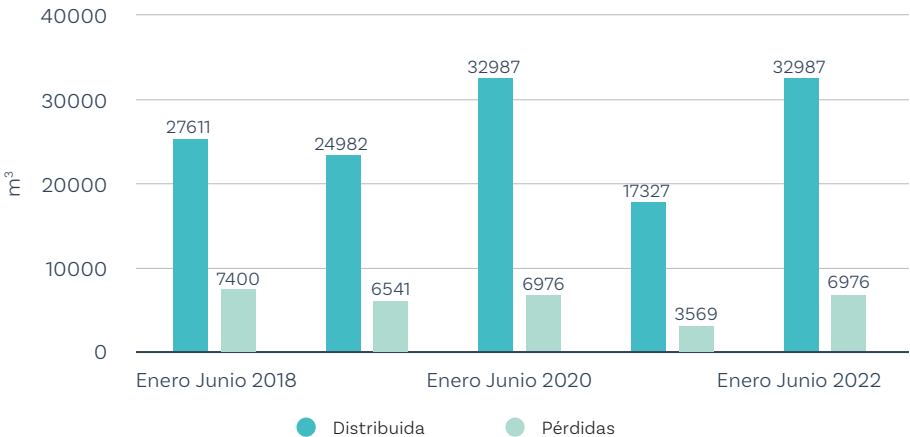
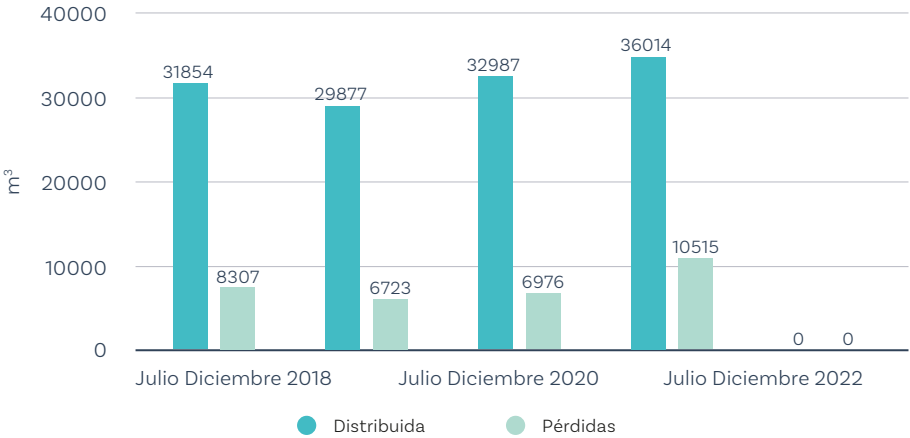


Imagen 11. **Consumo de agua potable:**

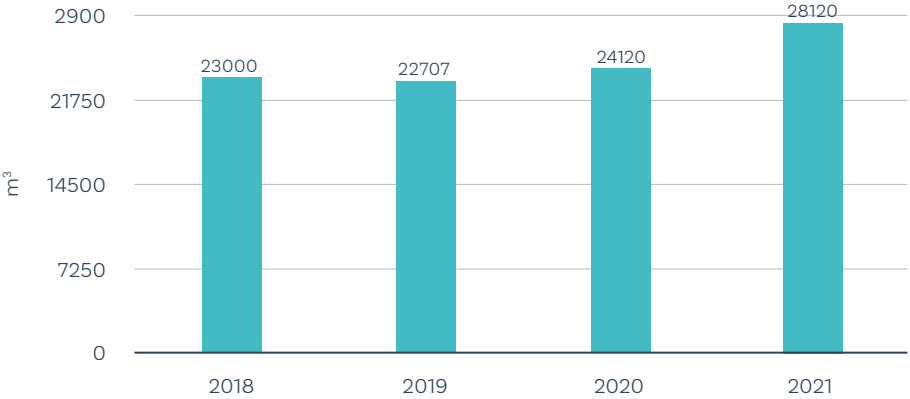
Solamente el segundo semestre de cada año desde 2018 a 2022, para observar evolución en el mismo periodo. Las **pérdidas** son proporcionales a la variación del consumo en cada periodo.

Comparación Segundo Semestre anual



Otro apartado importante en el análisis de consumo se refiere el volumen destinado a la ganadería.

Imagen 12.
Destinado a ganadería

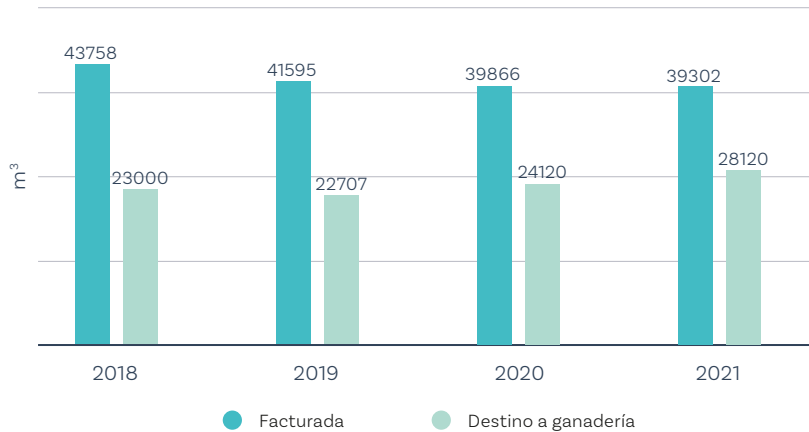


En la evolución de consumo anual destinado exclusivamente a la ganadería se observa una tendencia de crecimiento, incluso en el periodo de menor actividad durante el confinamiento por Covid-19. Probablemente el ayuntamiento debería comprobar si esta tendencia se debe al incremento de licencias o al incremento del tamaño de las licencias de ganadería existente.

En el gráfico siguiente se observa el peso específico que este tipo de consumo representa en el total del consumo municipal.

Imagen 13. Consumo destinado a la ganadería respecto del destinado a la población.

Comparación Facturada / Uso ganadero



Los datos del primer semestre de 2022 registran un incremento notable respecto del año anterior, si bien en el momento de redacción de este artículo, no se han incluido en el gráfico anual hasta que consten los datos completos con el segundo semestre del año 2022.

A la vista de los datos expuestos se desprende la necesidad de contar con estudios técnicos adecuados que contemplen los límites al crecimiento de la actividad ganadera en la población en relación con las necesidades de suministro que permanecen equilibradas y constantes en el suministro de agua potable a la población y las viviendas.

Conviene considerar al respecto el objetivo de sostenibilidad, que representa no agotar los recursos naturales, pues si se agota el acuífero que suministra agua a la población, no habrá actividad ganadera, ni habitantes

en la población. Los periodos de escasez, en los que ha sido necesario racionar el horario de uso de la red no son tan lejanos en el tiempo y las generaciones de más de 40 años lo recordarán perfectamente.

A la vista de los datos expuestos, se ha visto cómo los cambios generales señalados bajo el paraguas del cambio climático nos afectan por igual en el territorio, aunque no encontramos una explicación completa del porqué se han secado las fuentes en el municipio.

¿Qué más ha ocurrido que puede afectar a este proceso que ha secado las fuentes?

Se han producido otros cambios en la gestión del territorio que señalan personas del pueblo que se han interesado por esta cuestión, como Paco Moreno, qué según sus impresiones recogidas a su vez con diferentes personas del pueblo, indican que seguramente la amplia plantación de almendros en una parte importante de la superficie agraria en producción puede representar un mayor consumo de agua en la capa mas superficial del suelo. También se señala desde otras opiniones recogidas, el posible efecto del incremento de pozos particulares, si bien no se manejan datos que completen esta impresión.

Puesta esta tesis en contraste con Regina Monsalve, ingeniera agrónoma y presidenta del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Valencia, nos indica Regina que el consumo del almendro no puede explicar que las fuentes se hayan secado y piensa que es improbable esta causa en su situación actual, pues las raíces de estos árboles no profundizan más de 75 cm a 1 m. en su sistema radicular.

En zonas del Guadalquivir con amplias extensiones de huertos de almendro, se ha implantado un sistema de riego por goteo y riego subterráneo por goteo, con una canalización a unos 30 cm de la superficie, que según diversos informes implica un aprovechamiento del agua y una reducción de la evapotranspiración de alrededor del 40% respecto del riego por goteo en superficie. En este tipo de instalaciones se ha registrado un consumo de agua de unos 12000 m³ X ha. para un incremento notable de producción⁷.

⁷ <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/367454-El-riego-deficitario-en-el-cultivo-del-almendro.htm>

Según este informe, el consumo de agua del almendro es elevado en primavera y en otoño, momentos en los que la planta requiere nutrientes para su crecimiento. La mejora de la producción en Aras de los Olmos, atendiendo a la amplia extensión de hectáreas de plantación de almendros, en todo caso debería planificarse mediante un sistema de recogida del agua de lluvia diseminado en superficie, que permitiera compensar el riego deficitario estacional.

A la vista de los datos en $\text{m}^3 \times \text{ha}$. que supone la implantación de riego para el almendro, los efectos de este volumen de extracción sobre el acuífero serían insostenibles en pocos años.

¿Cómo evolucionarán los acuíferos en los siguientes 10 años?

Un cambio de uso del suelo en producción está siendo la plantación de campos de carrasca para la obtención de trufa. Se trata de una práctica relativamente nueva en el municipio en un contexto temporal complejo, además de por los factores de sostenibilidad medioambiental, por su relación particular con el proceso de concentración parcelaria y la difícil integración de la inversión que requiere en la futura reasignación de parcelas que surgirá de la concentración.

Centrando el análisis en los factores medioambientales desde una perspectiva de sostenibilidad para la transición de cultivos que requiere la plantación de carrascas, es importante poner el foco en los niveles de pluviometría requerida para este tipo de plantaciones según los datos expuestos para los últimos 32 años si el modelo de producción de trufa que se espera implantar está diseñado para un cultivo en secano, como es el modo tradicional común del territorio municipal.

Al respecto cabe señalar la pluviometría media mensual registrada en las últimas décadas, inferior a los 45 litros m^2 como se ha visto anteriormente, siendo recomendable según los expertos para la práctica de esta actividad una media entre 42 y 150 litros m^2 .

Según el informe que se puede consultar en la Web del Ministerio de Agricultura sobre las estimaciones de consumo de agua para riego por goteo, simplificando el análisis, entendiendo que hay muchas variables a contemplar: porosidad del suelo, distancia entre plantas, extensión de la plantación, pluviometría estacional, entre otras; la tabla nos muestra unas referencias generales que dimensionan un alto nivel de consumo

por hectárea en una plantación de carrascas, que aplicado a los meses de mayor exigencia de riego establecen las siguientes recomendaciones: 1000 litros por hectárea en junio, 2000 l x ha. en julio y 3000 l x ha en agosto.⁸

La idea de compensar el déficit de agua de lluvia por m² en Aras de los Olmos por sistemas de riego por goteo de las carrascas a través de pozos de extracción plantea una duda razonable respecto de los recursos reales que dispone el acuífero del que se extrae el agua potable para el pueblo, siendo una opción más sostenible la captación de agua de lluvia mediante cisterna, balsa o laguna.

Los datos que ofrece la CHJ se basan en estimaciones amplias del acuífero denominado subsistema de Alpuente que abarca la mayoría de las poblaciones de la comarca y cuyos datos no están particularizados en relación con la orografía y los niveles respecto de la altura de cada población en relación con el nivel del mar.

Además, la legislación respecto de las mediciones de los recursos hídricos es muy laxa y diferente para los acuíferos respecto de las aguas superficiales. Los acuíferos tienen una dificultad técnica de conocimiento mayor, las mediciones de los niveles de recursos disponibles son mucho más distanciados en el tiempo y los efectos de reposición respecto de la extracción no son instantáneos: no llueve y sube el nivel del acuífero, no funciona de este modo, un acuífero puede tardar meses en reponer el agua de lluvia caída en una estación.

La regulación legal para el uso privativo del agua, concepto legal en el que queda enmarcada la autorización para la realización de obras y la construcción de pozos en una parcela particular, la encontramos en los “Tramites de Concesión” el enlace siguiente de la CHJ.⁹

Es importante legalizar y registrar los pozos de extracción, además de tratarse de una obligación legal cuyo incumplimiento puede suponer una sanción, sobre todo porque desde la consideración de que el agua es un bien común, los usos privativos que se puedan autorizar por el órgano gestor, que en Aras es la CHJ, deben estar controlados periódicamente,

⁸ Fuente: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_1994_741_286_294.pdf

⁹ Ver en: <https://www.chj.es/es-es/ciudadano/modelossolicitud/Paginas/Concesiones.aspx>

pues es el único modo en el que se puede garantizar el suministro de agua potable a la población.

Por esta razón, sería recomendable que los informes técnicos municipales para la apertura de nuevos pozos en el municipio se elaboren por personal especializado y contemplen datos actualizados de niveles de extracción que reflejen mediciones basadas en sensores que operan con una periodicidad menor a la anual usada actualmente y en cuanto a los datos de superficie, con sensores que aportan datos prácticamente en tiempo real, tanto de reposición como de extracción.

Es importante particularizar esta información centrando el análisis de los datos en el término municipal de Aras de los Olmos, pues de poco serviría en un hipotético futuro de restricciones de agua, descubrir que la información utilizada por la CHJ se corresponde con todo el subsistema de pueblos que se alimentan del mismo acuífero y que resulta que Aras y Losilla se encuentran a una altura superior al resto. Recordemos que actualmente el pozo de “Las Nogueras” ya baja a 250 m para la extracción de agua y es además el principal caudal de suministro de la población.

Una mirada general a la legislación sobre los acuíferos y los 6 requisitos para hacer y legalizar un Pozo de Agua.

Los acuíferos nos remiten a compartir un recurso natural que nos resulta imprescindible para vivir, por esa razón la legislación española considera a partir de la Ley de Aguas de 1985 y las sucesivas modificaciones, que el agua es un recurso de dominio público del Estado, particularmente los acuíferos, art.12. Cap IV del RD 1/2001, de 20 de julio que dice literalmente:

CAPÍTULO IV

De los acuíferos

Artículo 12. *El dominio público de los acuíferos.*

El dominio público de los acuíferos o formaciones geológicas por las que circulan aguas subterráneas, se entiende sin perjuicio de que el propietario del fundo pueda realizar cualquier obra que no tenga por finalidad la extracción o aprovechamiento del agua, ni perturbe ni deteriore su calidad, con la salvedad prevista en el apartado 2 del artículo 54.

Así pues, la extracción queda limitada a autorización administrativa del Estado a través del órgano gestor, que en nuestro caso es la CHJ.

Para completar este asunto, el art. 54 de referencia dice:

Artículo 54. *Usos privativos por disposición legal.*

1. El propietario de una finca puede aprovechar las aguas pluviales que discurren por ella y las estancadas, dentro de sus linderos, sin más limitaciones que las establecidas en la presente Ley y las que se deriven del respeto a los derechos de tercero y de la prohibición.

2. En las condiciones que reglamentariamente se establezcan, se podrán utilizar en un predio aguas procedentes de manantiales situados en su interior y aprovechar en él aguas subterráneas, cuando el volumen total anual no sobrepase los 7.000 metros cúbicos. En los acuíferos que hayan sido declarados como sobreexplotados, o en riesgo de estarlo, no podrán realizarse nuevas obras de las amparadas por este apartado sin la correspondiente autorización.

Los requisitos específicos que regulan la obra de un pozo para la extracción de agua de un acuífero se pueden consultar además de en la CHJ, en este enlace¹⁰.

Para ir concluyendo este artículo, pues es evidente la amplitud y complejidad del conjunto de factores que inciden en el estudio del ciclo del agua y la importancia que tiene obtener datos reales para la toma de decisiones que afectan a toda la población en cada territorio de uso del agua, a modo de conclusión surgen algunos interrogantes y algunas certezas en el caso específico del sistema hídrico que abastece de agua dulce a la población de Aras de los Olmos.

Interrogantes que humildemente me gustaría despejar y conocer mejor en términos explicativos que ayuden a una sostenibilidad futura del abastecimiento de agua en la población.

¿Cómo debería ser el sistema de control de los acuíferos que suministran agua a la población? ¿Deben incorporar elementos de sensorización y monitorización que permitan una gestión eficaz y sostenible? ¿Debe incrementarse el grado de información y la responsabilidad de la población respecto de la gestión del agua potable?

¿Existen estudios de sostenibilidad en la CHJ de referencia para informar sobre los efectos de la extracción de los acuíferos respecto de

¹⁰ <https://gesmontes.es/requisitos-para-hacer-un-pozo-de-agua/>

peticiones a gran escala de transición de cultivos de secano a regadío? ¿se utilizan parámetros científicos de referencia para informar sobre la apertura de nuevas extracciones antes de su autorización?

¿Se ha estudiado por el órgano gestor de los recursos hídricos el síntoma de la desaparición de las fuentes en las poblaciones de interior? ¿Es un síntoma de emergencia hídrica real que nos debe llevar a reformular en términos de sostenibilidad el uso del agua?

¿Se aplica la legislación de transparencia para la divulgación de los datos esenciales que debería conocer la población respecto del estado del sistema de suministro del agua a su población? Podemos acceder a la web de la CHJ en este enlace¹¹.

En el apartado de certezas, es importante rescatar del pasado el valor de las fuentes para la subsistencia de la humanidad.

- Las fuentes representan la descarga de un sistema acuífero.
- Muestran la conexión del sistema de aguas subterráneas con las aguas superficiales.
- Son espacios de elevada riqueza biológica, situados en hábitats frágiles.
- Constituyen un refugio de fauna y flora acuática.
- Forman parte del patrimonio cultural, histórico y social del territorio.

En la década de los años 60 para las familias era motivo de fiesta ir al río a celebrar el final de la siega. A finales de agosto muchas familias íbamos a la fuente de la Araña a pasar el día, nos bañábamos en la cascada y los críos nos dedicábamos a tratar de pescar cangrejos en el riachuelo con juncos, colocando en la punta un poco de jamón para hacerlos salir.

Hace muchos años que los cangrejos se extinguieron en este pequeño cauce que proviene del barranco de la Gotera y es una muestra evidente de los efectos que el cambio climático tiene en nuestro entorno cercano.

Los pueblos y sus habitantes son los principales valedores del cuidado medioambiental. Tal vez desde pequeños deberíamos estudiar con mayor detalle y amplitud el valor del medio natural en el que hemos nacido. En Japón, según cuenta el autor del libro **“El buen antepasado” Roman Krznaric**, hay una comisión de Estado cuya única misión es analizar si

¹¹ <https://www.chj.es/es-es/Paginas/Home.aspx>

las decisiones políticas que se vayan a tomar serán positivas dentro de 7 generaciones, recomendando o no su aplicación en función de su sostenibilidad pasados unos 500 años.

El mismo autor cuenta como los arquitectos que han creado las catedrales a lo largo de la historia, eran conscientes de que su obra no estaría siquiera terminada probablemente antes de morir.



Nuestros buenos antepasados crearon los huertos cercados del pueblo, las balsas, los caminos agrícolas, trabajaron las paredes y muros de los bancales de los campos, nos enseñaron y transmitieron su conocimientos sobre las plantas y sus aplicaciones en la salud y en la enfermedad, nos hablaron de la influencia de la luna para que maduren los tomates, nos contaron las mejores historias sobre como cuidar los animales del corral para tener comida todo el año, recientemente paralizaron la mina de la Muela sabiendo que destruiría el acuífero, en definitiva, nos enseñaron a vivir en este territorio, nos transmitieron la cultura rural.

Seamos buenos antepasados y tratemos de hacer lo mismo con las siguientes generaciones.

Agradecimientos

Ese artículo ha sido posible gracias a la información y a la colaboración de muchas personas y no quisiera dejar de nombrarles. Ha sido esencial acceder a los datos de consumo, agradezco al ayuntamiento la transparencia y la agilidad, a **Mutaz Alajami** y a **Nuria Álvaro** particularmente por atender mis peticiones y reiteraciones. El trabajo de **Joan M Bullón** en el pueblo va más allá de su labor estrictamente profesional y le agradezco el registro de datos que viene realizando desde hace 32 años, que ha permitido el

análisis de la pluviometría y la evolución de la temperatura. El conocimiento de la historia y la evolución de los factores socioeconómicos en relación con el estado de las fuentes se lo agradezco a **Paco Moreno** por su nutrida experiencia y conocimiento del territorio y del registro en un plano más cualitativo de las interpretaciones que se comentan entre la población. A **José Vicente Fabregues** que mantiene vivo el archivo documental de publicaciones históricas cuando era Aras de Alpuente, donde encontramos la relación de fuentes que se publica en este artículo. A **Regina Monsalve** por ser un libro abierto en el que puedes entender las relaciones esenciales de los ecosistemas a preservar, a valorar la herencia de la cultura rural y a situar en el punto adecuado la innovación y la tecnología al servicio del medio natural y no a la inversa. En este sentido he de agradecer a **Cesar Cortés** su aportación, que me llevó a pensar sobre la importancia de la juventud en cualquier innovación que se quiera usar para determinar el estado de las fuentes en un agradable paseo hasta el barranco de la Tejería para el desarrollo de la APP. A **Ximo Sánchez** y a **Julio Lacarra** les debo la información del valor y riqueza de la biodiversidad que encontramos en el término municipal, desde la cota más baja, en el río Turia, hasta la cota más alta, en la Muela. Me ha ayudado particularmente la mirada crítica académica de **Juan Miguel García Gómez** para darle forma a este texto, de manera ordenada y presentable, además de la revisión y verificación de la validez de los datos expuestos. He de agradecer también a **Joaquín Martín Cubas** la invitación a participar en esta edición en la Universidad de Verano en Aras de los Olmos, un evento ya consolidado anualmente como el mejor referente de la labor de divulgación científica que la colaboración con la Universidad de Valencia a través del centro “**Big History**” está desarrollando en los últimos años. La sensibilidad y el conocimiento que requiere escribir sobre el agua en su dimensión esencial para la vida en el planeta, aunque sea para un caso tan particular como el que se ha tratado en este artículo, se la debo y se lo agradezco especialmente a **Francesc la Roca**, que en varias conversaciones en el cauce del río Turia de Valencia ha agrandado el campo de visión y me ha ayudado en la utilización de las palabras precisas para referirme al líquido elemento. Finalmente agradezco la paciencia y comprensión por mis errores a las personas que lo lean. En todo caso, los errores que puedan encontrar son enteramente míos.

Referencias documentales y bibliografía.

DEL ROMERO RENAÚ, Luís y otros (2020). “Los ingenios hidráulicos de las Bailías. Patrimonio Industrial y Despoblación en el Maestrazgo”. Edit. CEMAT.

DE VERDA Y BEAMONTE, José Ramón (1999). “La legislación valenciana en materia de aguas” – Edición Digital.

GARCÍA, Ernest. (2021). “Ecología e Igualdad: Hacia una relectura de la teoría sociológica en un planeta que se ha quedado pequeño”. Ed- Tirant – Humanidades.

GARRIDO MARTÍN, Tomás; LA ROCA, FrancesC; y MUNNE, Antonio. (2020). “Valoración de servicios ecosistémicos en fuentes” - Artículo Agencia Catalana del Agua.

KRZNARIC, Roman (2021). “El buen antepasado” – Madrid. Ed. Capitán Swing.

PEIRANO, Marta (2022). “Contra el futuro - Resistencia ciudadana frente al cambio climático”. Edit. Debate.

TAIBO, Carlos (2021). “Iberia vaciada – Despoblación, decrecimiento, colapso”. Ed. Catarata.

Libro Catálogo (2010): “La primera Confederación Hidrográfica del Júcar – 1934 – 1942” publicado con motivo del 75 aniversario de la constitución de la CHJ.

La respuesta a los retos del agua en la agricultura: entre la tradición y la sostenibilidad del recurso

Juan Valero de Palma Manglano

*Secretario general de la Acequia
Real del Júcar y presidente de la Federación
Nacional de C.R. de España (FENACORE)*

1. Introducción

Los primeros asentamientos del hombre sedentario siempre fueron en áreas con agua porque ha sido fundamental en el desarrollo y subsistencia de todas las civilizaciones a lo largo de la historia de la humanidad.

El agua es un elemento esencial tanto para la vida y el medio ambiente como para el desarrollo de la inmensa mayoría de las actividades económicas. Por ello la política hidráulica y la planificación hidrológica deben perseguir y armonizar ambos objetivos generales: conseguir tanto el buen estado de las masas de agua como la satisfacción de las demandas.

No es fácil conseguir estos objetivos porque en el mundo hay 1.386 km³ de recursos hídricos pero el 97,5% es agua salada. Sólo el 2,5% (35 millones) es agua dulce o “agua azul”, entendiendo por tal el agua de ríos y lagos, así como el agua subterránea. Y de estos 35 millones de km³ de agua dulce o azul, un 70% está congelada en los polos. Del otro 30%, un 29% son aguas subterráneas de difícil y costoso acceso a grandes profundidades y sólo un 1% es agua disponible para consumo humano y para los ecosistemas (FAO AQUASTAT. 2015, Centro Virtual de Información del Agua 2017)

Por ello según Naciones Unidas los conflictos políticos y las guerras del futuro serán por el agua.

2. Los regadíos en España. El ejemplo de la acequia real del Júcar

Tras esta introducción veamos cómo podemos responder al reto de la sostenibilidad en la gestión del agua desde la agricultura. Para ello tenemos que aproximarnos al estudio de los regadíos en España. Nos detendremos, a modo de ejemplo, en el caso de la Acequia Real del Júcar.

2.1. Antecedentes históricos de los regadíos en España.

Desde la antigüedad, el regadío se considera una actividad básica para la supervivencia y el progreso social y económico de la humanidad.

Este tipo de agricultura comenzó en nuestro país en tiempos anteriores a la dominación romana, evolucionando lentamente hasta llegar al millón de hectáreas al comienzo del siglo XX.

Los primeros asentamientos de población se hicieron en las llanuras de inundación formadas por los ríos junto al litoral. Los regadíos se

desarrollaron en época romana, se mantuvieron con los visigodos y se perfeccionaron con los árabes, verdaderos expertos en las técnicas del riego y el manejo del agua.

El regadío históricamente ha estado unido al desarrollo de la agricultura en las grandes civilizaciones mediterráneas. En España el regadío fue introducido y ampliamente desarrollado hace siglos, para aprovechar las condiciones naturales de luz, calor y llanuras de inundación de la cuenca mediterránea. En el Siglo XIII Jaime I crea regadíos para asentar la población en los territorios conquistados y consolidar las fronteras. Ejemplos de estos regadíos son la Real Acequia de Moncada en el Turia y la Acequia Real del Júcar.

El Fundador de la Acequia Real del Júcar fue el Rey Jaume I el Conqueridor que en el siglo XIII creó la Acequia del Rey para asentar a los nuevos pobladores fieles en las tierras recién conquistadas. Su construcción la sitúa entre los canales de mayor antigüedad existentes en España.

El rey Jaume I funda la **Acequia Real del Júcar** concediendo a los habitantes de Alzira la facultad de regar sus tierras con las aguas del gran canal e inicia la construcción de la primera sección que concluía en Algemesí.

El Rey Martín el Humano expide el Real Privilegio para que pudiesen tomar agua del río Júcar ensanchando y profundizando la Acequia en los parajes que fuera necesario, sin perjuicio de los antiguos regantes.

El Duque de Híjar inicia las gestiones para la prolongación de la Acequia Real hasta Albal durante el reinado de Carlos III. Finalizan las obras de la segunda sección que llevan el agua hasta la Albufera iniciándose el proceso de configuración del Parque Natural de la Albufera como una zona húmeda tal y como lo conocemos hoy.

La Acequia Real del Júcar mantiene una estrecha relación con la Albufera y ha tenido un papel clave en la configuración de su ecosistema. De hecho, la prolongación en el siglo XVIII de la Acequia Real por las tierras de poniente de la Albufera fue imprescindible para poder alimentar las tierras arroceras que iban ganándose al humedal. Aunque, sobre todo, la entrada de los caudales del Júcar en la Albufera resultó esencial para consolidar el paso de la gran laguna de agua salobre de época medieval y moderna, hacia el estanque de agua dulce que hoy conocemos.

La configuración actual de l'Albufera está íntimamente ligada con la

Acequia Real del Júcar. Las aportaciones realizadas durante siglos (se calcula que desde el siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XX la acequia ha aportado alrededor de 340 millones de metros cúbicos al año) consolidaron la desalinización definitiva del humedal convirtiéndolo en el lago de agua dulce que conocemos en la actualidad.

Hoy en día, en un contexto de mayor presión sobre los recursos y después del lastimoso impacto generado por la contaminación en la década de 1970, la recuperación de la Albufera depende más que nunca de la llegada de aguas limpias de la Acequia Real del Júcar. La entrada de los caudales fluviales en el arrozal es, en consecuencia, un elemento clave para preservar el ecosistema de marjal y garantizar la calidad del agua del lluent o espejo de aguas de la Albufera.

Las Comunidades de Regantes que se sitúan en el perímetro del lago también contribuyeron a diluir el efecto de los vertidos que se realizaron durante los años 60 como consecuencia de la creación de poblaciones dormitorio en el entorno de la propia Albufera. Estas aportaciones han posibilitado que la laguna mantenga su nivel óptimo de agua dulce que le ha permitido albergar la biodiversidad que caracteriza a este Parque Natural.

Durante los 760 años de su existencia, la Acequia Real del Júcar ha mantenido las mismas funciones: distribución justa, ordenada y pacífica de las aguas, creación de riqueza en la zona regable y una agricultura de exportación. Es una de las instituciones más antiguas de España. Su origen, sólo 25 años después de la creación del Reino de Valencia, la ha convertido en un signo de identidad cultural de la Comunidad Valenciana.

La Acequia Real del Júcar fue una de las principales impulsoras de la creación de la Confederación Hidrográfica del Júcar. La petición de creación de este organismo fue solicitada por el presidente de la Acequia Real del Júcar ante la Dirección General de Obras Públicas en 1934 para favorecer una gestión ordenada del río Júcar.

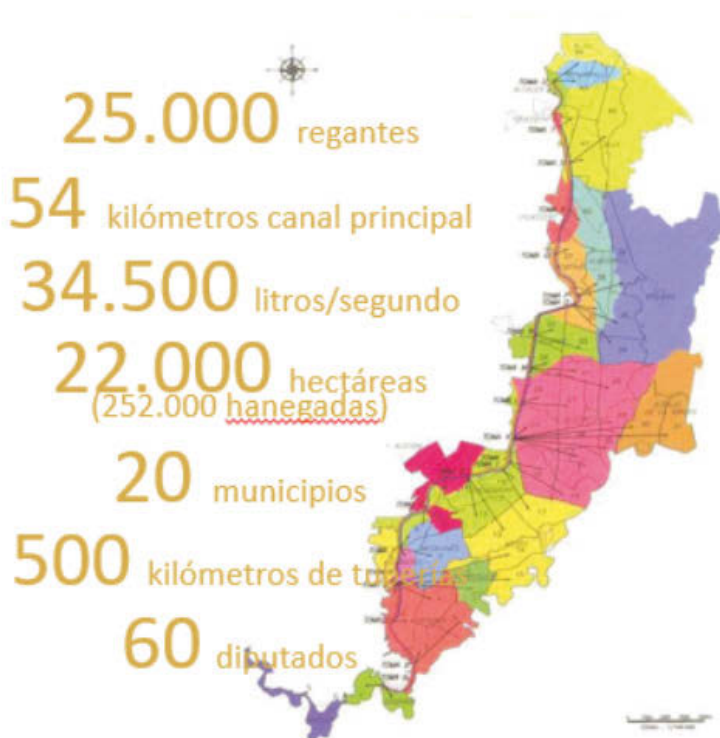
La Acequia Real del Júcar está integrada por más de 25.000 regantes que utilizan las aguas del río Júcar. Se trata de la Comunidad de Regantes más importante de la Confederación Hidrográfica del Júcar y una de las más relevantes de España.

El canal principal, que deriva el agua directamente del río Júcar, tiene su origen en Antella y finaliza, tras recorrer más de 54 kilómetros de la

provincia de Valencia, en Albal. La concesión es de 34.500 litros/segundo y suministra actualmente el agua necesaria para el riego de cerca de 21.000 hectáreas. De esta conducción deriva una tupida red de acequias de distribución hasta las parcelas, que comprende más de 500 kilómetros.

Actualmente, con las obras de modernización, el agua se distribuye a través de un sistema de tuberías a presión con capacidad para 15.000 litros/segundo que permite regar a goteo sin coste energético con un ahorro estimado de 5.783 toneladas de CO² al año. La inversión hasta 2024 ha alcanzado más de 200 millones de euros logrando un ahorro anual de 200 millones de metros cúbicos de agua.

La Acequia Real del Júcar está regida por una Junta General, formada por 60 diputados, elegidos directamente por los usuarios en las veinte poblaciones regantes y la Junta de Gobierno. Además, en cada población existe una Junta Local y un Jurado de Riegos que son los encargados de distribuir el agua por el término.



La intervención del Estado en materia de transformación en regadío no llega hasta finales del siglo XIX, de la mano del regeneracionismo, como una actividad fundamental para la superación del atraso económico español. Esta corriente fomenta el cambio acelerado de una agricultura extensiva y tradicional a una agricultura intensiva y moderna gracias a la transformación en regadío.

Ya en el siglo XX, continúa esta política a pesar de las restricciones presupuestarias. A mediados de los años 80 la transformación en regadío pasa a ser competencia de las Administraciones Autonómicas, aunque la Administración General del Estado mantiene las competencias en las Zonas Regables de Interés Nacional.

El balance de la transformación de regadíos a lo largo del siglo XX es de 1.403.000 hectáreas desarrolladas por planes públicos (Ley de 7 de julio de 1911, Ley de Reforma y Desarrollo Agrario de 1973, ...) y de 1.300.000 hectáreas transformadas por la iniciativa privada. Pocos países pueden presentar un balance de resultados como éste, lo que refleja la importancia que la política económica y la política agraria española han concedido históricamente a la política de regadíos.

3. La importancia del regadío en España

El regadío ha tenido un papel clave en la economía agraria española, especialmente a partir de 1940. En los años del racionamiento de alimentos, durante la autarquía, el regadío transformado por la iniciativa privada permitió mejorar el abastecimiento de alimentos básicos como el azúcar, la patata y los cereales. A partir de 1950 la agricultura española inicia el despegue económico y el regadío se convierte en la vanguardia del proceso de modernización agraria. El regadío incrementa la utilización de los modernos medios de producción y la productividad.

Durante el desarrollo económico de los años 60 del siglo pasado, el rápido crecimiento económico y el fuerte aumento de la renta per cápita provocó el cambio de la dieta alimenticia española. Gracias a la diversificación de producciones que permite el regadío fue posible atender las nuevas demandas de alimentos de una población más urbana y con mayor poder adquisitivo.

En los años posteriores el regadío siguió jugando un papel clave en el proceso de modernización agraria. Gracias al incremento de la produc-

tividad agraria generado por el regadío, se ha logrado que una población activa agraria cada vez menor alimente a una población urbana cada vez mayor y más exigente en cuanto a la variedad, cantidad y calidad de los alimentos que demanda.

El gran despegue de la balanza comercial agraria de la década de los años 90 se debe principalmente a la fuerte expansión de las exportaciones de las producciones del regadío y, de modo especial, a las frutas y hortalizas.

Pero la importancia del regadío en la economía agraria española no sólo es relevante desde un punto de vista macroeconómico sino también desde una óptica microeconómica. En efecto, la transformación en regadío, pública o privada, ha supuesto para muchos agricultores la supervivencia económica. Dados los problemas estructurales de la agricultura española, caracterizados por la pequeña dimensión de las explotaciones, muchos agricultores han podido aumentar su producción y renta agraria gracias al regadío. A veces, la transformación en regadío de toda o una parte de la explotación ha sido la única salida para permanecer en la agricultura.

Para comprender la aportación del regadío a nivel de explotaciones agrarias baste decir que, por término medio, una hectárea de regadío produce seis veces más que una hectárea de secano y genera una renta cuatro veces superior y genera tres veces más empleo por unidad de superficie. Pero, el regadío no sólo permite una renta más alta sino también más segura. Por un lado, por la mayor diversificación de producciones que permite, evitando así el riesgo del monocultivo de secano, facilitando que las producciones se adapten a las necesidades y preferencias de los mercados. El cultivo en regadío es un bien en sí mismo por la estabilidad que concede a las producciones frente a otras alternativas y por la mayor flexibilidad y capacidad de adaptación de estas ante escenarios cambiantes. Por otro lado, reduce el riesgo climático de los secanos áridos y semiáridos, en los que la variabilidad de las precipitaciones anuales y estacionales provoca durante los años secos severas pérdidas económicas.

3.1. La necesidad de un marco general de actuación para los regadíos en España

Aunque la planificación económica está descartada con carácter general, es necesario un marco de actuaciones en materia de regadíos, al servicio

de un desarrollo sostenible del medio rural, de una política coherente de ordenación de producciones y mercados y de la gestión eficiente de un recurso escaso como es el agua. Este marco general de actuación se requiere por varios factores:

- La necesidad de incorporar a la política de regadío, el consenso, la cooperación y la colaboración entre el Estado y las Comunidades Autónomas.
- La necesidad de encuadrar el desarrollo de los regadíos en la Política Agrícola Común (PAC) y en el desarrollo sostenible consagrado en las políticas de la U.E.
- La necesidad de coordinar la política de regadíos con la planificación hidrológica.
- La consideración del agua como un recurso escaso lo que significa que la agricultura tiene que competir con otros usos del agua, incluidos los medioambientales.
- Los acuerdos de la Organización Mundial de Comercio (OMC) conducen hacia una liberalización total del comercio a nivel mundial, especialmente el agrario, en perjuicio de la agricultura europea por la dificultad de adaptar sus altos costes de producción a los bajos precios internacionales.

4. Situación actual del regadío en España

Los factores físicos que condicionan el desarrollo de los regadíos son fundamentalmente el clima, el suelo y el agua. El clima, en cuanto al régimen de insolación y temperaturas, condiciona el tipo de cultivos a implantar y la productividad en el regadío.

La agricultura española se desenvuelve en unas condiciones físicas más difíciles que las de otras agriculturas con las que ha de competir.

En el resto de Europa los usuarios del agua tienen unos recursos hídricos mayores, en general, a los de España y además cuentan con una regulación natural simple por el régimen pluviométrico del 40% de los recursos. En España la regulación natural es tan sólo del 8%. Los usuarios españoles tienen un déficit del 32% en comparación con Europa porque allí llueve de forma suave y constante y aquí, en la mayor parte del territorio, las lluvias se producen de forma estacional y no cuando la demanda agraria está concentrada.

La agricultura española está en una situación de partida deficitaria en cuanto a regulación natural del recurso y, por tanto, con una obligación de pagar la explotación, conservación y amortización de las obras hidráulicas que permiten reducir ese déficit de la naturaleza.

Cualquier aumento del coste del recurso tendría una incidencia directa sobre los aprovechamientos agrarios que verían incrementados sus costes de producción y se perdería competitividad en la agricultura española frente a la europea y a la del resto del mundo.

Las temperaturas extremas, tanto en invierno como en verano, dificultan las alternativas de cultivo o las sitúan en situaciones marginales.

La diversidad física de las regiones es muy elevada y determina tipos de agriculturas muy diversas, con una cierta especialización productiva, lo que da lugar en muchas comarcas a una gran dependencia económica y social de un cultivo determinado (olivar y viñedo, por ejemplo).

Vamos a detenernos en el análisis del agua, que es el objeto de esta ponencia.

4.1. Los usos y las demandas del agua en España.

El informe de seguimiento de los planes hidrológicos (MITERD. Avance octubre 2021) señala las demandas anuales por demarcación hidrográfica para los usos consuntivos para el año de elaboración del plan y para el horizonte 2021:

Tabla 1. Demandas anuales por demarcación hidrográfica para usos consuntivos estimadas en los planes del segundo ciclo, para el momento de su elaboración y para el horizonte 2021.

Informe de seguimiento de los Planes Hidrológicos de Cuenca y de los Recursos Hídricos en España. (2020)

DH	Año estimación demanda	Demanda anual por usos (hm³/año)				
		Abastecimiento	Uso agrario	Uso industrial	Otros usos consuntivos	Total usos consuntivos
Total	Año elaboración plan	4.923,24	24.951,45	929,94	178,19	30.982,82
	Horizontal 2021	4.991,85	25.749,78	1.093,14	189,09	32.023,86

De acuerdo con estas cifras, la demanda estimada en España para el año 2021 es del orden de los 32.000 hm³/año. El Principal uso del agua es el de regadíos y usos agrarios, que supone aproximadamente el 80,59% de esta demanda, representando el abastecimiento urbano apenas el 15,59%, el uso industrial el 3,41% y otros usos consuntivos el 0,59%.

Figura 1. Demandas previstas a 2021 por demarcación hidrográfica considerando los principales usos consuntivos. Valores en hm³/año.
Informe de seguimiento de los Planes Hidrológicos de Cuenca y de los Recursos Hídricos en España. (2020).



Gran parte de esta demanda agraria, que incluye la producción vegetal del regadío y la producción animal de la ganadería, no siempre se ve atendida por falta de recursos disponibles.

Hay que señalar que **cuando llegan las sequías el regadío es el primer uso en sufrir restricciones**, reduciendo la demanda por la aplicación de los planes de sequía desde el 80% a un porcentaje muy inferior, porque hay zonas con gran incertidumbre sobre la disponibilidad del recurso.

Por ello conviene examinar la estimación del volumen de agua realmente utilizada para atender estas demandas:

Tabla 2. Volumen de agua utilizada para atender las demandas por usos y demarcaciones en los años 2018/19 y 2019/20.

Informe de seguimiento de los Planes Hidrológicos de Cuenca y de los Recursos Hídricos en España. (2020)

DH	Agua utilizada para usos consuntivos (hm³/año) en los años 2018/19 y 2019/20									
	Abastecimiento		Agrario		Industrial		Otros		TOTAL	
	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20	18/19	19/20
Total	4.766,18	4.735,11	23.222,46	22.571,92	1.264,04	1.240,90	297,75	300,73	29.550,43	28.848,66

El volumen utilizado para usos consuntivos en 2019/20 en el conjunto de las demarcaciones españolas asciende a unos 28.000 hm³. Respecto a la demanda que los planes hidrológicos del segundo ciclo estimaban hay un cierto descenso (cercano a los 200 hm³) del abastecimiento urbano, y un descenso más significativo de los usos agrarios (casi 2.400 hm³).

Los valores de utilización de agua en los años 2016/17 (29.225 hm³), 2017/18 (27.831 hm³), 2018/19 (29.550 hm³) y 2019/20 (28.849 hm³) se mantienen por debajo incluso de las cifras de demanda estimadas en el momento de la elaboración del plan vigente (30.983 hm³). La atención de estas demandas es solo posible gracias a una desarrollada red de infraestructuras de regulación, que a finales de 2020 ascendía a 38.234 hm³ (MITECO,2021).

El regadío en España es uno de los pilares fundamentales del desarrollo rural y de la seguridad alimentaria y el principal proveedor de la industria agroalimentaria. Supone un 14% de la superficie agraria útil y contribuye con el 66% de la producción final vegetal, con un 2,4% del PIB de España y emplea de manera directa al 4% de la población empleada.

Según los últimos datos disponibles, el valor anual de la producción de una hectárea promedio de regadío en España (5.576 euros) es 5,4 veces superior a una hectárea promedio de secano (1.030 euros).

El regadío no sólo permite unas rentas más altas, sino también más seguras, tanto por la mayor diversificación de producciones que permite,

como por la reducción de los riesgos climáticos derivados de la variabilidad de precipitaciones.

La mayor rentabilidad del regadío debe atenderse como un elemento productivo que contribuye a la viabilidad económica de las zonas rurales donde está implantado.

Así, de los 27.359 millones de euros de producción vegetal obtenidos en España en 2019 (MAPA, 2021b), aproximadamente 17.500 millones de euros procedieron del regadío.

En la última Encuesta 2021 de Superficie y Rendimientos de Cultivos (ESYRCE), publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, el total de la superficie regada en España se cifra en torno a las 3.877.901 ha. Los principales sistemas de regadío se distribuyen de la siguiente forma.

- El sistema de **riego localizado** se encuentra implantado en 2.116.591 ha, lo que supone el 54,58% del total de la superficie regada.
- El sistema de **riego por gravedad** concentra el 22,28% con 864.136 hectáreas.
- El sistema de **riego por aspersión** suma 571.604 ha, suponiendo el 14,74%.
- Finalmente, el sistema de **riego automotriz** se encuentra implantado en 325.570 hectáreas que suponen el 8,40% de la superficie total de riego.

4.2. Clasificación de los sistemas de regadío en España.

Los riegos tradicionales

Suele entenderse por riegos tradicionales o históricos aquellos ejecutados con anterioridad al año 1.900.

Los regadíos históricos o tradicionales se han mantenido a lo largo de los siglos con la regulación natural de las aguas superficiales y las aportaciones de los acuíferos subterráneos. Pero la regulación artificial ha permitido que la superficie de regadío en España haya crecido en las últimas décadas.

La superficie de riegos históricos en España es del orden de 1.075.000 ha. Como es lógico, suelen ocupar las vegas más fértiles de los ríos, las llanuras de inundación y los oasis establecidos en pequeñas huertas regadas con manantiales, utilizando aguas superficiales y sistemas de

riego por gravedad. Por lo general, su gestión la realizan las Comunidades de Regantes, aunque importantes canales están gestionados aún por las Confederaciones Hidrográficas.

Desde un punto de vista moderno, la estructura de las explotaciones no es la más adecuada, pues la mayoría de ellas tienen menos de 2 ha y la superficie de la parcela media es menor que 0,5 ha, lo que apunta claramente a uno de los principales problemas de estos riegos, que es su extremo minifundismo.

Ejemplos de riegos tradicionales son los del Canal de Castilla, los Canales de Aranjuez, las Huertas de Murcia (Junta de Hacendados, ...) y de Valencia (Tribunal de las Aguas, Real Acequia de Moncada, Acequia Real del Júcar, ...), el Canal Imperial de Aragón, etc.

Los riegos de iniciativa pública

Estos riegos, que alcanzan un total de 1.568.000 ha, se extienden habitualmente por las zonas más fértiles de los grandes valles y por las llanuras interfluviales con mejor aptitud para el riego.

El tamaño de las parcelas es algo mayor que en los riegos tradicionales, pero es aún pequeño. Un ejemplo típico de este tipo de riegos es la zona de las vegas del Guadiana (Plan Badajoz); el Canal Júcar-Turía; los Canales Cota 100 y Cota 200 en el Mijares; etc....

Las conducciones de transporte y distribución de agua para los riegos tradicionales y de iniciativa pública, por la magnitud de los caudales requeridos, suelen estar constituidas por canales abiertos, sin revestir o con revestimientos superficiales para mejorar su capacidad de transporte y su impermeabilidad.

Los riegos privados individuales

Son aquéllos que se han desarrollado por iniciativa particular mediante concesiones administrativas de aguas públicas o mediante explotaciones de aguas privadas. Ocupan una superficie total de unas 1.236.000 ha y, tanto si utilizan recursos subterráneos como superficiales, el agua de riego se obtiene, por lo general, por bombeo desde la captación o fuente de alimentación.

Ejemplo de estos regadíos encontramos en Castilla-La Mancha (Regadíos del acuífero de la Mancha Occidental, la Junta Central de Regantes de la

Mancha Oriental, etc.); en la Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía y el resto de España.

5. Las externalidades positivas del regadío

El regadío mejora las cifras positivas en todos los aspectos que le rodean, pero además de esta importantísima característica hay que destacar los otros beneficios derivados del regadío que suelen pasar desapercibidos. Algunos de esos rendimientos no son cuantificables en el mercado, pero poseen un incalculable valor social y medioambiental.

Tenemos que ser capaces de mejorar la imagen de la agricultura ante la sociedad y trasladar a la opinión pública las externalidades positivas del regadío. Se dice que existe una externalidad positiva, un beneficio externo, cuando la actividad de un agente económico provoca una mejora de bienestar, una utilidad, una satisfacción, sobre otro agente económico y, además, este beneficio externo no está compensado. Si existe compensación el efecto positivo se ha internalizado y no podemos hablar de externalidad. Podríamos señalar, entre otros, los siguientes bienes públicos que la agricultura produce y que no recibe retribución del mercado:

La estructuración del paisaje (valle del Jerte, Azahar, ...)

La aportación de oxígeno a la atmósfera por la fotosíntesis en la cubierta vegetal del regadío. Los cultivos de regadío son auténticos sumideros de CO₂ atmosférico, con el consiguiente efecto positivo sobre la capa de ozono.

La reducción de la erosión y la desertización mediante el mantenimiento de la capa vegetal en regadíos eficientes.

Gran parte del territorio de España sufre un alto riesgo de desertización como consecuencia de las sequías, los incendios forestales y el abandono de la agricultura. Se trata de un fenómeno por el que un territorio que no posee las condiciones climáticas de los desiertos termina adquiriendo las características de estos.

El Ministerio de Medio Ambiente indica que la Comunidad Valenciana (Sur de Alicante, los Serranos, el Rincón de Ademuz y varios puertos de la Sierra de Espadán) del territorio, Andalucía en más del 58 %, Cataluña y Castilla la Mancha en el 42 y 47 % respectivamente.

Para mitigar este proceso es fundamental la agricultura porque contribuye, especialmente el regadío, al mantenimiento de la cubierta vegetal que protege y fija el suelo, dándole estabilidad y resistencia frente a la erosión.

El desarrollo rural y la fijación de la población en el territorio, evitando el abandono de tierras y el despoblamiento de zonas del interior.

La contribución social más relevante de la agricultura de regadío está relacionada con la generación de empleo en el medio rural, dado que este tipo de agricultura es más intensiva en el uso del factor trabajo que el secano. Según datos de la Red Contable Agraria Nacional (RECAN), para el año 2017 (MAPA, 2019), como promedio en España. Esto supone una relación 4,5 a 1, para generar un puesto de trabajo en la agricultura se requieren 9,21 hectáreas de regadío o 41,63 hectáreas de secano.

Se deduce que el regadío genera un empleo directo para 415.714 personas, lo que supone el 39,4% de la mano de obra ocupada en la agricultura.

El regadío no sólo genera más empleo en el medio rural que el secano, sino que hace que este sea más estable. Más repartida a lo largo del año, reduciendo con ello la estacionalidad de la mano de obra.

El regadío contribuye de forma efectiva a la fijación de población en el territorio.

Este hecho es especialmente relevante en la España vaciada (p. ej., amplias zonas de Aragón, Castilla y León o Castilla-La Mancha), donde el éxodo rural ha sido frenado solo en aquellas zonas con regadío. (Melián y Melgarejo, 2020).

Si se hace un análisis de la población en España, su distribución, evolución, perspectivas, etc. se detecta claramente un problema de disminución de la población en España y de concentración en zonas específicas. La conclusión a la que se llega es que en las zonas con regadío la disminución de la población ha sido sensiblemente inferior. Por lo tanto, hay que reconocer la utilidad del regadío para el mantenimiento demográfico, la ordenación del territorio y el asentamiento de la población.

La incidencia del regadío en la evolución demográfica es un hecho cierto, aunque las formas de influencia no son en modo alguno lineales. En general, las comarcas con presencia de tierras en regadío mantienen densidades de población superiores y tasas de crecimiento anual posi-

tivas; en los casos que se producen pérdidas de población, la salida de población es más lenta que en el caso de ausencia de regadío.

Si se analiza ahora la aportación del regadío desde la perspectiva del desarrollo rural, también las cifras son elocuentes. Uno de los objetivos principales de la política de desarrollo rural es la creación de empleo y la fijación de la población del medio rural, y el regadío contribuye decisivamente al logro de ese objetivo. La primera aportación del regadío es su mayor generación de empleo directo, pues en promedio una hectárea de regadío requiere 5 veces más empleo que una hectárea de secano. Estas diferencias son mucho mayores en la agricultura del litoral mediterráneo y atlántico sur, donde una hectárea de regadío genera hasta 50 veces más empleo que una hectárea de secano.

En muchas zonas rurales, no solo litorales sino también del interior, la existencia del regadío ha permitido articular en torno a él un importante complejo agroalimentario, que ha jugado un papel clave en la generación de renta y empleo en el medio rural. El tejido económico y social sustentado por este complejo ha mantenido vivas estas zonas rurales, lo que se manifiesta en una densidad de población mayor, una población menos envejecida, una menor tasa de desempleo y una mayor tasa de actividad. La comparación de la estructura demográfica y ocupacional de zonas rurales del interior con y sin regadío, arroja resultados reveladores acerca de la importancia del regadío como elemento motor del desarrollo rural. No es de extrañar que en este tipo de zonas siga existiendo una fuerte demanda social para mejorar los regadíos existentes o incluso para aumentar la superficie de regadío, pues la experiencia demuestra que el regadío es uno de los elementos clave para el mantenimiento de la población del medio rural.

Otro elemento a tener en cuenta para valorar la importancia del regadío es su papel en la ordenación del territorio rural. La irregularidad de las precipitaciones, propia de un clima mediterráneo, el escaso caudal de los ríos, consecuencia de unas cuencas reducidas superficialmente, y el predominio de un modelo territorial basado en la economía agraria, organizada espacialmente en multitud de núcleos rurales escasamente comunicados, supuso que en la mayor parte de España, la disponibilidad de agua para riego haya significado históricamente la diferencia esencial entre las zonas rurales más ricas y las más atrasadas, y la aspiración fun-

damental de todas las regiones como palanca para mejorar su posición relativa y su calidad de vida.

La implantación o presencia de regadíos genera una actividad que ocupa un espacio en el territorio, y, por tanto, se ve condicionada por las características del mismo, mientras que, a su vez, transforma dicho espacio. En este sentido el regadío cumple una función social como factor de equilibrio territorial. En efecto, el regadío puede frenar el éxodo rural de zonas con riesgo de abandono o al menos de pérdida de población e incluso, como se ha comprobado en algunas zonas transformadas, ha actuado como un elemento de recuperación demográfica. Así, el regadío contribuye a mantener un cierto equilibrio territorial fijando población al territorio, lo que en zonas rurales en declive es un objetivo básico para evitar el abandono y la consiguiente degradación del espacio, paisaje, recursos naturales y medio ambiente.

De este modo puede considerarse que el regadío multifuncional, caracterizado por fijar población, ordenar el territorio y mantener el espacio rural, constituye una pieza básica del nuevo modelo de agricultura europea consagrado en la Agenda 2000. Este regadío multifuncional y que merece el apoyo público por los importantes servicios que presta al conjunto de la sociedad.

La economía inducida por el regadío: la industria agroalimentaria.

La producción agrícola de regadío contribuye igualmente a generar rentas en otros sectores económicos relacionados. Efectivamente, el regadío nacional genera importantes efectos positivos en toda la cadena de valor agroalimentaria, tanto “hacia atrás” (p. ej., sectores de fertilizantes, fitosanitarios, maquinaria, construcción, ...) como “hacia delante” (p. ej., sectores agroindustriales, de transportes, etc.).

Hay que destacar los efectos positivos en la economía inducida por el regadío: transportes, industria agroalimentaria, comercio, ..., mejorando la balanza comercial.

Hay que hacer un análisis de la economía del agua y analizar el valor añadido y el papel que juega el sector del regadío. La aportación de la agricultura está alrededor del valor añadido bruto a precios de mercado. No obstante, debería incorporarse un análisis de la agricultura como soporte de todo el sector agroalimentario y de todos los sectores que

de él dependen: comercialización, cooperativismo, servicios asociados (técnicos, transportes, maquinaria, fertilizantes, fitosanitarios, embalajes, etc.) y otros, alcanzándose cifras alrededor del Producto Interior Bruto.

El interés de los regadíos como actividad productiva nacional responde al hecho de que están en la base del sistema agroalimentario. Es el soporte de la agroindustria, la cual representa el 20% de la industria nacional. Además, generan un 30% de los jornales estimados necesarios para el sector agrario. Lo que representa unos 600.000 empleos teóricos en regadíos. En algunas regiones, como Andalucía, este porcentaje casi se duplica, y en otras, como Aragón, el sector agroalimentario genera el 15% de todo el empleo industrial de la región. Ambos ejemplos dan una idea de la gran importancia socioeconómica del regadío, más allá de su participación en el PIB.

Su poder de atracción económica produce una mejora de la calidad de vida del entorno en el que se implanta.

La garantía de un abastecimiento mínimo de la población en un sector estratégico para todos los países que puede resultar vital en situaciones de crisis. No están tan lejanas en el tiempo las cartillas de racionamiento, la escasez de determinados alimentos, etc... Ahora lo estamos viviendo con la guerra de Ucrania. En un mundo tan cambiante debe haber una estrategia de garantizar el suministro de alimentos gracias al regadío. Ante una mayor globalización de los mercados y la existencia de una población mundial creciente -hoy deficitaria-, la necesidad de incrementar la productividad sin afectar significativamente los recursos naturales es evidente. Esto sólo podría llevarse a cabo mediante una agricultura de regadío. Además, se produce salud a través de nuestra agricultura favoreciendo una dieta saludable.

La población mundial actual es de aproximadamente 7.400 millones de personas, y las proyecciones apuntan a que esa cifra llegará a los 9.700 millones en 2050 (United Nations, 2019). Esta población tendrá un mayor nivel de renta que la actual, incrementándose el consumo de frutas y verduras frescas y el de productos de origen animal. Se espera un crecimiento de la demanda mundial de alimentos entre un 60 % y un 100% respecto a la actual (Alexandratos y Bruinsma, 2012; Fukase y Martin, 2020).

Efectivamente, el reto para la agricultura mundial es incrementar su producción entre el 50% y el 70%, a sabiendas de que difícilmente podrá

contar con una dotación de recursos naturales (tierra, agua y energía) mayor que la disponible actualmente, y que la producción será afectada negativamente por el cambio climático (Le Mouél y Forslund, 2017).

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), estima que este incremento de la producción deberá proceder en un 80% del incremento de los rendimientos.

Esta circunstancia es un argumento convincente que puede trasladarse a la sociedad al objeto de conseguir que dentro del debate político se equilibren las prioridades relacionadas con la conservación ambiental y aquellas que tienen que ver con la producción de alimentos. Efectivamente, el aumento en la demanda de alimentos incrementará el coste de oportunidad de las políticas ambientalistas y evidenciará más claramente la utilidad social del regadío como “fábrica de alimentos” necesaria para el sustento de la humanidad.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el Programa Mundial de Alimentos (PMA), han advertido en un informe de las múltiples crisis alimentarias que se avecinan, impulsadas por diversos factores y agravada por la guerra en Ucrania, que ha hecho que los precios de los alimentos y el combustible se incrementen. Ambas organizaciones demandan una acción humanitaria urgente en 20 puntos calientes del hambre, en los que la situación puede empeorar entre junio y septiembre de 2022, y afirman asimismo que es fundamental salvar vidas y medios de subsistencia, y evitar la hambruna.

El desarrollo rural sostenible

Todas las administraciones Públicas y los regantes debemos seguir trabajando en la modernización del regadío para adaptarlo a sistemas que obtengan el máximo rendimiento de cada gota de agua. Con las cifras alcanzadas por el riego localizado en el total de nuestra superficie irrigada, en la última década, hemos logrado reducir el uso del agua para riego en un 15 % y el principal reto será seguir avanzando por este camino para asegurar la sostenibilidad ambiental y económica de los regadíos en España.

El agua es un recurso escaso y de irregular distribución en nuestro país, pero además afrontamos un escenario de cambio climático que nos obliga a continuar en la adaptación gradual de los regadíos.

Todas las políticas tanto europeas como nacionales nos abocan a ello. Es el momento de aprovechar los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), de la futura PAC y los que otorgan otras administraciones públicas. Todos ellos llevan o llevarán implícitas que el beneficio de la modernización conlleva nuevas exigencias. Estas nuevas exigencias deben entenderse no como una amenaza, sino como una oportunidad para adaptarse y comenzar a producir de manera rentable pero diferente a como se ha hecho tradicionalmente.

El concepto *desarrollo sostenible* podría entenderse como aquél que maximiza los beneficios netos del crecimiento económico, siempre que quede asegurado el mantenimiento de los servicios y la calidad de los recursos naturales para generaciones futuras.

Para lograr la sostenibilidad del desarrollo es imprescindible utilizar racionalmente los recursos naturales y actuar con el máximo respeto al medio ambiente. Esto es especialmente aplicable a todas las acciones encaminadas al desarrollo rural, entre las que se encuentran las transformaciones en regadío. La planificación de los regadíos es un instrumento de capital importancia para impulsar el desarrollo de muchas zonas rurales, pero ha de incorporar las consideraciones medioambientales necesarias para que este desarrollo sea sostenible. También deben estudiarse en zonas urbanas en expansión y en zonas costeras las ventajas de los regadíos que pueden defender y conservar el medio ambiente armonizando y reduciendo una urbanización excesiva.

La PAC persigue que la agricultura desarrolle al máximo sus efectos positivos sobre el medio ambiente, al tiempo que elimina los negativos.

Finalmente, somos conscientes de la importancia de que los ciudadanos comprendan que la agricultura de regadío favorece el desarrollo socioeconómico del medio rural, proporciona alimentos sanos, seguros y de calidad, moldea y enriquece el paisaje y proporciona servicios a la sociedad como el tan necesario mantenimiento de la vida en el medio rural.

Nos lo exige la sociedad y la protección del medioambiente de la que los regantes tenemos que ser los primeros garantes.

6. La mejora y la consolidación de regadíos

La modernización de regadíos es una de las soluciones que continuamente se vienen aportando por toda la planificación agraria e hidrológica para resolver situaciones de déficits hídricos.

La cofinanciación pública del proceso de modernización ha estado justificada desde un primer momento por ser esta la vía más rápida y aceptada socialmente para reducir la demanda de agua, minimizando así los efectos de la escasez del recurso (Berbel y Gutiérrez-Martín, 2019).

El mejor sistema para conseguir un mayor ahorro de agua es la modernización del regadío por lo que se deben incrementar los presupuestos para las actuaciones de modernización. Mejora y modernización de los regadíos actuales encaminada a conseguir el ahorro del recurso, dando prioridad a las actuaciones que supongan un mayor volumen bruto ahorrado.

Se aprecia una clara tendencia decreciente en las extracciones, que han pasado de 16.896 Hm³ en el año 2000 a 15.495 Hm³ en el año 2018.

Esta reducción del 8,3% en el uso de agua es realmente meritoria, sobre todo si se tiene en cuenta que la superficie de regadío en estas dos décadas se ha incrementado en algo más de 500.000 hectáreas (Espinosa-Tasón et al., 2020). Este último hecho se expone más claramente en la Figura 2, donde se representa la evolución del volumen de agua medio aplicado por hectárea durante el periodo 2000-2018.

Figura 1. Extracciones de agua para riego 2000-2018.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística: Encuesta sobre uso del agua en el sector agrario (EUASA). Año 2018. (INE, 2020).

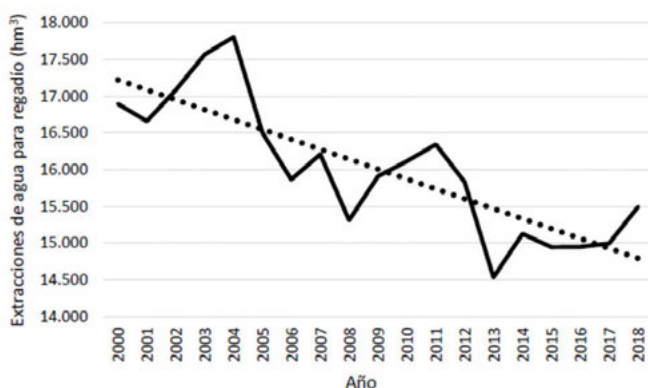
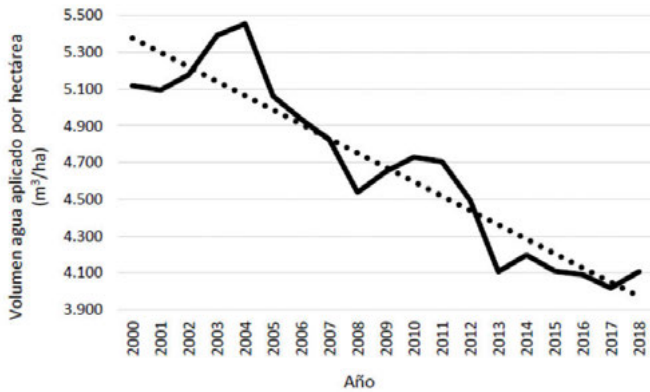


Figura 2. Volumen agua medio aplicado por hectárea 2000-2018.

Fuente: Berbel y Espinosa-Tasón (2020).

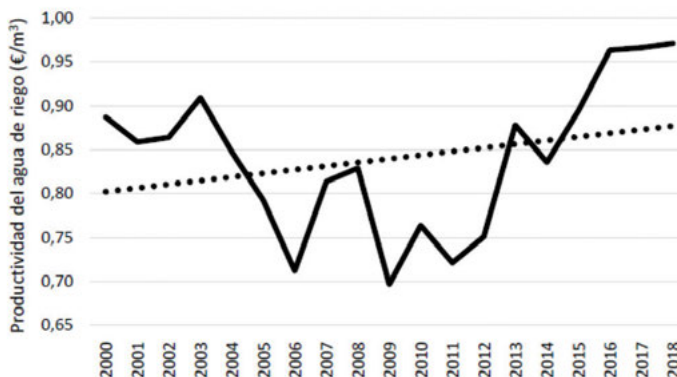


Las reducciones de las dotaciones de agua por superficie regada experimentadas en las dos últimas décadas han estado motivadas principalmente por la mejora en la gestión del agua en parcela y la reducción de pérdidas en transporte consecuencia de la modernización del regadío.

El uso de una moderna tecnología de riego ha permitido, además de la reducción del uso de agua por unidad de superficie, un incremento de las producciones. Así, hoy se está produciendo en el regadío más (en cantidad y en valor) con menos agua.

Figura 3. productividad aparente del agua 2000-2018.

Fuente: Berbel y Espinosa-Tasón (2020).



La modernización ha supuesto una mejora en las condiciones de trabajo de los regantes como consecuencia de la automatización y telegestión en la aplicación del riego.

La modernización ha supuesto un incremento de los costes fijos y variables de los sistemas de riego.

Justamente la modernización del regadío la que ha posibilitado, mediante la instalación de contadores, medir los consumos de agua e implementar tarifas binómicas que incluyen un término volumétrico (variable en función del consumo de agua), las cuales suponen un incentivo al ahorro en el uso de agua.

Las Administraciones Públicas y los regantes han hecho un esfuerzo muy importante para la **modernización de los regadíos** españoles en los últimos 25 años. La inversión en modernización de regadíos ha supuesto unos 5.000 MM €. Los resultados son muy positivos:

- Son regadíos eficientes en el uso del agua, de los fertilizantes y de los herbicidas. El ahorro de extracciones de agua del 25% de media ha permitido aumentar la garantía a todos los usuarios y mejorar el medioambiente.
- En las más de 3.000.000 ha de regadíos modernizados se pagan los gastos con tarifas binómicas por volumen de agua suministrado y por superficie.

Nuestro país cuenta en la actualidad con uno de los regadíos tecnológicamente más avanzados del mundo, siendo referente a nivel internacional.

Los regadíos existentes son hoy una realidad de indudable interés agrícola, económico y social, gracias a siglos de esfuerzo continuado de los regantes españoles y con una intervención desigual de las administraciones públicas. Los regadíos tradicionales han visto con el paso del tiempo recortados sus caudales como consecuencia del incremento del consumo urbano, industrial y de los nuevos regadíos de promoción pública.

Las pérdidas o faltas de eficiencia, inevitables con los sistemas de explotación anticuados, se producen en el complejo proceso de transporte, distribución y aplicación de agua. Estos sistemas de regadío tienen unas condiciones de explotación (con escaso desarrollo tecnológico) propias de su más o menos lejano origen. Ello resulta lógico si se piensa que su creación, conservación y mantenimiento ha sido financiado por la propia iniciativa privada.

Cuando los caudales fluyentes, incluso los regulados, que venían utilizando los regadíos y las infraestructuras creadas por estos y mantenidas durante siglos, se empiezan a compartir con los abastecimientos de población -con un consumo cada vez mayor-, con los caudales ecológicos, etc. es cuando empieza a hablarse del "excesivo consumo" de los regadíos tradicionales.

La situación deficitaria de agua ha provocado una creciente competencia por la utilización del agua. Y, los regadíos actuales, con las especiales características comentadas, no se encuentran con posibilidades reales de competir.

Dentro de la actual crisis de la agricultura española, las grandes inversiones a realizar, en modernización de regadíos, no pueden ser financiadas por las rentas actuales de los agricultores. Por ello, los regadíos actuales, que han colaborado enormemente al desarrollo económico de este país, con una economía inducida que, sin esta base agraria no se podría mantener, y que han actuado dentro de la más estricta legalidad -con sus concesiones de agua perfectamente establecidas-, no pueden afrontar así solos, su necesaria modernización, sobre todo cuando los ahorros de agua conseguidos vayan a ser utilizados para satisfacer demandas crecientes de la población, el turismo, la calidad ambiental y los regadíos futuros, creados con fuertes inversiones del Estado.

Por ello, un planteamiento justo del tema obliga a que la necesidad de su modernización y el consiguiente ahorro del agua cuente con importantes ayudas de las administraciones.

Dado que el déficit se produce por los incrementos de la demanda urbana, turística, industrial y de nuevos regadíos, los cuales además vienen utilizando las aguas concedidas e inscritas en favor de los regadíos existentes, parece de justicia que el conjunto de la sociedad colabore con los gastos necesarios para rehabilitar y actualizar las infraestructuras de estos regadíos.

La modernización y mejora del regadío cuenta con un gran consenso social. Todos los sectores implicados están de acuerdo en que es necesaria acometerla, cuanto antes. Permite modernizar las explotaciones reduciendo las incidencias y adecuando ambientalmente los regadíos. Además, es la manera de conseguir el mayor ahorro de agua, por tanto, no debería demorarse en su ejecución.

Fuente: PNR 2001 y encuesta sobre superficies y rendimientos de Cultivo. ESYRCE 2021.

Tipo de riego	Antes del año 2000		Año 2021	
	Hectáreas	%	Hectáreas	%
Gravedad (superficie)	1.973.336	59	864.136	22,3
Aspersión y automotriz	802.712	24	897.174	23,1
Localizado (goteo)	568.588	17	2.116.591	54,6
Total	3.344.636	100	3.877.901	100

7. La organización institucional del agua en España

Las Comunidades de Regantes y Las Confederaciones Hidrográficas.

España es un país con una brillante historia en el uso y aprovechamiento de las aguas y en la organización institucional del agua. Las Comunidades de Regantes y las Confederaciones Hidrográficas son dos modelos de construcciones institucionales del agua que han permitido ejecutar con solvencia las políticas del agua y que han sido imitados en todo el mundo. Son las organizaciones claves que han permitido escribir la historia de éxito de nuestro regadío.

Las Confederaciones Hidrográficas constituyen un ejemplo de colaboración de la Administración con los usuarios del agua, siendo espacios de encuentro institucional de los interesados en la gestión del agua, corresponsabilizándolos en la gestión. Constituyen un patrimonio institucional de extraordinario valor que ha sido tomado como modelo de gestión del agua por cuencas hidrográficas en la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea y en las leyes de aguas de otros países.

Las Comunidades de Regantes desarrollan un papel imprescindible en la gestión diaria del agua, colaborando con la Administración hidráulica y pacificando el uso del agua. Son una institución genuinamente española,

que cuenta con una larga tradición en el sector del regadío en España, que se remonta hasta la Edad Antigua. Estas surgieron ante la necesidad de la gestión colectiva del agua de riego a nivel de zona regable, agrupando a los regantes con la finalidad de autogestionarse para distribuir el agua de riego de un modo eficiente, ordenado y equitativo.

En la actualidad existen unas 7.200 CC.RR. en España, todas ellas gestionando lo dispuesto en sus estatutos u ordenanzas adaptadas a sus características particulares.

Las Comunidades de Usuarios son corporaciones de Derecho Público reguladas por la Ley de Aguas, donde se establecen los fundamentos de su estructura, competencias y potestades. Permiten considerar a estas como Administración Pública en cuanto ejercen funciones de autoridad en determinados aspectos relacionados con la distribución de los caudales concedidos.

Se han asociado en federaciones, tanto a nivel nacional (**FENACORE**, creada en 1955), como a nivel de cuenca (Ferduero, Ferebro, Feragua, Fecoreva, etc.), como entidades representativas del regadío a diferentes escalas de gestión del recurso. A nivel internacional también se ha creado la Comunidad Euromediterránea de Regantes (EIC), la EUWMA e Irrigants d'Europe para representar del sector ante organismos trasnacionales y europeos.

Así, el sistema de gobernanza del regadío en España es un ejemplo de éxito internacionalmente reconocido.

Cabe destacar la escasa dimensión de muchas Comunidades de Regantes. Según los últimos datos disponibles del catálogo editado por el Ministerio de Obras Públicas, el 90 % de las 7.200 CCRR que existían en aquel momento tenían menos de 500 hectáreas.

El papel de estas organizaciones en el buen uso y gestión del agua es de enorme importancia. En general, desarrollan una gestión austera, eficaz y eficiente, sin perjuicio de que puedan mejorarse todavía más. La mayoría de los recursos que se consumen en el país se emplean en agricultura de regadío, por lo que tienen como gestores y administradores a estas organizaciones. De su celo y rigor depende, pues, en buena medida, la cuantía total de la demanda hídrica.

Bibliografía

Memoria y Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional. (M.O.P.T., abril 1.993)

Alegaciones de la Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España al Plan Nacional de Regadíos.

Libro Blanco del Agua. Ministerio de Medio Ambiente.1998.

“Plan Nacional de Regadíos Horizonte 2008”. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

“Impacto de la política de precios del agua en las zonas regables y su influencia en la renta y el empleo agrario”. Federación Nacional de Comunidades de Regantes de España .1999.

Ponencia *“La Sostenibilidad Ambiental del Regadío”*. Cristina Clemente Martínez (Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras rurales). XV Congreso C.R., León 2022.

Artículo *“El Universo del Agua en España”*. Juan Valero de Palma Manglano.

Ponencia: *“El Futuro del Regadío en España”*. XV Congreso Nacional de CCRR. León. Junio 2021. José Antonio Gómez-Limón (Catedrático del Departamento de Economía Agraria en la Universidad de Córdoba).

Informe de Regadíos en España (MAPA, 2021). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación: Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos 2020.

Informe Instituto Nacional de Estadística: Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario (EUASA). Año 2018 (INE,2020).

Informe Berbel y Espinosa-Tasón (2020).

Sistemas naturales de depuración: una garantía de calidad y sostenibilidad

Carmen Hernández Crespo

Miguel Martín Monerris

*Instituto de Ingeniería
del Agua y Medio Ambiente,
Universitat Politècnica de València (UPV)*

El ciclo del agua en entornos urbanos

En la actualidad, buena parte de la población mundial disfrutamos de una serie de servicios en nuestros hogares desde que nacemos, lo que hace que no seamos conscientes de todo el trabajo e impacto ambiental que hay detrás de los mismos. Entre estos servicios se encuentra el abastecimiento de agua potable. El agua que llega a nuestro domicilio puede proceder bien de las aguas superficiales (ríos, lagos, embalses...) bien de las aguas subterráneas. Dependiendo de la calidad del agua que tenga esa fuente de suministro, se deberá hacer un tratamiento del agua más o menos complejo para que podamos beberla de forma segura. Este tratamiento se conoce como potabilización, es realizado en las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAPs), y puede ir desde una simple dosificación de cloro hasta un complejo tratamiento de coagulación-floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Una vez que el agua ha sido potabilizada en las ETAPs es conducida a través de la red de distribución o de abastecimiento hasta nuestros hogares, para lo cual normalmente se necesita usar bombas, que consumen energía. En nuestras casas empleamos el agua potable para diversos usos (beber, cocinar, lavar, ducharnos, en la cisterna del inodoro...) en los cuales aportamos diversas sustancias al agua, como puede ser materia orgánica, nutrientes, detergentes, metales, etc., en definitiva, la ensuciamos y la vertemos por los desagües hacia la red de saneamiento. Esta red de saneamiento conduce las aguas residuales generadas en nuestros hogares hacia las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs), donde se les aplica un tratamiento de depuración, que también puede variar en su complejidad, dependiendo del tamaño de la población y de donde se vierta. En muchas localidades, esta red también recoge las aguas de lluvia, cuya descarga conjunta, cuando se sobrecarga la red, genera impactos no deseables sobre el medio receptor.

Estas cuatro fases (potabilización, distribución, saneamiento y depuración) constituyen el ciclo urbano del agua (Figura 1). En todas ellas suele ser necesario consumir energía para bombear el agua y llevarla de un sitio a otro. En los propios tratamientos realizados en ETAPs y EDARs, también se consume energía, así como reactivos diversos (cloro, coagulantes, materiales filtrantes, etc.). El concepto de huella energética del agua abarca estos aspectos.

Un último paso que dar para caminar hacia una economía circular y más sostenible consiste en regenerar las aguas depuradas para poder reutilizarlas en distintos usos, como el riego de jardines o cultivos, u otros usos urbanos, industriales o ambientales. La regeneración debe garantizar una salubridad adecuada, mediante la retirada de microorganismos patógenos presentes en el agua, cuyas concentraciones máximas admisibles dependen del aprovechamiento que se desee realizar.

Figura 1. Ciclo urbano del agua (fuente: Ballester-Olmos et al. 2015).



- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Captación. | 5. Saneamiento y drenaje. |
| 2. Tratamiento, potabilización. | 6. Tratamiento y depuración. |
| 3. Distribución y almacenamiento. | 7. Vertido. |
| 4. Abastecimiento (agrícola,
industrial y urbano) | |

¿Por qué es importante depurar las aguas residuales?

Alguien podría plantearse esta pregunta. Como se mencionaba anteriormente, al usar el agua le aportamos una diversidad de sustancias que no tenía en origen. Algunas de estas sustancias, principalmente la materia orgánica fecal y el nitrógeno amoniacal presente en nuestra orina, son sustancias cuya descomposición natural por bacterias requiere oxígeno. Este oxígeno debe ser suministrado en las EDARs porque de lo contrario,

la demanda de oxígeno se ejercerá en el medio acuático receptor, dejándolo sin oxígeno y provocando un impacto muy grave sobre la calidad del agua y los seres vivos que allí habitan (Figura 2, izq.).

Asimismo, otras sustancias que deben ser retiradas del agua residual son la materia en suspensión, para no enturbiar las aguas receptoras, y los nutrientes, especialmente si el vertido de las aguas se realiza sobre una masa de agua de carácter léntico, es decir, en la que las aguas se muevan a una velocidad baja. Este tipo de ecosistemas acuáticos son muy susceptibles de sufrir eutrofización. La eutrofización es un proceso por el cual el fitoplancton, constituido por algas microscópicas, crece de forma desmesurada debido a un exceso de nutrientes en las aguas. Este fenómeno confiere un color verde al agua y mucha turbidez (Figura 2, dcha.), teniendo consecuencias muy negativas sobre el ecosistema. Además, una vez que un ecosistema acuático se eutrofiza es muy difícil restaurarlo.

Por otro lado, no debemos olvidar la importancia de eliminar todos aquellos contaminantes que pueden ejercer efectos tóxicos sobre los seres vivos.

Figura 2. Imágenes de los impactos ambientales que se pueden provocar si no se depuran correctamente las aguas residuales (izquierda: mortandad de peces; derecha: eutrofización).



Fuente: <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2008/10/19/mortandad-peces-l-albufera-13376689.html>



Desembocadura del Tancat de Milia en la Albufera de Valencia (eutrofizada, color verde).
Fuente: elaboración propia

En España, existen unas 2059 aglomeraciones urbanas mayores de 2000 habitantes equivalentes¹, de las que 516 no cumplen con todas las condiciones de recogida y tratamiento exigidas en la normativa sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas (Directiva 91/271/CEE), razón por la cual nos enfrentamos a cinco procedimientos de infracción, en uno de los cuales se han pagado ya más de 43 millones de euros en sanciones económicas (Plan DSEAR, 2021). Por otro lado, de los casi 5000 hm³/año de aguas residuales que depuramos, apenas se reutilizan unos 500 hm³/año, menos del 10% (Plan DSEAR, 2021).

Por tanto, hay mucho trabajo por delante tanto para lograr una depuración adecuada de todas las aguas residuales que generamos como para aumentar el porcentaje de reutilización. Reutilizar las aguas es actualmente una necesidad, no sólo para hacer más sostenible el ciclo urbano del agua, integrando así los principios de la economía circular, sino también para afrontar la situación de estrés hídrico en la que nos encontramos.

Tecnologías de depuración para pequeñas poblaciones

Existen distintos tipos de sistemas de depuración de aguas, que se pueden clasificar de diversas maneras, una posible clasificación es distinguir entre tecnologías intensivas y extensivas.

Las tecnologías intensivas se caracterizan por intensificar el tratamiento, empleando energía para oxigenar las aguas a tratar y aportando los reactivos necesarios para depurar correctamente las aguas. Esta intensificación se traduce en unas menores necesidades de espacio. Normalmente se emplean para poblaciones de tamaño mediano a grande. En este grupo se encuentran los sistemas de fangos activados convencional o con aireación prolongada, o los sistemas basados en reactores de membrana, que pueden ser aerobios o anaerobios.

Las tecnologías extensivas se caracterizan por necesitar mayores superficies de terreno, debido fundamentalmente a que no inyectan aire

¹ Habitante-equivalente (h-e): es una forma de medir el tamaño de la EDAR. Equivale a la carga orgánica biodegradable con una demanda biológica de oxígeno de 5 días (DBO5) de 60 g O2/día (artículo 2. d del Real Decreto-Ley 11/1995). Normalmente, el número de h-e es mayor que el número de habitantes naturales, ya que los h-e incluyen la carga orgánica procedente de otras actividades industriales o comerciales.

en el tratamiento mediante sistemas mecánicos (soplantes), sino que el oxígeno necesario para depurar las aguas es aportado por aireación natural y, en algunos sistemas, también por la vegetación. Por este motivo, suelen quedar restringidas a pequeñas poblaciones, generalmente consideradas aquellas con una población menor a 2000 habitantes.

Entre las tecnologías empleadas en pequeñas poblaciones podemos encontrar diversas modalidades: biodiscos, filtros percoladores o lechos bacterianos, filtros verdes, lagunaje, y humedales artificiales o de tratamiento. En este artículo se va a hacer énfasis en los humedales artificiales, pero si el lector tiene curiosidad por alguna de las otras tecnologías mencionadas puede encontrar una descripción detallada en Salas et al. (2007) o Alianza por el Agua (2008).

En la actualidad, existen distintas opciones para crear sistemas mixtos o híbridos (intensivos-extensivos)², con la finalidad de disponer de las ventajas de ambas modalidades, optimizando la relación entre espacio necesario y consumo energético y de materias primas.

Algunas cifras sobre la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (2021), en España existen 5871 municipios con una población menor de 2000 habitantes, esto es, el 72% de todos los municipios del país. Esta cifra pone de manifiesto el enorme potencial que tiene España para depurar sus aguas residuales mediante tecnologías extensivas y concretamente mediante humedales artificiales, una tecnología basada en la naturaleza que presenta una serie de ventajas importantes, como veremos en el siguiente apartado. Sin embargo, esta tecnología está lejos de ser la más utilizada, tanto en España como en la Comunidad Valenciana.

Conocer el número total de EDARs basadas en humedales artificiales que existen en España no es una tarea sencilla. Es competencia de los municipios depurar correctamente las aguas residuales que generan, pero son las comunidades autónomas las que se suelen encargar de la explotación de gran parte de las EDARs. Prácticamente todas las comunidades

² <https://life-intext.eu/>

autónomas disponen de una entidad que se encarga de esta compleja tarea, por lo que para recabar información sobre los tipos de EDAR se deben analizar las bases de datos de cada una de estas entidades.

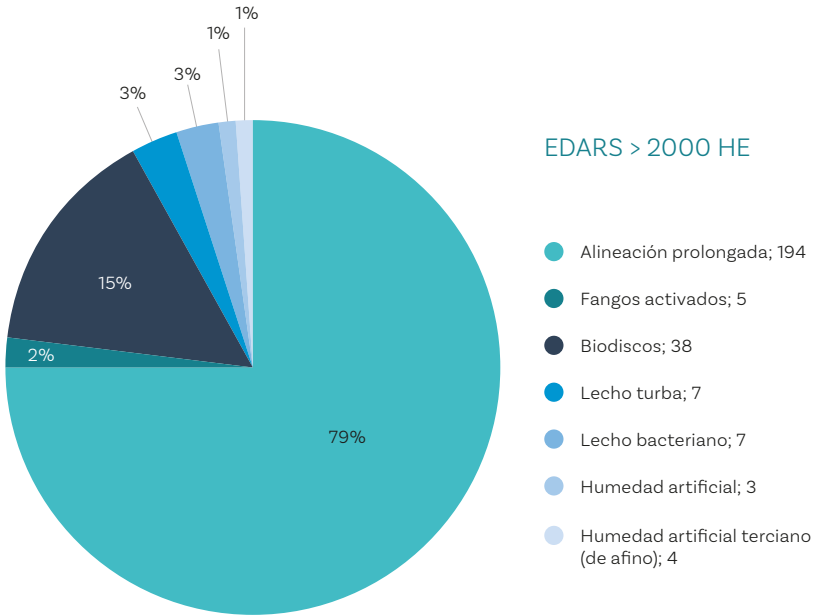
En el caso concreto de la Comunidad Valenciana (CV), hemos procedido a recopilar la información disponible³ en la página web de la Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales (EPSAR). Según la base de datos de esta entidad, en la CV existen 254 EDARs que depuran las aguas residuales de poblaciones menores de 2000 habitantes-equivalentes (Figura 3). De estas 254, únicamente 7 disponen de humedales artificiales, en 4 de las cuales los humedales constituyen un tratamiento terciario (de afino) y en las otras 3 constituyen el tratamiento secundario.

Por otro lado, llama la atención la gran proporción de EDARs con sistemas de aireación prolongada, 194 de 254 (75%). Esta tipología de EDAR se caracteriza por un elevado consumo de energía, ya que como su propio nombre dice, se trata de una aireación prolongada de las aguas residuales y de los fangos activados que las depuran. Esto hace que se necesite mucho de oxígeno, generalmente suministrado mediante inyección de aire por soplantes. Este mayor consumo energético termina repercutiendo en un mayor coste de explotación por metro cúbico de agua tratada cuando se emplea en pequeñas poblaciones. En la tabla 1 se indican los datos de consumo energético y costes de explotación de algunas EDARs de pequeñas poblaciones. Lógicamente, cuando se trata de una población más grande, el coste de explotación por metro cúbico resulta mucho menor, debido al efecto de escala. A modo de ejemplo, se puede estimar este coste para la EDAR de Buñol-Alborache, que dio servicio a 7737 h-e, trató 1423672 m³/año en 2018, y tuvo un coste de explotación de 714236 €/año (2016), con lo que el coste por metro cúbico sería de 0.50 €/m³.

³ A fecha de 1 de julio de 2022.

Figura 3. Tipos de EDARs que dan servicio a poblaciones menores de 2000 habitantes-equivalentes (HE) en la Comunidad Valenciana.

Fuente: Cuadro de características EDAR 2018. <https://www.epsar.gva.es/areas/calidad-ambiental/indicadores-anuales>.



En el contexto actual de crisis climática y energética cabe plantearse si es eficiente y sostenible continuar manteniendo este tipo de instalaciones en pequeñas poblaciones, en las que se podría optar por otro tipo de tecnologías más sostenibles.

Tabla 1. Datos sobre consumo energético y costes de explotación de EDARs de pequeñas poblaciones. Fuente: Coste de explotación depuradoras de titularidad pública financiadas por la EPSAR (2016)⁴ y Cuadro de características EDAR (2018)⁵.

EDAR	Tipo de EDAR	Caudal tratado, 2018 (m ³ /año) (habitantes equivalentes)	Consumo energético, 2018 (kwh/año)	Costes explotación, 2016 (€/año)	Costes explotación 2016 (€/m ³)
Urb. Pla de les Clotxes (Benifaio)	Aireación prolongada	14920 (162 h-e)	24365 (1.63 kwh/m ³)	73694	4.94
Chulilla (balneario)	Aireación prolongada	2130 (2 h-e)	1783 (0.84 kwh/m ³)	33067	15.53
Urb. Pedralvilla (Olocau)	Aireación prolongada	27001 (484 h-e)	15023 (0.56 kwh/m ³)	44868	1.66
Urb. El Pinar (Casinos)	Aireación prolongada	8287 (159 h-e)	11071 (1.34 kwh/m ³)	35473	4.28
Aras de los Olmos	Aireación prolongada	47821 (622 h-e)	53915 (1.13 kwh/m ³)	—	—
Carrícola	Humedales Artificiales	4380 (35 h-e)	0	3969	0.91
Castillo de Villamalefa	Humedales Artificiales	3099 (72 h-e)	0	—	—
Fuente La Reina	Humedales Artificiales	4939 (43 h-e)	565 (0.11 kwh/m ³)	—	—
Planes (Margarida)	Lecho bacteriano + HA	2462 (67 h-e)	1865 (0.76 kwh/m ³)	—	—

⁴ <https://www.epsar.gva.es/areas/gestion-de-instalaciones/supervision-y-control-de-instalaciones>

⁵ <https://www.epsar.gva.es/areas/calidad-ambiental/indicadores-anuales>

Humedales artificiales o de tratamiento

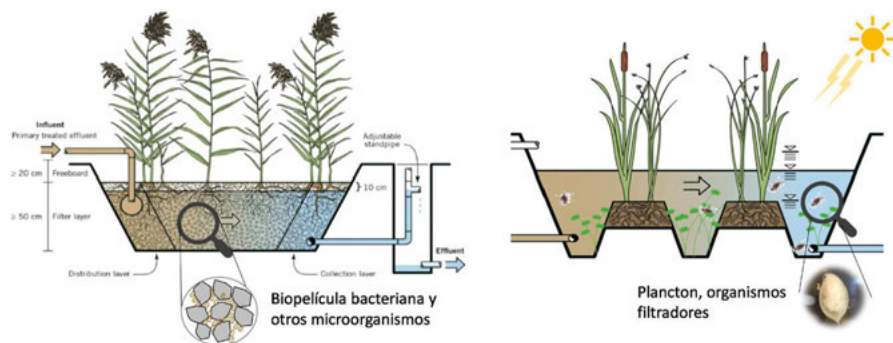
Los humedales artificiales, cada vez más conocidos como humedales de tratamiento, están inspirados en los humedales naturales, con la diferencia de que son diseñados y operados para optimizar los procesos de depuración de las aguas residuales. De forma muy sucinta, se trata de zonas húmedas impermeabilizadas en las que el agua puede circular libremente (Figura 4, dcha.), sobre la superficie del lecho, o bien a través de un medio filtrante, de forma subterránea (Figura 4, izq.). Aquellos en los que el agua circula sobre la superficie, y por tanto podemos ver la lámina de agua, son los llamados humedales de flujo superficial. Una variante de éstos son los humedales con macrófitas flotantes o con sistemas de flotación, en los cuales el agua circula sobre la superficie del lecho y entre las raíces de las plantas que se encuentran flotando. Mientras que aquellos en los que el agua circula a través un medio filtrante, reciben el nombre de humedales de flujo subsuperficial. Estos últimos pueden dividirse a su vez en humedales de flujo horizontal y humedales de flujo vertical. En los humedales de flujo horizontal, el agua circula en dirección horizontal desde un extremo del humedal hasta el otro extremo, y se encuentran permanentemente inundados. En los humedales de flujo vertical el agua es distribuida por toda la superficie del humedal y atraviesa el lecho filtrante en dirección vertical, saliendo por el fondo. En éstos, la distribución del agua obedece a un régimen intermitente, esto es, se dosifica por pulsos, lo que permite que el medio filtrante se encuentre más aireado que en el caso de los humedales de flujo horizontal, ya que en cada pulso el agua atraviesa el lecho y abandona el sistema, dejando el medio libre de agua hasta el siguiente pulso. Las cubetas sobre las que se instala cualquier humedal de tratamiento de aguas residuales deben estar correctamente impermeabilizadas para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.

Figura 4. Funcionamiento de los humedales de flujo subsuperficial (izquierda) y de flujo superficial (derecha).

Fuente: adaptado de Dotro et al. (2017).

Flujo subsuperficial (subterráneo)

Flujo superficial (laguna)



En estos medios filtrantes, generalmente constituidos por grava o arena gruesa dependiendo del tipo de humedal, se desarrolla una comunidad biológica formada por bacterias y otros organismos de tamaños microscópicos y macroscópicos que se encargan de degradar la materia orgánica y, dependiendo del tipo de humedal, oxidar el nitrógeno amoniacal presente en las aguas. Otros mecanismos de depuración importantes son la filtración y sedimentación que se producen en los humedales. En el caso concreto de los humedales de flujo superficial, la fotooxidación por efecto de la radiación solar y la filtración realizada por algunos organismos filtradores (Fig. 4, dcha.) son asimismo mecanismos importantes de depuración y desinfección. Es fundamental que el agua fluya lentamente a través de estos sistemas, para que los mecanismos de depuración puedan tener lugar adecuadamente. Esto hace que se requiera una elevada superficie de terreno, que suele variar entre 2 y 7 m² por habitante equivalente, dependiendo del sistema que se seleccione.

La vegetación acuática desempeña funciones muy importantes: aporta oxígeno, contribuye a mantener la permeabilidad del medio, proporciona una diversidad de ambientes que favorece el desarrollo de una comunidad microbiológica diversa o toma nutrientes de las aguas, entre otras. Entre las plantas más utilizadas se encuentran el carrizo y la enea. Pero

también se puede optar por plantar sistemas mixtos, incluyendo lirios, juncos o masiegas, entre otras.

Los materiales de construcción son en general accesibles y asequibles, necesitándose lámina impermeable, también llamada geomembrana, grava o arena como medio filtrante, aunque también existen otros materiales plásticos que se pueden utilizar, tuberías de distribución y drenaje y válvulas. Esta asequibilidad, unido a una explotación sencilla, hace que sean una tecnología idónea para zonas rurales, pequeñas aglomeraciones dispersas, campings o zonas hosteleras no conectadas a la red. Así mismo, es una tecnología muy interesante en proyectos de cooperación, para dotar de sistema de depuración a comunidades indígenas más o menos aisladas de países en vías de desarrollo, como ya hay ejemplos de implementación. La propia población local puede encargarse de la operación y mantenimiento, lo que puede contribuir a crear empleo estable y, por ende, a fijar población, contribuyendo así al empoderamiento de este tipo de comunidades.

No obstante, la simplicidad de construcción y explotación no debe confundirse con la no necesidad de seguir los criterios de diseño⁶ establecidos en diversas guías de diseño o de realizar un mantenimiento riguroso. Un diseño adecuado y una explotación cuidadosa son esenciales para asegurar un buen funcionamiento y evitar problemas habituales, como el de la colmatación prematura del material filtrante.

Otras ventajas o beneficios de la tecnología de humedales son su integración paisajística, la fijación de carbono que realizan, la creación de hábitats y mejora de la biodiversidad, la producción de material vegetal compostable, o el bajo coste de explotación (Tabla 1), entre otros. Un aspecto muy interesante desde un punto de vista social es que pueden convertirse en lugares visitables, de los que se puede hacer un uso público para educación y concienciación ambiental.

⁶ Dotro et al. (2017), Kadlec y Wallace (2009), Ortega de Miguel et al. (2010), Salas et al. (2007), García y Corzo (2008).

Ejemplos de EDAR basadas en humedales artificiales

A continuación, se exponen algunas imágenes de EDARs basadas en humedales artificiales, en las cuales podemos apreciar su integración paisajística.

Figura 5. Imágenes y datos de funcionamiento de diversas EDAR que disponen de humedales artificiales.

Fuente de las imágenes: epsar.gva.es (Fuente la Reina, Higuieruelas y La Margarida) y <http://promedio.dip-badajoz.es/> (Garbayuela).



EDAR Fuente la Reina (Castellón).
Caudal: 28 m³/d. Población servida: 51 h-e.
Esquema de tratamiento: Tanque Imhoff
+ Humedal de flujo subsuperficial vertical.
Rendimientos: SS (93%), DBO₅ (94%),
DQO (90%).



EDAR Garbayuela (Badajoz).
Caudal: 151 m³/d. Población servida: 700 h-e.
Esquema de tratamiento: Tanque Imhoff +
Macrófitas en flotación.



EDAR Higuieruelas (Valencia).
Caudal: 222 m³/d. Población servida: 302
h-e. Esquema de tratamiento: Aireación
prolongada + Humedal de flujo subsuperficial
vertical + horizontal. Rendimientos: SS (88%),
DBO₅ (93%).



EDAR La Margarida, Planes (Alicante).
Caudal: 7 m³/d. Población servida: 42 h-e.
Esquema de tratamiento: Lecho bacteriano +
Humedal de flujo superficial + subsuperficial
horizontal. Rendimientos: SS (98%),
DBO₅ (99%), DQO (96%).

La experiencia de Carrícola, la xispa de la Vall

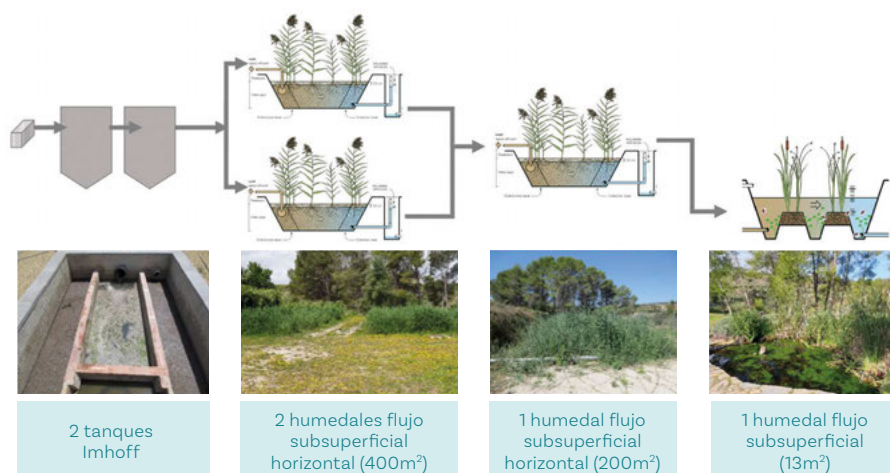
Carrícola es un pequeño pueblo de la Vall d'Albaida, en el sur de la provincia de Valencia. Tiene una población que ronda los 100 habitantes, quienes producen un caudal medio de agua residual en torno a los 15 m³/d, variando entre 10 y 30 m³/d. Gracias a su firme apuesta por convertirse en un municipio sostenible y autosuficiente, consiguieron la financiación necesaria para construir su EDAR, a la que bautizaron como Ecodepuradora de Carrícola.

Esta ecodepuradora consta de los tratamientos que típicamente podemos encontrar en cualquier EDAR (Figura 6):

- Pretratamiento: desbaste con rejas finas, donde se interceptan sólidos gruesos que pueden afectar negativamente a los siguientes elementos, como pueden ser las toallitas húmedas.
- Tratamiento primario: tanques Imhoff de sedimentación, donde sedimentan gran parte de los sólidos sedimentables. Un correcto dimensionamiento y funcionamiento del tratamiento primario es fundamental para que los humedales no se colmaten prematuramente.
- Tratamiento secundario: humedales artificiales de flujo subsuperficial horizontal.
- Tratamiento de renaturalización: humedal de flujo superficial, donde también tiene lugar un tratamiento terciario (desinfección).

Estos dos últimos tratamientos, basados en humedales, hacen especial la Ecodepuradora. Otra peculiaridad es que el consumo energético es prácticamente nulo, gracias a que el agua residual fluye a través de todas las etapas por gravedad, por lo que no se necesitan bombeos. El único gasto energético se produce cuando hay que extraer los fangos acumulados en el fondo de los tanques Imhoff, generalmente cada seis meses, los cuales se depositan en una pequeña era de secado, donde son deshidratados y posteriormente pueden utilizarse como abono.

Figura 6. Esquema e imágenes de los elementos que configuran la Ecodepuradora de Carrícola. Fuente: esquemas de humedal (Dotro et al., 2017), fotografías (elaboración propia).



El tratamiento secundario consta de dos humedales de flujo subsuperficial horizontal en paralelo, que suman una superficie de 400 m², y cuyos efluentes se unen para dirigirse hacia un tercer humedal del mismo tipo, conectado en serie con los anteriores. La superficie total de humedal es de 600 m². En estos humedales se produce la degradación de la materia orgánica y la retención de los sólidos en suspensión, lográndose unas eficiencias excelentes en reducción de las demandas química y biológica de oxígeno, expresadas como DQO y DBO₅, y de los sólidos en suspensión (SST) (Tabla 2). Como se puede observar en la Tabla 2, las eficiencias de reducción de nutrientes, nitrógeno y fósforo no son tan buenas como las anteriores. Esto se debe a que la configuración de la EDAR no está preparada para este fin. A pesar de ello, el efluente cumple con los requisitos de vertido establecidos en su autorización de vertido, en la que no se imponen límites a los nutrientes, por tratarse de un vertido pequeño que no vierte a zona sensible⁷.

En el marco del proyecto europeo LIFE Renaturwat⁸ se están constru-

⁷ La Directiva 91/271/CEE establece los criterios para determinar zonas sensibles en su Anexo II.

⁸ www.liferenaturwat.com

yendo dos pequeños prototipos de humedal con material adsorbente de fósforo, que funcionarán además mediante ciclos de llenados y vaciados, para favorecer la nitrificación (oxidación del nitrógeno amoniacal) y la posterior desnitrificación (eliminación de nitratos) en el tercer humedal ya existente. Con ellos se pretende mejorar sustancialmente la eficiencia de eliminación de nitrógeno y fósforo.

Tabla 2. Eficiencias de reducción de materia orgánica (DQO y DBO5), sólidos en suspensión (SST) y nutrientes (nitrógeno total, NT, y fósforo total (PT), en la Ecodepuradora de Carrícola.

Variable	Influyente	Efluente	Reducción (%)
DQO (mg/l)	848	42.5	95%
DBO5 (mg/l)	524	11.2	98%
SST (mg/l)	308	5.2	98%
NT (mg/l)	50.8	32.8	35%
PT (mg/l)	7.3	5.3	27%

El tratamiento terciario se realiza en un pequeño humedal de flujo superficial, al que solemos referirnos como la charca de anfibios, o en valenciano, la *basseta d'amfibis*. En este pequeño humedal de unos 13 m² tienen lugar procesos muy importantes: la renaturalización de las aguas y su desinfección. La creación de este pequeño hábitat permite que se desarrolle una población de invertebrados acuáticos que realiza una valiosa función. Algunos de los invertebrados se alimentan filtrando el agua de su alrededor, son organismos filtradores, capturando así las partículas de fitoplancton y las bacterias presentes en el agua, entre ellas las bacterias fecales. Gracias a este modo de alimentación, contribuyen a controlar la eutrofización de las aguas y a desinfectarlas. La radiación solar también procura una desinfección natural de las aguas, mediante

fotooxidación de las células bacterianas (Hernández-Crespo et al., 2022). Además de invertebrados acuáticos, la charca se ha convertido en hábitat de anfibios (ranas principalmente), culebras de agua y hasta una pareja de gallinetas de agua ha sido observada por los vecinos.

En el marco de un proyecto de cooperación internacional ejecutado conjuntamente por la Universitat Politècnica de València y la Universidad Nacional Agraria de la Molina (Lima, Perú)⁹ se ha realizado un seguimiento de la Ecodepuradora de Carrícola, enfocado a conocer el potencial de los humedales como sistemas de regeneración sostenible de las aguas residuales y cuantificar la eficiencia de los procesos de desinfección. Para ello, se midieron los principales indicadores microbiológicos (*Escherichia coli* y huevos de nemátodos intestinales) establecidos en la legislación sobre reutilización de aguas depuradas (RD1620/2007; Reglamento 2020/741). El seguimiento se llevó a cabo en diversos puntos de la EDAR: influente y efluente de cada uno de los humedales. No se encontraron huevos de nemátodos intestinales en ninguno de los puntos evaluados, ni tampoco en el agua residual bruta, lo que indica la ausencia o una presencia mínima de estos parásitos en la población, lo cual coincide con otros estudios llevados a cabo en otras zonas de España y Europa. Los resultados de la bacteria fecal *Escherichia coli* indican una disminución progresiva de su concentración a lo largo del tren de tratamiento. En la primera etapa de humedales de flujo subsuperficial horizontal (HSSF) se reduce en torno a una unidad logarítmica, en la segunda etapa de HSSF se reduce algo menos de una unidad logarítmica, mientras que en la charca se reduce en torno a las 2 unidades logarítmicas¹⁰ en término medio, pero con reducciones de hasta 3 unidades en algunos muestreos (Figura 7). Esta reducción tan significativa es de gran utilidad, ya que el agua efluente de la charca podría reutilizarse en distintos tipos de usos: riego de cultivos en los que se evita el contacto del agua regenerada con los frutos consumibles o, en caso de que no se evite, éstos no son consumidos en fresco sino con tratamiento industrial posterior, riego de

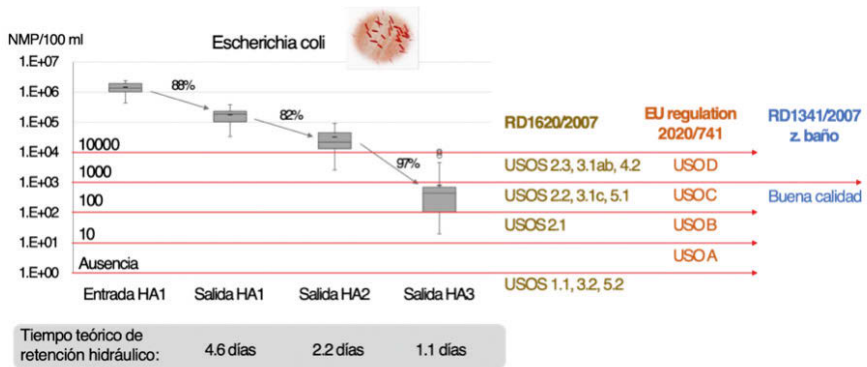
⁹ Título del proyecto: *Humedales artificiales: hacia el desarrollo de un saneamiento y regeneración sostenibles de las aguas residuales de comunidades rurales*. AD1901 - Programa ADSIDEO, financiado por el Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV.

¹⁰ La reducción de una unidad logarítmica significa el 90% de eliminación, dos unidades, 99%, tres unidades, 99,9%.

cultivos no alimentarios, pastos para animales o acuicultura, y algunos usos industriales, recreativos y ambientales (usos de calidad 2.2, 2.3, 3.1, 4.2, 5.1, 5.3 y 5.4, RD1620/2007).

A la luz de los resultados presentados en los párrafos anteriores se puede concluir que las EDAR basadas en humedales artificiales, bien diseñadas y explotadas, funcionan correctamente, produciendo un efluente que cumple los requisitos de vertido e incluso puede ser reutilizada en distintos usos. En definitiva, como dice el título del artículo, son sistemas que ofrecen una garantía de calidad y que además son sostenibles, consumen poca energía, no requieren de reactivos y pueden ser mantenidos por la propia población.

Figura 7. Gráfico de evolución de la concentración de bacteria *Escherichia coli* a lo largo del sistema de humedales artificiales (HA) de la Ecodepuradora de Carrícola, medida como número más probable de bacterias (NMP) en 100 ml. Los resultados se presentan mediante diagramas de cajas y bigotes en los que la parte superior de la caja gris representa el percentil 75 de los datos y las barras de error se extienden hasta el mínimo y el máximo, los círculos indican valores atípicos.



Sistemas Urbanos de Drenaje

Sostenible Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) constituyen otro ejemplo de sistemas naturales de depuración. Originalmente concebidos como sistemas de gestión sostenible de las aguas pluviales enfocados a abordar problemas de “cantidad” de agua, y evitar “reventones” de las alcantarillas, con el tiempo se ha ido demostrando que también desempeñan una función depuradora significativa.

Entre estos sistemas se incluyen las cubiertas vegetadas, las cunetas vegetadas, cuencos o balsas de detención e infiltración del agua, los pavimentos permeables y un amplio abanico de posibilidades a seleccionar según las necesidades y características de cada zona urbana (Ballester-Olmos et al., 2015b). En la figura 8 se muestran algunos ejemplos de SUDS demostrativos, construidos en Xàtiva y Benaguasil, gracias al proyecto LIFE Aquaval. En este proyecto se demostró que los SUDS construidos tenían una gran eficiencia volumétrica, captando la totalidad de la lluvia directa caída sobre su superficie y la escorrentía superficial desde zonas adyacentes en la mayor parte de los eventos de lluvia, excepto en aquellos de muy alta intensidad o volumen, en los cuales contribuyeron a laminar los caudales que llegaban a la red de saneamiento de forma significativa. También se hizo patente una importante función de captura de los contaminantes acumulados sobre las superficies urbanas (Perales-Momparler et al., 2014, 2016).

Figura 8. Imágenes de diferentes tipos de SUDS instalados en Valencia, en el marco del proyecto AQUAVAL.



Cubierta vegetada en Colegio Público Gozalbes Vera (Xàtiva, Valencia)



Cuneta vegetada en Rondo Norte (Xàtiva, Valencia)



Cuencos de detención e infiltración en el parque Costa Ermita (Benaguasil, Valencia)



Aparcamiento con pavimento permeable en la piscina cubierta (Benaguasil, Valencia)

Los principios básicos sobre los que se asientan estos sistemas son (De la Fuente et al., 2021):

- Restituyen procesos del ciclo del agua que se encuentran muy mercados en los modelos urbanísticos actuales, como son la filtración e infiltración de las aguas, laminando de esta manera los caudales que llegan a la red de colectores y disminuyendo así el riesgo de alivios, reventones o inundación. Otro proceso muy importante que se recupera es la evaporación, ya que al disponer de espacios que absorben agua y la retienen durante un tiempo determinado, pueden evaporarla en tiempo seco, contribuyendo así a regular el clima urbano.
- Se trata además de hacer una gestión y retención descentralizadas del agua de lluvia, es decir, gestionarla en el lugar donde se produce. Como todos habremos observado en alguna ocasión, las escorrentías urbanas que se generan en los primeros momentos de lluvia están muy lejos de ser aguas limpias. Además, son diferentes a las aguas residuales domésticas, la materia en suspensión que contienen no es tan biodegradable como la que está presente en las primeras. Por tanto, instalar este tipo de sistemas contribuye a ahorrar energía en el transporte y posterior tratamiento de las aguas conducidas por las redes de saneamiento.
- ¿Cómo se realiza el tratamiento de las aguas en estos sistemas? Fundamentalmente mediante los mecanismos de filtración y sedimentación que se producen en la propia infraestructura, de manera que los contaminantes quedan retenidos en las distintas capas filtrantes de

los sistemas y, una vez alcanzan el suelo, éste contribuye a depurar el agua. También se desarrollan comunidades biológicas (biopelículas bacterianas y otros organismos superiores) que participan en la degradación de contaminantes.

En el contexto actual de cambio climático, en el que los informes del IPCC (2018) auguran una disminución de la frecuencia de las lluvias, pero una intensificación de éstas, así como periodos de sequía prolongados, es de especial interés trabajar por capturar al máximo las aguas pluviales. Los SUDS pueden ayudar en esta misión. Adaptando los diseños a la problemática de cada área, se puede conseguir retener e infiltrar gran cantidad de agua de lluvia. Además, muchos de estos SUDS pueden conectarse a sistemas de almacenamiento de agua, tipo aljibe, para aprovechar posteriormente el agua capturada.

En Aras de los Olmos, por ejemplo, se podrían instalar cubiertas vegetadas (tejados verdes) en algunas casas o edificios públicos, pavimentos permeables en algunas calles o plazas del municipio, así como cunetas o balsas de detención e infiltración para facilitar la infiltración de las escorrentías superficiales generadas en distintas áreas del municipio, ya sea en el casco urbano o en las inmediaciones. Instalar aljibes, conectados a algunos de estos sistemas, para almacenar el agua, puede ser de interés para utilizar posteriormente el agua en el riego de jardines o de los propios SUDS vegetados durante los periodos secos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Carrícola la confianza depositada en el IIAMA de la UPV por todos los años que nos han dejado trastear en su Ecodepuradora y su apuesta por los humedales artificiales como sistemas de depuración, así como su participación en el proyecto LIFE Renaturwat. El proyecto LIFE Renaturwat agradece la financiación recibida del programa LIFE de la Unión Europea.

Los autores también agradecen la confianza del Centro de Cooperación al Desarrollo de la UPV, quien ha financiado el proyecto titulado “Humedales artificiales: hacia el desarrollo de un saneamiento y regeneración sostenibles de las aguas residuales de comunidades rurales.” AD1901 a través de su programa ADSIDEO.

Finalmente, desean expresar su agradecimiento a la Universidad de Verano de Aras de los Olmos por su invitación para presentar y compartir las experiencias y conocimientos adquiridos sobre sistemas naturales de depuración.

Bibliografía

ALIANZA POR EL AGUA (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Monográficos Agua en Centroamérica. https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_documento/manual_depuracion.pdf

BALLESTER-OLMOS y ANGUÍS, J.F., PERIS GARCÍA, P.P., PERALES MOMPARTLER, S., ANDRÉSDOMÉNECH, I., ESCUDER BUENO, I. (2015a). El agua en Benaguasil, un viaje en el tiempo. Volumen 1.

BALLESTER-OLMOS y ANGUÍS, J.F., PERIS GARCÍA, P.P., PERALES MOMPARTLER, S., ANDRÉS DOMÉNECH, I., ESCUDER BUENO, I. (2015b). El agua en Benaguasil, un viaje en el tiempo. Volumen 2.

DE LA FUENTE, L., PERALES MOMPARTLER, S., RICO CORTÉS, M., ANDRÉS DOMÉNECH, I., MARCO SEGURA, J.B. (2021). Guía Básica para el Diseño de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible en la Ciudad de València.

DIRECTIVA 91/271/CEE. Directiva del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.

DOTRO, G., LANGERGRABER, G., MOLLE, P., NIVALA, J., PUIGAGUT, J., STEIN, O., von SPERLING, M. (2017). Treatment Wetlands - Biological Wastewater Treatment Series - Volume 7. Edited by IWA Publishing. Vol. 7.

GARCÍA SERRANO, J., CORZO HERNÁNDEZ, A. (2008). Depuración con humedales construidos. Guía práctica de diseño, construcción y explotación de sistemas de humedales de flujo subsuperficial.

HERNÁNDEZ-CRESPO, C., FERNÁNDEZ-GOZALBO, M.I., MIGLIO, R.M., MARTÍN, M. (2022). Escherichia coli removal in a treatment wetland - pond system: a mathematical modelling experience. Sci Tot Environ 839, 156237. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156237>

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, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.

KADLEC, R.H., WALLACE, S. (2009). Treatment Wetlands. CRC Press, Boca Raton, FL.

ORTEGA DE MIGUEL, E., FERRER MEDINA, Y., SALAS RODRÍGUEZ, J.J., ARAGÓN CRUZ, C., REAL JIMÉNEZ, A. (2010). Manual para la implantación de sistemas de depuración para pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

PLAN DSEAR. Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización. (2021). Dirección General del Agua. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/plan_dsear_final_tcm30-529674.pdf

PERALES-MOMPARLER, S., HERNÁNDEZ-CRESPO, C., VALLES-MORÁN, F., MARTÍN, M., ANDRÉS-DOMÉNECH, I. ANDREU, J., JEFFERIES, C. (2014). SuDS Efficiency during the Start-Up Period under Mediterranean Climatic Conditions. *Clean – Soil, Air, Water*, 42, 178–186. DOI: 10.1002/clen.201300164.

PERALES-MOMPARLER, S., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., HERNÁNDEZ-CRESPO, C., VALLES-MORÁN, F., MARTÍN, M., ESCUDER-BUENO, I., ANDREU, J. et al. (2016). The role of monitoring sustainable drainage systems for promoting transition towards regenerative urban built environments: a case study in the Valencian region, Spain. *Journal of Cleaner Production*, 163, S113-S124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.153>

REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

REGLAMENTO (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.

SALAS RODRÍGUEZ, J.J., PIDRE BOCARDO, J.R., CUENCA FERNÁNDEZ, I. (2007). Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales.

El reto de la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de reutilización del agua

Vicent Hernández-Chover
Lledó Castellet-Viciano
Francesc Hernández-Sancho

Introducción

El agua de calidad para satisfacer las necesidades humanas es un recurso cada vez más escaso y su disponibilidad constituye un factor esencial para el desarrollo socioeconómico. El aumento de población está generando un incremento en la demanda del recurso y, frente a los crecientes requerimientos de agua hay que señalar que ciertamente es difícil incrementar su oferta. El escenario hídrico actual viene definido por una elevada presión sobre un recurso limitado, esta escasez en la oferta del recurso viene provocada por variables de distinta naturaleza. En primer lugar, los aspectos relacionados con el cambio climático (escasa e irregular pluviometría, aumento de temperaturas...) afectan a la disponibilidad del recurso, en segundo lugar, la contaminación de las masas de agua debido al empleo indiscriminado de fertilizantes en la agricultura, así como los vertidos industriales limitan su disponibilidad y, en tercer lugar, el modelo económico lineal, basado en coger-transformar-usar-tirar es insostenible debido a la gran cantidad de agua requerida en los procesos industriales. Además, se estima que solo un 1% del agua existente en nuestro planeta, puede ser aprovechada para las actividades humanas y productivas. Esta escasez de agua en cantidad y calidad tiene consecuencias sobre el medio ambiente y el ámbito económico y social.

La mayor parte del consumo de agua tiene lugar en el sector agrícola, representando aproximadamente el 70%, seguido del uso industrial con un 20%, siendo minoritario el consumo de agua para uso doméstico, representando el 10% restante. En 2009, el uso de agua industrial en Europa y América del Norte representó la mitad de su uso total de agua, mientras que en los países en desarrollo el uso de agua industrial oscila entre el 4 y el 12% del uso nacional de agua. A medida que aumenta la industrialización en los países en desarrollo, el uso de agua industrial podría potencialmente incrementarse, aumentando fuertemente la presión sobre los recursos hídricos.

En este sentido, el sector de tratamiento de aguas residuales cobra especial relevancia, ya que permite aprovechar el agua tratada para otros usos, aumentando de este modo la oferta del recurso. En la actualidad existe tecnología disponible para regenerar el agua y adecuar su calidad a cualquier uso requerido. Con ello se lograría ahorrar recursos convencionales de gran calidad y creciente escasez. De este modo, el agua

regenerada se convierte en un recurso hídrico alternativo que asegura la disponibilidad de agua al tiempo que reduce la presión sobre las masas de agua garantizando su sostenibilidad.

A nivel nacional, existe un marco normativo en materia reutilización de aguas basado en el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre que recoge los usos que pueden tener las aguas regeneradas. A su vez, en mayo de 2020, se publicó el Reglamento del Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, que será aplicable a partir del 27 de junio de 2023 (2020/741/UE). Dentro de esta nueva regulación se consideran los recursos hídricos de la UE como un bien escaso a salvaguardar en un contexto de cambio climático en el que se incrementa el uso del agua para fines agrícolas, industriales y urbanos.

Sin embargo, la reutilización del agua se enfrenta a numerosas barreras, que van desde la percepción del público hasta los desafíos tecnológicos, de seguridad y regulatorios de precios. Esto es debido principalmente a la necesidad de recuperar los costes de los distintos tratamientos a los que debe ser sometida el agua residual para alcanzar la calidad necesaria para su uso. Este último aspecto actúa en numerosas ocasiones como desincentivo. Para poder estimar el conjunto de los costes implicados, es preciso considerar los costes de tratamiento, así como los asociados con la propia infraestructura de transporte de agua y la energía para el bombeo. Ello supone que el atractivo de la reutilización del agua varíe según el caso, siendo el más favorable, cuando la infraestructura ya existe y las inversiones adicionales necesarias son limitadas.

El agua regenerada debe ser reconocida como un elemento fundamental en la estrategia de gestión del ciclo urbano del agua con el fin de conservar y proteger los recursos hídricos. Así pues, se trata de una fuente alternativa que sustituye el uso de agua procedente de fuentes convencionales. Para aplicar un modelo de economía circular centrado en la reutilización es necesario implementar nuevas tecnologías e infraestructuras que aseguren tanto la calidad del agua como su distribución y almacenamiento.

Con tal de justificar la inversión y financiación de un proyecto de reutilización es necesario realizar un exhaustivo análisis de los beneficios generados. Éstos deben ser previamente identificados para su posterior

cuantificación económica. Tanto los costes de inversión y operación como los beneficios derivados deben ser proyectados en un marco temporal que alcance toda la vida útil del proyecto. Para ello son necesarias aproximaciones metodológicas que contemplen estos aspectos, así como propuestas económicas que evalúen los distintos beneficios que un proyecto de reutilización puede generar a nivel social y ambiental. Este capítulo propone una metodología para evaluar la viabilidad de un proyecto de reutilización de aguas tratadas incluyendo, además de los aspectos económicos, las externalidades ambientales y sociales generadas.

Marco metodológico

La evaluación del proyecto requiere, además de la cuantificación de los beneficios directos e indirectos, conocer detalles relacionados con la vida útil o duración del equipamiento e infraestructuras y la tasa de descuento social o tipo de interés. El objetivo es calcular la rentabilidad de la inversión en términos monetarios.

Para su cálculo se evalúa el beneficio neto del proyecto usando la siguiente expresión:

$$BN = B_i + B_e$$

Donde **BN** representa el beneficio neto (Beneficio total – Costes totales); **B_i** = Beneficio interno – Costes internos y **B_e** = Externalidades positivas – Externalidades negativas.

Los distintos aspectos considerados vienen expresados como valor presente, es decir, aplicando los factores de actualización que se consideren a lo largo de la vida del proyecto. El valor actual neto se obtiene usando la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{i=1}^t \frac{BN}{(1+r)^i}$$

Donde **VAN** es el valor actual neto; **r** es la tasa de descuento y **t** es el tiempo (expresado en años).

El resultado de la expresión justifica si el proyecto es económicamente viable, en cuyo caso **VAN > 0**, es decir, los beneficios superan los costes. En el caso de un **VAN < 0**, el proyecto no se considera viable.

Análisis de costes

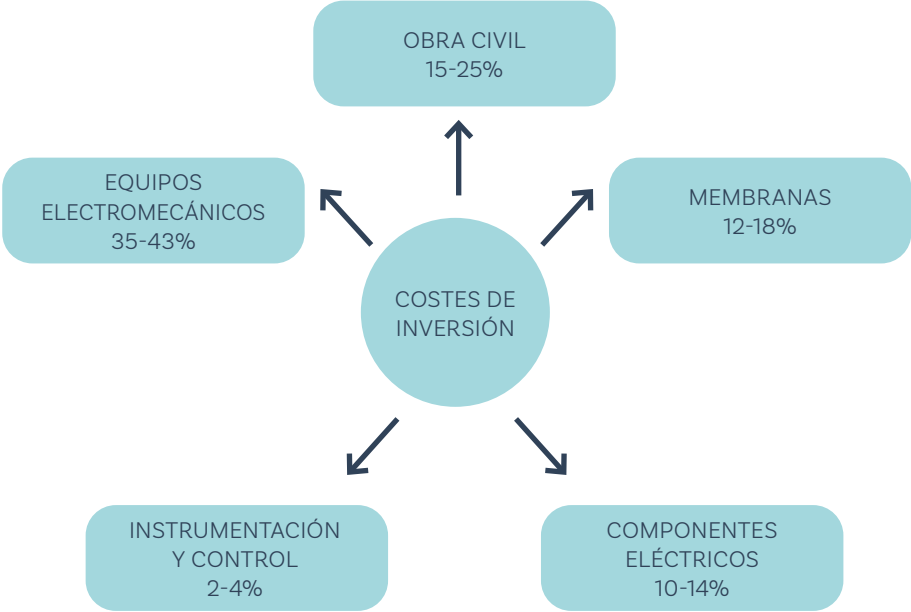
Para que un proyecto de reutilización de agua tenga éxito debería superar una serie de barreras tanto de tipo social, relacionadas con la reticencia de la sociedad a hacer uso del agua regenerada, como económicas, ya que el agua residual requiere de unos tratamientos adicionales para su reutilización, así como de una infraestructura adecuada para hacerla llegar al usuario final, lo cual conlleva unos costes que deben ser considerados.

En términos económicos, un proyecto de regeneración implica costes de inversión y de operación. Los costes de inversión corresponden a la adquisición de los activos necesarios y puesta en funcionamiento del proyecto, en el caso que nos ocupa, una estación regeneradora de aguas residuales (E.R.A) implica principalmente: terrenos, canalizaciones, obra civil (reactores), equipos electromecánicos (bombas de impulsión, sumergibles, soplantes, centrífugas...) y tuberías. Además, asociados a los costes de inversión, estarían los servicios de ingeniería (estudios previos, redacción de proyecto, supervisión y control de las obras) así como otros costes relativos al propio desarrollo del proyecto (administración, permisos ambientales y servicios legales).

Un aspecto fundamental en la determinación de los costes de inversión es el tipo de tecnología utilizado para el tratamiento del agua regenerada, el cual dependerá de los estándares de calidad requeridos para su uso establecidos en el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre (RD 1620/2007). Además de la tecnología, el factor escala juega un papel muy relevante ya que la inversión específica necesaria por cada $\text{m}^3/\text{día}$ de producción disminuye a medida que aumenta el tamaño de la instalación.

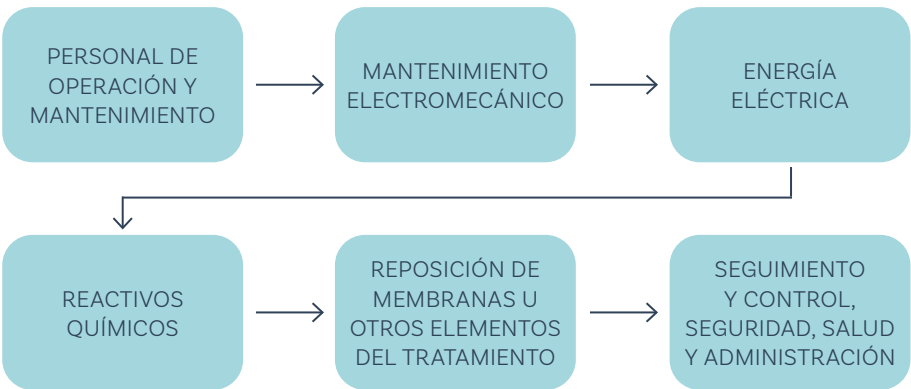
Los costes de inversión asociados a este tipo de instalaciones (incluyendo tratamiento terciario con membranas) se distribuyen de la siguiente forma (en porcentaje sobre el total):

Figura 1. Representación de los costes de inversión de una ERA



Por otro lado, los costes de operación y mantenimiento son aquellos que derivan exclusivamente de la explotación o funcionamiento de la instalación. La figura 2 muestra el detalle de los costes operacionales.

Figura 2. Costes operacionales de una ERA



Al igual que ocurre con los costes de inversión, los de operación y mantenimiento van a depender en gran medida del tipo de tecnología aplicada en el proceso y el volumen de agua tratado.

Tabla 1. Costes operacionales de diferentes tratamientos de agua regenerada. Adaptación de Iglesias et al. (2010)

Tratamiento terciario	Costes de operación (€/m ³ producido)
Tratamiento fisicoquímico con sedimentación lamelar, filtración de lecho profundo, ultrafiltración y desinfección.	0,14-0,20
Tratamiento fisicoquímico con sedimentación lamelar, filtración de lecho profundo y desinfección.	0,06-0,09
Filtración y desinfección o Filtración de lecho profundo.	0,04-0,07
Tratamiento fisicoquímico con sedimentación lamelar, filtración de lecho profundo + ultrafiltración, osmosis inversa, cloro residual o electrodiálisis y desinfección.	0,35-0,45

La obtención de un efluente de calidad bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental supone un importante reto tecnológico que, a su vez, representa una oportunidad para la innovación en el campo del tratamiento de las aguas residuales. Además de su evidente interés para las aplicaciones a escala nacional, es importante destacar el mercado potencial que se está abriendo en otros países, especialmente del ámbito mediterráneo y latinoamericano.

Análisis de beneficios

Con el fin de garantizar la viabilidad económica y ambiental de cualquier proyecto de reutilización es necesario dar un valor de mercado al agua regenerada y para ello se requiere desarrollar estructuras tarifarias apropiadas. Los análisis de viabilidad económica de proyectos de reutilización de agua tratada deben abordarse utilizando metodologías propias del análisis económico. Para ello se planteará como objetivo maximizar los beneficios totales derivados del proyecto estableciendo un horizonte temporal y, teniendo en cuenta, además de los costes, los beneficio directos e indirectos generados.

Esta metodología permite comparar la viabilidad económica en distintos escenarios, incluyendo el caso de “no hacer nada” o también llamado el coste de la inacción, es decir, mantener la actual situación sin cambio alguno. La principal premisa de la metodología es considerar únicamente aquellos proyectos cuyos beneficios directos e indirectos superan los costes.

Beneficio directo

El beneficio directo es la diferencia entre los ingresos y los costes internos del proyecto. El término ingreso interno incluye los importes obtenidos como consecuencia de la venta del agua regenerada y otros subproductos recuperados. Si el agua regenerada va a ser usada en la agricultura, el contenido en nitrógeno y fósforo de dicha agua supondrá un ahorro en los costes de fertilizantes, mientras que, si se destina a otros usos, durante el tratamiento de aguas residuales se pueden recuperar estos nutrientes y ser vendidos posteriormente. Los costes internos son el resultado de la suma de los costes de inversión (terreno, obra civil, maquinaria y equipamiento, instalaciones auxiliares y estaciones de bombeo), los costes de operación y mantenimiento (personal, energía, gestión de fangos y reactivos), los costes financieros y las tasas.

Beneficio Indirecto

El beneficio indirecto se genera cuando una operación económica entre dos agentes A y B produce efectos sobre un tercer agente C sin que haya transacción monetaria entre A y C, o entre B y C. Las externalidades también pueden ser producidas por un solo agente y el impacto puede repercutir al conjunto de la sociedad. Los proyectos de reutilización de agua generan externalidades positivas que deben ser identificadas y cuantificadas. De hecho, un proyecto de utilización de agua regenerada proporciona los siguientes beneficios ambientales:

- Permite la liberación de volúmenes de agua convencional incrementando los flujos vitales para los ecosistemas.
- Reduce el vertido de contaminantes a las masas de agua sensibles a la eutrofización.
- Permite la creación o mantenimiento del hábitat en humedales y ríos.

- Reduce y previene la contaminación, por ejemplo, la aplicación del agua regenerada en el riego agrícola puede servir de fuente de nutrientes reduciendo la necesidad de aplicar fertilizantes sintéticos.

En este sentido resulta de gran importancia identificar todas las externalidades positivas generadas para su oportuna clasificación según su naturaleza y así poder seleccionar la metodología más apropiada para su correcta cuantificación (Ilustración 1).

Ilustración 1 Flujoograma proceso de cuantificación



Métodos de valoración económica de beneficios indirectos

Una de las dificultades para la evaluación de los beneficios indirectos es que son valores intangibles. Por ello, la valoración de las externalidades se convierte en un reto de cierta complejidad. No existe un método general aplicable en todos los casos. Cada problema requiere de un análisis particular, e incluso de la combinación de distintas metodologías. A continuación, se resumen algunas de las metodologías disponibles.

Método de Valoración Contingente

Este método se basa en la valoración de los beneficios ambientales derivados de actuaciones realizadas y se calcula en función de la cantidad económica que los beneficiarios potenciales estarían dispuestos a pagar por alcanzar estos beneficios. Este valor se obtiene directamente de los afectados mediante una serie de encuestas o entrevistas, diseñadas para determinar la disposición a pagar por un beneficio ambiental, o si es el caso, saber el valor monetario que estarían dispuestos a aceptar como compensación por un daño ambiental.

Curvas de Demanda: Modelos econométricos y programación matemática

Para las decisiones sobre los usos de los recursos hídricos en situaciones de escasez es necesario saber el valor económico del agua y como varía dependiendo del uso que se le quiera dar. Para ello cabe determinar si el agua es un bien final, es decir, los usuarios son consumidores directos (ej. uso urbano) o, en cambio, si es un bien intermedio, donde el usuario es un productor (ej. agricultores, industriales).

La finalidad de esta metodología es poner las bases de un mercado de agua dependiendo de su uso y demanda, para poder valorar económicamente el servicio ecosistémico ligado al agua. Para su valoración se utilizan los modelos econométricos y las técnicas de programación matemática.

Método del Coste del viaje

Este método es muy utilizado para valorar parques naturales y, por ende, sus servicios ecosistémicos desde el punto de vista recreacional. El principio básico consiste en estudiar la relación entre el tiempo empleado para llegar hasta el lugar donde se realiza el estudio junto con el coste que ha supuesto el desplazamiento y la propia visita con el valor otorgado al espacio natural objeto del viaje.

Esta metodología también tiene en cuenta el coste de oportunidad, es decir el coste de haber renunciado a realizar otras actividades alternativas a la visita.

Método del Precio Hedónico

Partiendo de un servicio ecosistémico sin un mercado definido se determina de qué manera el placer o molestia de consumir este servicio influye en el precio de unos bienes afectados indirectamente y para los que existe un mercado definido.

La metodología de los precios hedónicos parte con la identificación de los bienes con un mercado determinado que se creen afectados por la variable hedónica. Una vez identificados, se debe calcular el porcentaje del valor de estos bienes que se obtiene gracias a esta variable hedónica. Al tener este porcentaje del valor, se puede calcular la disposición marginal a pagar.

Método del “Choice Experiment”

El método del experimento de elección es uno de los métodos más utilizados en cuanto a la valoración económica de los activos ambientales se refiere. Esta técnica consiste en evaluar y valorar los bienes ambientales por sus características y atributos y se aplican modelos probabilísticos para elegir entre una lista de diferentes escenarios, incluyendo entre ellos las diferentes características que pueden obtener dependiendo de si se actúa o no para paliar los problemas ambientales. Para ello, se utiliza un coste marginal estimado que puede ser convertido en una disposición a pagar por parte de los usuarios, para cambiar la situación de este activo ambiental.

Precios sombra

A partir del trabajo pionero de Färe et al. (1989) surge una corriente de investigación que pretende aportar una metodología de valoración de los llamados outputs no deseables, carentes de mercado, en el marco de los estudios de eficiencia. Haciendo uso del concepto de función distancia se logra calcular un precio sombra para aquellos bienes derivados de actividades humanas y productivas (residuos sólidos, emisiones contaminantes, agua residual, etc.) para los que el mercado no otorga ningún valor y que cuentan con importantes efectos ambientales.

Métodos Multicriterio: AMUVAM (Analytic Multicriteria Valuation Method)

El método Analytic Multicriteria Valuation Method, de ahora en adelante nombrado como AMUVAM, es uno de los métodos más utilizados en los últimos años. Está compuesto por el método Analytic Hierarchy Process, referenciado como AHP, y un valor “pívot” que constará de actividades con un mercado que pueda regularlas. El método AMUVAM intenta recoger los Servicios Ambientales que puedan tener un valor directo en el mercado, para utilizarlos como el valor “pívot” que darán paso a estimar un valor monetario para aquellos Servicios Ambientales que no tengan un mercado y, por tanto, necesiten de una referencia para dar un valor monetario.

Por tanto, a partir del valor de los servicios de mercado que podemos encontrar en un lugar concreto, podemos determinar el valor de los servicios ecosistémicos al utilizarlos de valor “Pívot” y estimar una relación para su valor monetario.

Conclusiones

En el actual contexto de escasez hídrica es necesario encontrar alternativas que ayuden a disminuir la presión sobre un valioso recurso como es el agua. Los sistemas de reutilización suponen una fuente alternativa de agua, permiten volver a utilizar el agua que ha tenido anteriormente un uso municipal o industrial. La tecnología actual permite regenerar el agua residual garantizando una calidad adecuada para su uso, ya sea agrícola, industrial, recreativo o ambiental. Para llevar a cabo este proceso es necesario dedicar recursos económicos tanto a la inversión (infraestructuras) como a la operación y mantenimiento. Con tal de justificar la viabilidad de los proyectos de reutilización son necesarias metodologías que permitan cuantificar todos los beneficios generados. En este sentido es importante subrayar que los beneficios de un proyecto de reutilización de aguas incluyen aspectos económicos, sociales y ambientales que deben ser identificados a priori. El uso de metodologías de cuantificación económica permite priorizar entre distintos proyectos de reutilización, maximizando los beneficios y optimizando de este modo las decisiones.

Consideraciones sobre los paisajes fluviales. El caso del río Turia

Emilio Iranzo-García

*Grupo de Investigación GEOPAISAJE
Cátedra de Participación Ciudadana y
Paisajes Valencianos Universitat de València*

El significado del paisaje: concepto complejo y polisémico

El espacio geográfico que actúa de soporte de las actividades humanas se ha territorializado al establecer para él unos límites administrativos y ejercer una gestión política y administrativa sobre sus recursos. Sin embargo, las comunidades que habitan el espacio geográfico tienen más que un territorio. Tienen paisajes como bien explica en el documental “Territorio de abejas, paisajes de hombres”, nuestro profesor y colega Eduardo Martínez de Pisón. Lo que quiere decir Martínez de Pisón es que los seres humanos establecen con el entorno una relación que va más allá de lo funcional, para establecer vínculos culturales, afectivos y emocionales que forjan la esencia del lugar convirtiéndolo en paisaje. Un concepto más complejo y refinado que el de naturaleza, medio ambiente o territorio y que hace referencia a la configuración espacial del espacio geográfico percibida e interpretada. Por tanto, cuando hablamos de paisaje hacemos referencia a territorio objetivo, natural y construido, más toda su carga cultural.

El medio natural o lo que los ecólogos denominan la matriz biofísica se convierte en la materia prima de los grupos humanos, que lo modifican para convertirlo en su hábitat y ajustarlo a sus necesidades. El territorio se convierte en lugar y se manifiesta en forma de paisaje cuando se carga de significado para las personas que lo perciben y lo habitan. Los conceptos de lugar y paisaje casi se superponen. Primeramente, se define como lugar aquella porción física del espacio geográfico en el que se producen las interacciones y relaciones entre las personas. Incorpora los aspectos sociales, culturales y emocionales que se van construyendo al habitarlo. Es un espacio que nos importa. Que tiene significado para la ciudadanía y que está imbuido de identidad y pertenencia. Así pues, el paisaje es la manera en la que las personas llegamos al territorio, lo comprendemos y lo hacemos nuestro. Es un concepto que nos permite llegar a las complejidades que existen detrás. El Convenio Europeo del Paisaje lo presenta como “cualquier parte del territorio tal y como es percibida por la población, y cuyo aspecto es el resultado de la combinación de procesos ambientales y antrópicos.

Los grupos humanos cuando se asientan en un área geográfica inician un proceso de territorialización. El espacio geográfico es delimitado con

fronteras y se establecen para él normas de uso y funcionamiento. A partir del momento en que interviene el ser humano, se genera un nuevo orden en los procesos medioambientales y en la economía y se modifica el aspecto del territorio. Las personas han entrado en juego apropiándose del espacio geográfico, estructurándolo y dándole sentido. Del espacio geográfico, de la matriz territorial o biofísica se conforman lugares percibidos gracias al paisaje (Wattchow, 2013; Nogué, 2014).

Buena parte de nuestras experiencias como seres humanos están insertas en lugares y vinculadas a ellos. Lugares que se nos manifiestan a través del paisaje. Como individuos, pero también como colectivo, nos apropiamos de lugares y de sus paisajes cuando los vivimos. El paisaje o los paisajes nos envuelven y nos condicionan. En ellos estamos o nos adentramos continuamente. Influyen en cómo son las personas, en cómo actúan; y forjan su carácter tanto individual como colectivo. Son porciones del territorio imbuidas de significados, de emociones y por tanto llenas de sentido para los seres humanos (Nogué y Romero, 2006). Todo lugar se nos manifiesta a través de un paisaje, aunque existe la tendencia extendida de vincular el concepto a espacio abierto libre de actividad humana, a naturaleza o incluso a medio rural.

Cuando se habla de paisaje se presenta un concepto que integra y visibiliza ambiental y lo socioeconómico de un territorio (Ramírez y López, 2015; Farinós y Peiró, 2022), por lo que se muestra poderosa su consideración en los ejercicios de planificación espacial. El paisaje es la composición que nos permite comprender el carácter de un lugar. Es la estructura resultante de las dinámicas ambientales y culturales. En palabras de Folch y Bru (2017) el paisaje es un algoritmo socioecológico. No obstante, a pesar del marcado carácter territorial con que se ha cargado el concepto como consecuencia de su adopción por disciplinas científicas como la Geografía o la Ecología, su origen lo encontramos en la sensibilidad artística. Y es que el término paisaje no sólo es utilizado para designar la morfología de los lugares, sino también la representación de estos lugares.

La consecuencia es que existen diferentes perspectivas en el estudio del paisaje. Desde las que tienen un enfoque más culturalista o filosófico (preocupadas por los significados generados por el paisaje y sus distintas representaciones culturales); las que se aproximan a él desde la eco-

gía (relaciones de los seres vivos y sus hábitats); y las que tienen una perspectiva territorial (pragmática desde la óptica de la planificación). Pero, además, existe un enfoque próximo al territorial, al que me gusta denominar enfoque geográfico, que integra los planteamientos de estas diferentes perspectivas, pues considera que para hablar de paisaje no se puede excluir ninguna de ellas.

Por otro lado, podemos enfocar el análisis del paisaje de una manera integral, asemejándolo a territorio y estudiando las características de sus componentes, interacciones y distribución espacial. O bien desde una perspectiva visual a partir de la identificación de las zonas visibles que se perciben y estudiando su composición y estructura. En el primer caso estudiamos todo el paisaje desde “arriba” o desde “fuera de él” y en el segundo caso estudiamos porciones del paisaje desde “dentro de él”.

El paisaje, componentes y tipologías

El paisaje tiene en su base la matriz territorial. A su vez esta es el resultado de la acción humana al apropiarse del espacio geográfico y de su matriz biofísica. La matriz biofísica tiene en el clima y la geología dos factores constituyentes de cuyas dinámicas e interacciones se estructuran y modelan otros factores como son el relieve, el suelo, la red hidrográfica, la flora y la fauna. Estos factores se disponen asimétricamente en el espacio y en función de ello los grupos humanos han ocupado e intervenido, configurando una nueva realidad que no permanece estática en el tiempo, sino que evoluciona. La matriz biofísica se convierte con la acción antrópica en matriz territorial y se manifiesta en el paisaje, que tiene como modelo teórico el geosistema.

Varios son los subsistemas de la matriz territorial y del paisaje. Distinguimos el subsistema abiótico conformado por estructuras inorgánicas como el roquedo y el agua, fundamentales para los seres vivos. El subsistema biótico formado por todo tipo de organismos vegetales y animales que interaccionan entre ellos mediante las cadenas tróficas. Y el subsistema antrópico constituido por el conjunto de estructuras que permiten la supervivencia de los grupos humanos y en mantenimiento sus sistemas económico y social. Del contacto de estos subsistemas surgen otros como pueden ser el subsistema edáfico, el subsistema agrario o el subsistema urbano (De Bolós, 1992).

Estos subsistemas están constituidos por diversos componentes que hacen que no existan dos paisajes idénticos. Componentes que influyen en la formación y expresión de cada paisaje. Estos son:

Las formas del terreno y procesos geomorfológicos: son el esqueleto del paisaje. La estructura arquitectónica y funcional sobre la que se disponen el resto de los componentes. Sobre el relieve ejerce su influencia el clima y la geología que condicionan los procesos que han dado como resultado unas u otras estructuras topográficas. El relieve ejerce una enorme influencia en la formación y distribución de los suelos, en la manera en que circulan las aguas superficiales, en los pisos bioclimáticos que condicionan la distribución de la vegetación y en la posibilidad de construir determinadas infraestructuras de comunicación o de asentamientos humanos. Además, también influye en la visibilidad al posibilitar un mayor o menor campo visual a los observadores.

El roquedo: es la materia prima a partir de la cual se constituyen las formas del terreno. Su composición y propiedades condicionan su erosión, transporte y sedimentación y por tanto la geodinámica externa que forma el relieve.

El suelo: resultante de la descomposición del roquedo permite que la vegetación se ancle a la superficie terrestre y que absorba el agua y las sales minerales que necesita para desarrollarse. También es el hábitat de la fauna edáfica, organismos animales que habitan dentro o sobre el suelo y desempeñan funciones clave en los ecosistemas terrestres. La fauna edáfica incluye una gran diversidad de especies, que van desde microorganismos hasta pequeños invertebrados y algunos vertebrados.

El agua: es la “sangre” del paisaje. Su presencia o ausencia condiciona el tipo de formaciones vegetales y su evolución. También a la fauna y al ser humano que necesita de ella para el desarrollo de sus actividades. El agua actúa como escultor de las formas del terreno al ser un componente que participa de la geodinámica externa.

La vegetación: metafóricamente podríamos asemejarlo a la “piel” del paisaje, presentándose en comunidades vegetales que dan lugar a formaciones cuya fisonomía dependen de factores climáticos (temperaturas, precipitaciones, evaporación) que a su vez están influidos por la topografía (altitud y exposición solar), hídricos, edáficos e incluso de

la presión de la fauna o de las actividades antrópicas. Las formaciones vegetales pueden ser monoespecíficas o pluriespecíficas y su altura y densidad influyen en el grado de visibilidad que permiten a los observadores situados a ras de suelo.

Los usos del suelo humanos: constituyen el “vestido y complementos” del paisaje al formar las cubiertas del suelo agrícolas, silvícolas, industriales o urbanas, que en función de su extensión, geometrías y cromatismo contribuyen al carácter del paisaje. Además, los caminos, carreteras, canteras, edificaciones, canales, puertos y aeropuertos, etc. modifican la naturalidad con sus geometrías regulares y gamas cromáticas incorporando complejidad en el paisaje

Explicados los componentes del paisaje, un enfoque pragmático lo presenta como el conjunto de formas, de elementos, de estructuras que caracterizan a un sector determinado de un área geográfica. Los elementos se analizan según su forma y magnitud y se reflexiona sobre su repercusión cultural. ¿Por qué se ha formado aquí un relieve de tipo tabular?; ¿por qué esa montaña tiene esos canchales en sus laderas?; ¿cuál es el motivo de que el valle se ensanche o se estreche?; ¿por qué tenemos un tipo de cultivos u otros?; ¿qué explica que los asentamientos sean dispersos o concentrados?...

Toda una gama de fenómenos complejos responde a estas preguntas, relacionados con la geodinámica interna terrestre, la geodinámica externa, los ciclos biogeoquímicos, las cadenas tróficas, y la acción antrópica. A pesar de que no podemos profundizar aquí, merece la pena citar la formación de las rocas primero y su deformación y ruptura (fallas) después, dando lugar a las grandes estructuras del relieve. La acción del clima en los procesos de meteorización de las rocas explica la erosión, el transporte y la sedimentación, que destruye y construye nuevas formas del terreno. Esta acción es complementada por la fuerza de las aguas de escorrentía y de los glaciares que se suman en las labores destructivas y constructivas. A todo ello se incorpora desde el Neolítico una mayor influencia del ser humano en el paisaje. En su acción de habitar y de garantizarse los recursos para su supervivencia ha transformado el paisaje según sus intereses. Primero muy en consonancia con la naturaleza, pero con el paso del tiempo la sofisticación condujo a una expansión de unas estructuras cada vez más ajenas a la naturaleza: deforestación y roturación del suelo, trazado

de parcelas, construcción de vías de comunicación, canales, ciudades, urbanizaciones, complejos industriales, infraestructuras...

Existen fenómenos ambientales que por su magnitud y energía tienen la capacidad de transformar paisajes en poco tiempo, en la mayor parte de los casos los paisajes son el resultado de un proceso gradual de miles de años. Sin embargo, la evolución de las sociedades humanas, su crecimiento demográfico y su desarrollo tecnológico ha propiciado la prevalencia de su potencial transformador. Primero en pocas generaciones, después en pocas décadas y ahora en pocos meses los seres humanos son capaces de transformar el espacio geográfico y sus paisajes.

Aunque cada paisaje es único, el conjunto de paisajes puede clasificarse con el propósito de hacer más operativo su estudio y comprensión. La clasificación del paisaje puede ser distinta atendiendo al criterio o criterios que utilicemos. Independientemente de ellos el objetivo es agrupar paisajes que tienen rasgos en común y establecer un orden. Se pueden clasificar los paisajes en relación con el espacio geográfico en el que se hallan; en relación con su estado evolutivo; atendiendo a su funcionalidad; según su estado de equilibrio ecológico; en función de los elementos dominantes; e incluso se pueden clasificar según su calidad y fragilidad paisajística. La clasificación del paisaje no solo permite una mejor comprensión y análisis de las dinámicas naturales y humanas, sino que también es crucial para la planificación territorial, la conservación del medio ambiente, el diseño urbano y rural, y la promoción de la sostenibilidad. Cada tipo de paisaje ofrece servicios ecosistémicos específicos y, al mismo tiempo, plantea desafíos particulares que requieren enfoques de manejo y gestión adaptados a sus características y contextos.

La diversidad de paisajes refleja la complejidad de las interacciones entre el ser humano y el entorno natural, y su clasificación constituye una herramienta fundamental para abordar de manera integral los retos asociados con su uso, conservación y desarrollo. A modo de ejemplo presentamos diferentes tipologías clasificatorias que ilustran lo que estamos comentando:

Clasificación según su origen.

- Paisajes Naturales: Son aquellos que no han sido significativamente alterados por la acción humana. Están formados por elementos geo-

lógicos, climáticos, hidrológicos y biológicos en su estado original. Ejemplos incluyen montañas, bosques, desiertos y océanos.

- Paisajes Culturales: También llamados paisajes humanizados, son el resultado de la interacción entre el ser humano y el medio natural. Incluyen ciudades, campos cultivados, áreas industriales y estructuras artificiales.

Según sus componentes predominantes:

- Paisajes Forestales de montaña: Ponen énfasis en la combinación de los elementos físicos, como relieves, suelos, aguas y vegetación.
- Paisajes Urbanos: Se caracterizan por una alta densidad de construcciones y actividades humanas, como edificios, calles, parques urbanos y sistemas de transporte.
- Paisajes Rurales: Comprenden áreas dedicadas principalmente a actividades agrícolas, ganaderas o forestales. Los elementos predominantes son campos de cultivo, bosques y pueblos pequeños.
- Paisajes Industriales: Incluyen áreas dominadas por infraestructuras y actividades industriales, como fábricas, minas y puertos.

Según el grado de intervención humana.

- Paisajes Prístinos: Corresponden a áreas prácticamente inalteradas por la actividad humana, como reservas naturales o parques nacionales protegidos.
- Paisajes Semi-transformados: Representan zonas donde la acción humana ha modificado parcialmente el entorno natural, como campos agrícolas o áreas de pastoreo.
- Paisajes Transformados: Son completamente modificados por la acción humana, como áreas urbanizadas, parques temáticos o zonas industriales.

Según su función principal.

- Paisajes Productivos: Aquellos dedicados a la explotación de recursos naturales, como los paisajes agrícolas, forestales, ganaderos o mineros.
- Paisajes Recreativos: Diseñados o utilizados para el ocio y el turismo, como parques naturales, playas turísticas o áreas de montaña con infraestructuras para deportes.
- Paisajes de Conservación: Destinados a la preservación de ecosistemas

y biodiversidad, como reservas naturales, parques nacionales o sitios de interés científico.

- Paisajes Simbólicos o Patrimoniales: Áreas que poseen un valor cultural, histórico o espiritual significativo, como sitios arqueológicos, paisajes sagrados o localidades reconocidas como Patrimonio de la Humanidad.

Según su percepción y estética

- Paisajes Escénicos: Destacan por su belleza visual o impacto estético, como paisajes montañosos, litorales o bosques densos.
- Paisajes Culturales Vivos: Aquellos que conservan tradiciones culturales activas, como terrazas de cultivo tradicionales o comunidades indígenas que mantienen prácticas ancestrales.
- Paisajes Degradados: Resultan de la explotación excesiva o la contaminación, como áreas deforestadas, desiertos avanzados por la desertificación o zonas urbanas en deterioro.

Los paisajes fluviales

El agua es un componente básico en la estructura de un paisaje. El agua se vea o no se vea, se perciba o se intuya condiciona y crea paisaje. Es importante porque actúa como agente erosivo y modela las formas del terreno. Pero también porque permite la vida creando hábitats y conectándolos; condiciona las actividades humanas y mejora el atractivo del paisaje. Aunque el agua ya no está presente lo estuvo en el pasado permaneciendo las formas creadas. En otras zonas el agua permanece invisible y sólo se revela indirectamente a través de una vegetación característica, de determinados cultivos o del sonido que emite en su discurrir.

Lo que nadie pone en duda es que además de su relevancia ecológica, está cargada de simbolismo y ha sido esencial para el desarrollo cultural. De hecho, el agua está en el nacimiento histórico de la idea de paisaje en China. Del término Shan = montaña, y Shui = agua o río aparece el término Shanshui que en chino significa paisaje. Los paisajes más valorados por la población son aquellos en los que el agua está presente.

Y ¿esto por qué es? La sociobiología y ecología señalan que las preferencias humanas por los paisajes con agua y de ribera es consecuencia de una evolución vinculada a la asociación que se efectuaba con la disponibilidad de comida y hábitats favorables.

El paisaje de un río y de sus riberas puede ser definido como el hábitat fluvial percibido caracterizado por la presencia de agua de escorrentía y por determinadas funciones ligadas al agua. Los paisajes fluviales son la manifestación del contacto entre sistemas terrestres y acuáticos, extendiéndose por el sector que va desde el margen de las masas de agua hasta el borde de los sistemas de ladera (Arizpe, Mendes y Rabaça, 20210; Malard et al., 2006). No se ciñen sólo a la estructura lineal formada por la lámina de agua, cauce y borde inmediato, sino que su espacio abarca las zonas de la cuenca hidrográfica en donde tienen lugar interacciones hidrológicas. Estos paisajes tienen quedados estructurados con relación a: una cuenca (espacio geográfico donde tienen lugar los procesos geomorfológicos fluviales); agua, con más o menos cantidad; mosaico de biotopos ordenados en un gradiente transversal (cauce, ribera y llanura de inundación), longitudinal (curso alto, medio y bajo) y vertical (cauce, medio hiporreico y acuífero); biota, tanto acuática como terrestre; interacciones; patrimonio cultural. Y funcionan con motivo de un régimen de caudales fluctuante en el tiempo que discurre aguas abajo pero también transversalmente (especialmente durante los episodios de avenidas) redistribuyendo organismos y sedimentos, y remodelando geomorfológicamente los valles y llanos de inundación.

Los paisajes fluviales son reconocidos además de por la morfología del valle y por la presencia o ausencia de lámina de agua en el cauce, por la vegetación de ribera. Esta tiene una relevancia ecológica excepcional. Es la franja boscosa que tiene una influencia significativa en la dinámica fluvial y que a su vez está influenciada significativamente por el curso de agua (Hunter, 1990). El bosque de ribera, también denominado de galería, conforma una masa arbolada de vegetación leñosa higrófila que interactúa con aguas superficiales y subsuperficiales, organizada a modo de bandas de formaciones leñosas (árboles y arbustos) que arrancan junto a la orilla del cauce. La vegetación se extiende transversalmente al cauce hacia las terrazas fluviales hasta el punto en que la topografía y la aridez del suelo impiden la dominancia de la vegetación higrófila (Dimopoulos y Zogaris, 2010). Los bosques de ribera están formados por vegetación higrófila, adaptada a soportar los suelos saturados en su zona radical, al menos durante una parte de la estación vegetativa. También forman parte de ellos especies adaptadas al estrés mecánico de las corrientes de agua.

Entre las especies forestales destacan los sauces, chopos, álamos, olmos, fresnos, alisos, robles. Los arbustos, como tamariscos (*Tamarix* spp.) y adelfas (*Nerium oleander*), se desarrollan en áreas intermedias, mientras que las hierbas y plantas emergentes, como juncos (*Juncus* spp.) y enneas (*Typha* spp.), predominan en los márgenes más cercanos al agua.

La vegetación de ribera desempeña un papel crítico en la dinámica de los ecosistemas acuáticos y terrestres. Entre sus funciones e importancias se destacan:

- **Protección de Suelos:** Las raíces de las plantas ribereñas estabilizan los márgenes de los ríos, previniendo la erosión y regulando la sedimentación.
- **Mejoramiento de la Calidad del Agua:** Actúan como filtros naturales al retener nutrientes, contaminantes y sedimentos antes de que lleguen al cuerpo de agua.
- **Regulación del Microclima:** Proveen sombra y reducen las temperaturas del agua, favoreciendo la vida acuática, en especial de especies sensibles al calor, como peces.
- **Hábitat para la Biodiversidad:** Estas áreas son refugio y fuente de alimento para una amplia variedad de especies animales, incluyendo aves, anfibios, reptiles e insectos.
- **Conectividad Ecológica:** Las franjas de vegetación de ribera funcionan como corredores biológicos que facilitan el desplazamiento de especies a través de paisajes fragmentados.

La red hidrográfica en el territorio valenciano es un reflejo de las características climáticas y del tipo de sustrato litológico. En un área donde las precipitaciones medias oscilan entre los 400 y los 550 mm anuales y la evapotranspiración potencial se sitúa en los 900 mm, los caudales son reducidos, irregulares y condicionados por la estacionalidad de las lluvias (Camarasa, 2014). El resultado es una escasa presencia de láminas de agua, que se limitan a los grandes colectores regionales como son los ríos Mijares, Turia, Júcar y Segura y a la red de embalses presentes en sus cuencas. El resto de cursos discurren la mayor parte del año secos y sólo se activan en momentos de intensas precipitaciones pudiendo en estos casos evacuar mucha agua y ser dañinos para actividades y asentamientos situados en sus inmediaciones.

La dinámica fluvial (tengamos cursos de agua permanentes o intermitentes) implica además de los procesos hidrológicos, procesos geomorfológicos que modelan el relieve (cañones, gargantas, valles, terrazas fluviales, conos y abanicos aluviales y llanos de inundación) e influye en las formaciones vegetales y en la fauna. Además, ha condicionado la historia de los asentamientos humanos que han necesitado del recurso agua y de zonas de aluvión fértiles situadas en los fondos de valle para el desarrollo de la agricultura. También de los desplazamientos al funcionar los valles como los corredores por donde se han trazado las principales vías de comunicación. Es por ello por lo que la imagen que tenemos de estos espacios, los paisajes fluviales, tienen mucha fuerza en el imaginario colectivo.

Los paisajes fluviales, ligados a los cursos de agua, se han convertido en el fundamento de la denominada “infraestructura verde” que tanto protagonismo ha alcanzado en el ámbito de la ordenación territorial y planificación urbanística. El decreto legislativo 1/2021, de aprobación del texto refundido de la Ley de ordenación del territorio, urbanismo y paisaje de la Comunitat Valenciana (LOTUP), define la “infraestructura verde” en su artículo 4 como el sistema territorial básico compuesto por los ámbitos y lugares de más relevante valor ambiental, cultural, agrícola y paisajístico; las áreas críticas del territorio cuya transformación implique riesgos o costes ambientales para la comunidad; y el entramado territorial de corredores ecológicos y conexiones funcionales que pongan en relación todos los elementos anteriores.

La normativa busca que aquellos espacios que sean identificados como parte de la infraestructura verde preserven los principales elementos y procesos del patrimonio natural y cultural, y de sus bienes y servicios ambientales y culturales. Garanticen la conectividad ecológica y territorial, la conservación de los ecosistemas y la calidad del paisaje. Supongan espacios libres del proceso urbanizador para disponer de espacios abiertos y sin riesgos por inundación para la población. Orienten al desarrollo urbanístico hacia las áreas de menor calidad productiva (agrícola), paisajística y menor vulnerabilidad.

Los paisajes fluviales de la Comunitat Valenciana ejercen una triple función (ambiental, territorial/funcional y simbólica). Algunos tramos están regulados mediante normativa sectorial específica de espacios naturales

protegidos; mientras que aquellos tramos fluviales que no disponen de ella, la propia LOTUP y la planificación derivada gradúa las intervenciones en ellos para que los usos que se prevean no desvirtúen el propósito de la denominada infraestructura verde. La LOTUP especifica que forman parte de la infraestructura verde los espacios que propician una óptima conectividad territorial entre los diferentes elementos constitutivos de la infraestructura verde (masas forestales, espacios naturales protegidos/ Red Natura 2000, zonas costeras de interés ambiental-cultural) como son los cauces fluviales y sus riberas y las veredas. También los ecosistemas húmedos y masas de aguas, continentales y superficiales, así como sus espacios adyacentes que contribuyan a formar paisajes de elevado valor que tengan al agua como su elemento articulador. Se incluyen asimismo las áreas inundables críticas determinadas en el Plan Territorial de Riesgo de Inundación de la Comunitat Valenciana.

Este tipo de paisajes, de estructura eminentemente lineal, son relevantes por su capacidad para garantizar la comunicación de comunidades bióticas de distintos hábitats alejados entre sí. Los cursos de agua transcurren desde las montañas situadas en el interior y se abren paso mediante estrechos congostos, hoces, y valles, hacia los fondos planos de amplios valles, vegas y llanuras de inundación. Actúan como conector entre manchas de hábitats lo que es importante para mantener la bioproductividad, evitar la consanguinidad y la deriva genética (Español, 2006). Los paisajes fluviales valencianos que estructuran la infraestructura verde son corredores ecológicos. Se definen como elementos territoriales que sirven de soporte a la comunicación entre hábitats gracias a la proximidad y a contar con las condiciones ambientales adecuadas para el transporte de parte de los seres vivos, materia y energía. Pero no sólo son “el camino” también son hábitats en sí mismo por sus condiciones internas que actúan de refugio y ofrecen alimento. Estos corredores son especialmente interesantes para la fauna al mejorar sus posibilidades de supervivencia por el hecho de no tener que exponerse tanto a los depredadores. También son importantes para la flora, sobre todo para aquellos plantones que necesitan de un ambiente propicio para prosperar (mayor humedad y moderación térmica).

El problema que tienen estos paisajes fluviales es la fuerte antropización y el deterioro de las formaciones de ribera. Las terrazas de los ríos,

abanicos aluviales y llanos de inundación se han utilizado intensamente por la agricultura al contar ellas con suelos fértiles y tener disponibilidad de agua para el riego.

El río Turia y sus paisajes

Explorar los paisajes del río Turia para caracterizarlos de manera precisa y coherente implica mucho más que un trabajo cartográfico o fotogramétrico. Es necesario transitar sus riberas a pie observando el entorno cercano. Mientras que una observación lejana desde un mirador en lo alto de una montaña te da una información limitada del congosto, del valle o del llano, un lento recorrido a pie de cauce, entre veredas y senderos nos descubrirá la extraordinaria complejidad del paisaje fluvial del Turia: bosques de ribera domesticados, niveles de terrazas cultivadas con árboles frutales que se alternan con hortalizas para el autoconsumo, sistemas de regadío antiguos, parcelas de cultivo convertidas en choperas destinadas a la producción de madera, caminos y sendas, restos de edificaciones que albergaban artefactos preindustriales (molinos, batanes, martinetes, fábricas de luz), cabañas de piedra, muros de separación de las parcelas levantados en piedra seca, campos abandonados recolonizados por la vegetación natural...

El río Turia es junto al Júcar el más emblemático para los valencianos. Especialmente para aquellos que han vivido y viven junto a sus riberas, para los que el Turia representa un don en forma de vega fértil y huerta, pero también un riesgo en forma de trágicas riadas. El río no solo ha sido una fuente de abastecimiento de agua para el territorio de su cuenca, sino que en sus orillas los valencianos han levantado sus pueblos y ciudades, han extraído y extraen sus aguas para regar las tierras, con sus embalses se genera electricidad, y también ha sido la vía por la que han bajado hasta la ciudad de Valencia los troncos de madera que procedentes de las sierras, servían para las necesidades constructivas y navales de la ciudad de Valencia.

Históricamente, las principales rutas de comunicación y los asentamientos humanos han tendido a desarrollarse a lo largo de los cursos fluviales, debido a las facilidades que estos ofrecían para el transporte y al acceso a recursos hídricos necesarios para el abastecimiento y el cultivo agrícola. Un ejemplo de esto es el río Turia, un río alóctono que atraviesa

las actuales provincias de Teruel y Cuenca, recorriendo aproximadamente la mitad de su trayecto en la provincia de Valencia (López Elum, 2002). Su origen se encuentra en Guadalaviar, un municipio de Teruel cercano a los Montes Universales, donde recibe inicialmente el nombre de este pueblo hasta llegar a la ciudad de Teruel, punto a partir del cual pasa a llamarse Turia hasta su desembocadura.

Al ingresar en territorio valenciano por el Rincón de Ademuz, el Turia se ve enriquecido por los afluentes Ebrón y Bohígues, que además actúan como importantes rutas de conexión hacia el valle del río. Más adelante, el curso del Turia atraviesa de manera breve la provincia de Cuenca, pasando por el término municipal de Santa Cruz de Moya, antes de regresar a Valencia. En este tramo, recibe las aportaciones de diversos ríos como el Tuéjar y el Sot, así como de una red de barrancos, ramblas y torrentes que contribuyen a su caudal. (Vázquez, 2015).

Efectivamente el Turia entra en su parte alta en tierras valencianas por el Rincón de Ademuz, atravesando estrechos desfiladeros flanqueados por altas paredes, rodeado de montañas pobladas de los más extensos bosques de la zona valenciana. En este abrupto tramo valenciano, que se alternan con fértiles vegas como la de Ademuz, se construyeron a mediados del siglo XX los embalses de Benagéber y Loriguilla, para la regulación de sus aguas y la producción de energía. Aguas debajo de Gestalgar calma su trayecto en la comarca del Camp de Túria. Y por fin, casi seco, pues ha sido sangrado por la actividad agrícola a largo del recorrido, especialmente en su tramo final mediante centenares de acequias, desemboca en la ciudad de Valencia.

El Turia en el Rincón de Ademuz discurre por la Depresión Turia-Alfambra, depresión que es una gran fosa tectónica. En ella Turia y afluentes se han ido encajando, configurando un paisaje complejo, formado por un sistema de valles de diferente anchura, flanqueados por abruptas laderas, coronadas por muelas.

Entre ellos destaca principalmente el del río Turia o Blanco, que ha formado un amplio y meandrizante valle al que se le conectan por la derecha los valles de los ríos Ebrón y Boilgues y por la izquierda el Riodeva y rambla del Val de la Sabina. Aquí se combinan la vegetación de ribera con los cultivos de regadío y con los asentamientos humanos, dándole al paisaje un elevado interés desde el punto de vista ambiental, cultural y visual.

Tras pasar por Santa Cruz de Moya, el río vuelve a tierras valencianas en la Serranía, discurriendo encajado profundamente entre bancos de calizas.

Todo ello ocasiona espectaculares cañones como los de Santa Cruz, el Puente Alta en Calles y el de Chulilla, con el espectacular paraje de Los Calderones. En este tramo, allí donde el río se ensanchaba dando lugar a vegas como las de Benagéber, Domeño y Loriguilla, se construyeron embalses modificándose la dinámica del río y creándose nuevos paisajes caracterizados por la presencia de una gran lámina de agua. Otros cursos de agua, afluentes del Turia también han creado paisajes de vega fluvial, bosques de ribera y congostos espectaculares. Es el caso de los ríos Reatillo y Tuéjar, espacios humanizados desde antiguo, incluso con mayor intensidad que el propio Turia, al contar con un valle menos abrupto.

Aguas abajo de la comarca de la Serranía, el río se calma entrando en la de Camp de Túria, donde sus aguas se aprovechan profusamente para la agricultura. El río Turia discurre sobre un amplio espacio de piedemontes y glacis cerrado por la sierra Calderona al Norte y por los cerros terciarios de les Rodanes al Sur. Sobre estos piedemontes el río se ha encajado formando un valle disimétrico con terrazas fluviales que se han aprovechado para su puesta en cultivo, especialmente entre Vilamarxant, Ribarroja, Benaguasil y Benisanó. Se trata de un espacio muy antropizado desde antiguo. Conviven algunas masas forestales, de gran interés por su singularidad en un espacio metropolitano y por su diversidad ecológica, con espacios agrícolas de elevado valor; y una zona urbana e industrial que se ha ido expandiendo, debido principalmente a su cercanía a la capital valenciana. Entre las zonas verdes destaca el Parque Natural de la Serra Calderona, el Paraje Natural Municipal de les Rodanes en el municipio de Vilamarxant y el propio valle del Turia, que conforma un espacio verde y cultural entre Manises y Vilamarxant, dando lugar al Parque Fluvial del Túria de más de 4.600 hectáreas. En él se integra además de un interesante bosque de ribera y distintos componentes del patrimonio hidráulico, el bosque de la Vallesa compuesto por una densa masa forestal de pino carrasco.

Finalmente, en el curso bajo donde se sitúa la llamada llanura de Valencia, modelada por aportes sedimentarios del río Turia, se conforma un abanico fluvial sobre el que discurre el río hasta su desembocadura. El río entra en Valencia creando, con la derivación de sus aguas a través de

las siete acequias históricas más la de Moncada, la Huerta de Valencia. Se crea aquí un paisaje cultural edificado sobre un espacio sedimentario de tipo aluvial, en cuya su conformación han intervenido históricamente procesos ambientales y antrópicos. Las numerosas crecidas y riadas que ha tenido a lo largo de la historia, hicieron que a raíz de la de 1957 el río se desviara al sur de la urbe, en un nuevo cauce a través del denominado Plan Sur. Los 11 km de río que atravesaban el término municipal de Valencia ya sin río fueron recuperados por la ciudadanía para el ocio y la Naturaleza, y hoy en día es uno de los mejores espacios de la ciudad, con un Parque de Cabecera, numerosas instalaciones deportivas y lúdicas y la Ciudad de las Artes y las Ciencias (Irranzo, 2014).

No se puede entender la historia de Valencia sin la consideración del río Turia. La ciudad fue una fundación romana del año 138 aC, sobre una superficie aterrazada en la orilla derecha del río. La ubicación en este punto próximo al litoral aseguraba disponibilidad de agua dulce, tierras de aluvión aptas para el cultivo y accesibilidad al litoral navegando por el cauce de un río mucho menos domesticado. Posteriormente, el paisaje del Turia se fue transformando como resultado de la intervención humana sobre su cauce y orillas. Aunque los asentamientos se ajustaban a los rasgos de las vegas también se iban implementando tecnologías cada vez más sofisticadas en el

canal del Turia para defender las poblaciones (especialmente la ciudad de Valencia) de sus fuertes inundaciones (Carmona, 1997). En la zona urbana de Valencia a raíz de la grave inundación de 1589, el río se canalizó entre pretilos (Fàbrica de Murs i Valls) y la segunda, después de la gran inundación de 1957, se desvió del cauce por el sur de la ciudad (Plan Sur).

En la zona más habitada de la Comunitat Valenciana, el agua es uno de los elementos básicos para el mantenimiento de la calidad de vida de la población. A lo largo de su recorrido, el río pasa y da sentido a numerosos y magníficos paisajes en los que están presentes las huellas de las diferentes comunidades que han habitado este territorio. La calidad de las aguas, su uso sostenible, la protección de la vegetación y la fauna, la eliminación de un urbanismo depredador son algunos de los aspectos que hay que tener en cuenta para que el río, su influencia, su agua, su paisaje pase a generaciones futuras en mejores condiciones que los actuales.

Hasta no hace mucho tiempo el paisaje sólo era concebido como el

fondo de las actividades humanas y por tanto no se le consideraba un objeto susceptible de ordenación. Pero en la actualidad, un cambio de mentalidad hace que la ciudadanía reclame vivir en entornos paisajísticamente dignos, con lo que el paisaje se ha convertido en un recurso, en un elemento de desarrollo que ha de ser planificado y gestionado.

Es por ello por lo que es importante un trabajo conjunto entre las instituciones y la ciudadanía para implementar una política territorial y paisajística coherente y eficaz.

Es necesario que la legislación en materia de paisaje vigente y los instrumentos para su ordenación se apliquen con rigor y no se queden en la pila de documentos que llenan las estanterías de las administraciones públicas.

Conclusiones

Cuando nos aproximamos a la realidad territorial en clave paisajística lo hacemos para explicar y comprender tanto la morfología como los significados sociales del conjunto de elementos que lo constituyen. El paisaje no responde sólo a cuestiones meramente estéticas. Es un documento vivo de las relaciones pasadas y actuales de los grupos humanos con la naturaleza que le rodea. Cada paisaje tiene una historia a contar y cuando los observamos nos invitan a hacerlo según los componentes que nos presentan: laderas aterrazadas cultivadas de almendros, acantilados rocosos, altiplanos vitícolas, vertientes boscosas de pinares... y por supuesto valles fluviales con vegetación de ribera o llanos de inundación colmados de cítricos o de hortalizas.

El territorio de la Comunitat Valenciana se caracteriza por su variedad paisajística, que es fruto de una configuración estrecha y alargada y de un relieve que condicionan al clima; y de una secular actividad humana. El resultado es una región llena de contrastes de norte a sur en donde se alternan paisajes subáridos de Alicante con los subhúmedos del norte de Castellón. Y también de este a oeste donde se hace patente la dicotomía espacios urbanos litorales con una agricultura intensiva comercial, y áreas rurales del interior. Para simplificar y hacer más operativo el estudio del paisaje estos se clasifican en distintos tipos. Podemos identificar paisajes forestales, paisajes de montaña, paisajes agrícolas, paisajes urbanos, y por supuesto, paisajes fluviales o del agua.

El paisaje fluvial constituye la manifestación de un sistema extraordinariamente complejo, que cumple una serie de funciones importantes como reguladores, proveedores y productores. Además, los cursos de agua están estructurados como una red, actuando como corredor ecológico y contribuyendo a la conectividad espacial a la escala del paisaje. También tiene un papel de soporte de actividades humanas como la agricultura, la industria o el turismo y tiene un papel estético, ético y social muy importante

Bibliografía

ARIZPE, D., MENDES, A. y RABAÇA, E. (2010). Áreas de ribera sostenibles: una guía para su gestión, Generalitat. Valenciana.

CAMARASA, A (2014). La red hidrográfica: Los recursos hídricos superficiales. En Hermosilla e Iranzo (coord.) Atlas de los recursos territoriales valencianos.

CARMONA GONZÁLEZ, P. (1997). La dinámica fluvial del Turia en la construcción de la ciudad de Valencia. Documents d'anàlisi geogràfica, (31), 0085-102.

DE BOLÓS, M. (1992). Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones. Colección de Geografía, Masson SA, Barcelona.

DIMOPOULOS, P. y ZOGARIS, S. (2010). Flora y vegetación de ribera. En (Arizpe, D., Mendes, A. y Rabaça, E. (ed). Áreas de ribera sostenibles: una guía para su gestión, Generalitat. Valenciana.

ESPAÑOL, I. (2006). Manual de Ecología del paisaje. Colegio de Ingenieros de Caminos, canales y Puertos. Madrid.

FARINÓS DASÍ, J. y PEIRÓ, E. (2022). Entorno, paisaje y patrimonio: la matriz territorial vivible sobre la que proyectar futuros. Cuadernos de Geografía, 108-109 (2), 675-694. <https://doi.org/10.7203/CGUV.109.23830>

FOLCH, R. y BRU, J. (2017). Ambiente, territorio y paisaje: Valores y valoraciones. Editorial Barcino. Barcelona.

HUNTER, M.L. (1990). Wildlife, forest and forestry: principles of managing forest for biological diversity. Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ USA.

IRANZO, E. (2014). Los paisajes del agua de los ríos Turia y Júcar. En El desarrollo territorial valenciano. Reflexiones en torno a sus claves. Edita Vice-rectorado de Participación y Proyección Territorial. Universitat de València.

- MALARD, F, UEHLINGER, U., ZAH, R. y TOCKNER, K. (2006). Flood pulse and riverscape dynamics in a braided glacial river. *Ecology*, 87, pp 704-716.
- NOGUÉ, Joan y ROMERO, Juan (eds.) (2006). *Las otras geografías*, Tirant lo Blanch, Valencia.
- NOGUÉ, J. (2014). Sentido del lugar, paisaje y conflicto. *Geopolítica (s)*, 5(2), 155.
- RAMÍREZ, B.R. y LÓPEZ, L. (2015). *Espacio, paisaje, región, territorio y lugar. La diversidad en el pensamiento contemporáneo*. México: Instituto de Geografía, UNAM y UAM.
- VÁZQUEZ ESPARZA, Á. (2015). La estructura defensiva del río Túrria en la cabecera del territorio valenciano. *Arché*. (10):461-470. <http://hdl.handle.net/10251/85195>
- WARCHOW, B. (2013). Landscape and a sense of place: a creative tension. In *The Routledge companion to landscape studies* (pp. 105-114). Routledge.

08

Sistema de evaluación del patrimonio del agua

Sandra Mayordomo Maya
ESTEPA. Universitat de València

1. Introducción

Los elementos patrimoniales que configuran los sistemas de regadíos tradicionales y los paisajes del agua asociados conforman unidades espaciales de significativo valor paisajístico y patrimonial. En torno al agua se genera un valioso acervo cultural que se refleja en una arraigada arquitectura hidráulica, unos paisajes específicos, la transmisión del saber tradicional y una reglamentación sobre la gestión y el uso de los recursos hídricos. Los regadíos tradicionales son, además de espacios productivos, lugares cercanos y familiares que poseen un contrastado significado social y cultural, y que se caracterizan por un significativo valor simbólico y un arraigado sentimiento identitario (Hermosilla e Iranzo, 2014).

Los regadíos históricos forman parte del patrimonio hidráulico, una tipología patrimonial con una amplia diversidad de acepciones, que engloba bienes materiales, intangibles y simbólicos. Así, el patrimonio del agua se caracteriza por su universalidad, ya que conforma una realidad constante y presente en el territorio (Hermosilla et al., 2012). En el ámbito mediterráneo, los paisajes que generan los regadíos tradicionales son uno de los más representativos y singulares, los cuales se han adaptado a un medio caracterizado por la escasez de agua. El regadío constituye la respuesta de los ecosistemas antrópicos creados en áreas deficitarias de agua, áridas y semiáridas (Hermosilla, 2010). Este déficit hídrico favorece la aparición de sistemas de regadío sostenibles y de significativo valor cultural. Como consecuencia de ello, en este ámbito se han articulado sistemas de gran complejidad en la regulación y distribución de los caudales (Hernández y Olcina, 2013). En este sentido, el diseño y uso de los diferentes elementos hidráulicos para la gestión del agua requiere un dominio de diversas técnicas para el adecuado aprovechamiento de los recursos hídricos.

La actuación sobre los espacios de regadío histórico requiere la implementación de procedimientos propios en el tratamiento del patrimonio cultural, con objeto de garantizar su conocimiento real (Mata y Fernández, 2010). De este modo, la identificación, caracterización y evaluación de los sistemas de regadío tradicional constituyen actuaciones esenciales para el diseño de propuestas dirigidas a su puesta en valor y preservación.

En los últimos decenios se constata un creciente interés en la conservación y gestión del patrimonio, lo que ha supuesto el desarrollo de

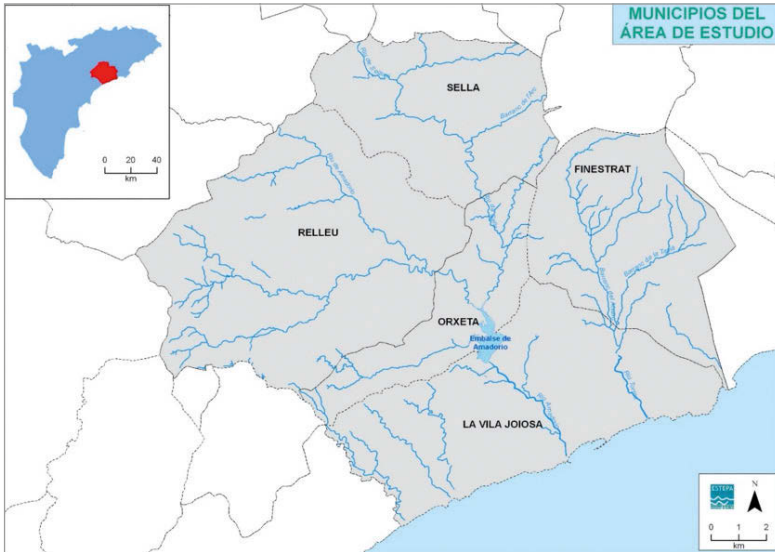
métodos de evaluación para distintas tipologías y modalidades, principalmente vinculados con el patrimonio geológico o el arquitectónico (Mayordomo et al., 2017). Sin embargo, no se tiene constancia de ningún antecedente en el ámbito del patrimonio hidráulico, a excepción del método desarrollado por el grupo ESTEPA (Estudios del Territorio, Paisaje y Patrimonio), de la Universitat de València, para proyectos de regadío histórico (Hermosilla y Mayordomo, 2016, 2017) y para galerías drenantes (Antequera, 2015).

En este estudio se expone y aplica el referido método de evaluación del patrimonio del agua. Se trata de un sistema cuantitativo y multicriterio, reproducible para las diferentes tipologías de elementos hidráulicos y en cualquier territorio. Se fundamenta en parámetros objetivos y sus valores comprenden factores propios y exógenos del patrimonio cultural. Así, el sistema contempla la complejidad del patrimonio hidráulico, pero la aplicación de sus indicadores pretende ser práctica y sencilla. Asimismo, el método no considera los bienes hidráulicos como obras aisladas, sino que valora además su sistema de regadío asociado y el paisaje del agua que generan. El sistema de evaluación está basado en el consenso, e incorpora acciones complementarias de participación de los agentes territoriales, tanto de la población como de especialistas locales.

La implementación del método se efectúa en la cuenca del río Amadorio, situada en el sureste de la península ibérica, en la provincia de Alicante. Este espacio comprende una cuenca mediterránea autóctona de reducidas dimensiones, de unos 200 km², donde el aprovechamiento de los escasos recursos hídricos existentes determina la presencia de una amplia diversidad de bienes del patrimonio del agua. La aplicación del sistema se efectúa en una catalogación de elementos y conjuntos hidráulicos situados en los municipios de Relleu, Sella, Orxeta y La Vila Joiosa, además de la localidad de Finestrat, con la rambla de les Torres (Figura 1).

Figura 1. Municipios del área de estudio.

Fuente: ESTEPA.



2. Diseño del método de evaluación: antecedentes y fases de trabajo

El método de evaluación expuesto en esta investigación parte de un sistema previo de valoración del patrimonio hidráulico, diseñado por el grupo ESTEPA (Hermosilla y Peña, 2010) y aplicado en diversos espacios agrarios mediterráneos (Hermosilla, 2011a, 2011b, 2013). Se procedió a revisar y mejorar su estructura mediante la consecución de las siguientes fases consecutivas de trabajo, las cuales se pueden consultar de forma detallada en los estudios de Hermosilla y Mayordomo (2016, 2017).

Fase 1. Análisis bibliográfico

La primera fase se fundamenta en una labor de búsqueda y análisis de referencias bibliográficas en materia de evaluación patrimonial, con objeto de identificar sus principales características y aquellos aspectos susceptibles de mejora. Se localizaron medio centenar de obras, tanto de tipo conceptual como metodológico, para diferentes tipologías patrimoniales, entre las que destacan las vinculadas con el patrimonio arquitectónico, el cultural y el geológico.

El tratamiento de la documentación se focalizó en diversos aspectos: a) la identificación de los aspectos generales de las referencias, en cuestiones como la tipología del documento o el nivel de comprensión del sistema; b) el análisis de los indicadores de evaluación propuestos en cada obra; c) el estudio de los sistemas de evaluación que se aplican de forma práctica, en aspectos como el tipo de puntuación empleado o la forma de obtención del valor patrimonial de los bienes.

Fase 2. Propuesta metodológica

A partir del tratamiento de las referencias bibliográficas seleccionadas en la fase precedente, así como de la amplia experiencia del equipo investigador en estudios de regadío histórico, con el desarrollo de más de medio centenar de proyectos en este ámbito, se procedió a la revisión del método de evaluación primigenio. Las modificaciones más significativas realizadas consistieron en la agrupación de los indicadores en categorías, la incorporación de nuevos criterios, la introducción de técnicas de participación de los agentes sociales, y la creación de indicadores de bonificación para cada tipología de bien hidráulico.

Fase 3. Participación y consulta a expertos

El método de evaluación propuesto fue expuesto a un panel de expertos en patrimonio y regadío tradicional en dos fases de consulta. Los especialistas aportaron diversas sugerencias con el propósito de mejorar y optimizar el sistema diseñado. Ello resultó esencial para la validación y el consenso del método.

Fase 4. Aplicación práctica del método

Entre las dos referidas fases de consulta a los especialistas se efectuó la comprobación de la aplicabilidad del sistema en la cuenca del río Amadorio. Se evaluaron 62 elementos o conjuntos patrimoniales hidráulicos, seleccionados a partir de la catalogación efectuada en la obra de Hermosilla (2015). Asimismo, en uno de los municipios del área de estudio, se implementaron acciones de participación de los agentes sociales.

Fase 5. Diseño del método de evaluación

Tras la comprobación de la aplicabilidad del método y las consultas a los expertos en el ámbito del patrimonio hidráulico, se procedió al diseño definitivo de la estructura del sistema de evaluación, con el detalle de sus indicadores y del procedimiento para su puntuación.

3. Estructura del método de evaluación

El método de evaluación diseñado posee una estructura jerarquizada, que parte de lo general a lo particular, conformada por tres niveles de indicadores: categorías, criterios y variables. Las categorías son tres y hacen referencia a “valores intrínsecos”, “valores patrimoniales” y “valores potenciales y de viabilidad”. Estos conjuntos de valores se utilizan en diversos planes del Instituto del Patrimonio Cultural de España (Carrión, 2015a, 2015b, 2015c) y se emplean, con ciertas adaptaciones, en otros métodos de evaluación patrimonial, como el de García-Cortés y Carcavilla (2013), González (2007) o Medina (2015). Las tres categorías están compuestas por doce criterios y cada uno de ellos se desglosa a su vez en tres variables específicas, por los que son 36 los indicadores que estructuran el sistema y que posibilitan la evaluación técnica de los bienes. La base de los criterios empleados se fundamenta en los contemplados en el Plan Nacional de Patrimonio Industrial (Carrión, 2015b), ya que presentan varias similitudes a nivel conceptual y funcional con los elementos hidráulicos.

El método considera además la implementación de acciones complementarias de participación, que permiten cuantificar la evaluación participativa de los elementos hidráulicos por parte de la población y de especialistas locales. Asimismo, comprende una categoría adicional, denominada “indicadores bonus”, que valora la presencia de atributos particulares distintivos para cada tipología de bien hidráulico. La publicación de Hermosilla y Mayordomo (2016) detalla los indicadores bonus para cada tipología de bien hidráulico, y describe la totalidad de las variables y procedimientos de participación considerados en el sistema. La estructura completa del método de evaluación se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura del método de evaluación del patrimonio hidráulico

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Categorías	Criterios	Variables	
Valores intrínsecos	1. Representatividad	1.1.	Representativo por los rasgos constructivos
		1.2.	Representativo por los rasgos de funcionalidad
		1.3.	Representativo por la tipología del sistema en el que se integra

Valores intrínsecos	2. Autenticidad	2.1.	Imagen fiel a la originaria
		2.2.	Acciones que preservan la “armonía” del inmueble
		2.3.	Alteraciones no perjudiciales del sistema
	3. Integridad	3.1.	Conservación óptima
		3.2.	Uso primigenio
		3.3.	Conservación y uso racional del sistema
Valores patrimoniales	4. Cultura del agua	4.1.	Importancia del agua en la localidad
		4.2.	Importancia del sistema en el que se integra
		4.3.	Importancia en relación a sus bienes
	5. Histórico-social	5.1.	Conocimiento y reconocimiento por parte de la sociedad local
		5.2.	Referencias escritas, cartográficas y/o fotográficas
		5.3.	Antigüedad
	6. Tecnología	6.1.	“Ingenio” de la técnica utilizada
		6.2.	Innovación y mejora tecnológica
		6.3.	Arte de nivelación
	7. Artístico	7.1.	Valor artístico
		7.2.	Valor artístico del diseño del sistema
		7.3.	Figuras o acciones de protección del diseño artístico primigenio

Valores patrimoniales	8. Territorial	8.1.	Entorno paisajístico de interés
		8.2.	Visibilidad del inmueble
		8.3.	Armonía con el entorno
	9. Hidráulica	9.1.	Pertenencia a un regadío tradicional de referencia
		9.2.	Localización en un sistema de riego de entidad contrastada
		9.3.	Dimensiones en relación al conjunto de la zona
Valores potenciales y de viabilidad	10. Concienciación de agentes sociales	10.1.	Inversión de las administraciones o entidades público-privadas
		10.2.	Insertado en rutas o circuitos turísticos-culturales
		10.3.	Material documental, gráfico y audiovisual de difusión
	11. Potencialidad	11.1.	Posibilidad de actuación integral
		11.2.	Rentabilidad socioeconómica potencial
		11.3.	Situación jurídica y propiedad
	12. Vulnerabilidad	12.1.	Vulnerabilidad del elemento
		12.2.	Vulnerabilidad del sistema
		12.3.	Vulnerabilidad intrínseca o fragilidad
INDICADORES <i>BONUS</i>			
Indicadores <i>Bonus</i>	<i>Bonus</i> según elemento	Indicadores de bonificación. Valoran la presencia de atributos particulares para cada tipo de elemento evaluado. Se trata de aspectos no habituales pero de extraordinario valor. Otorgan una significación adicional al elemento y, por tanto, su ausencia no resta valor.	

ACCIONES COMPLEMENTARIAS	
Participación de los agentes sociales	<i>Encuestas</i> Encuestas a la población local. Cuestionarios
	<i>Panel de expertos</i> Panel de expertos locales: técnicos de la administración pública (local y supramunicipal) y especialistas (Antropología, Arqueología, Arquitectura, Economía, Geografía, Historia, Historia del Arte, Ingeniería, Sociología...). Cuestionario Escala de Likert* Mesa Redonda

La categoría de “Valores Intrínsecos” considera las características propias del bien hidráulico y su relevancia respecto a otros elementos de la misma tipología. Evalúa el valor inherente de la obra, con independencia de su contexto territorial. Está conformada por los criterios de Representatividad, Autenticidad e Integridad.

1. La Representatividad valora los atributos que el bien hidráulico tiene en común con el resto de los elementos del mismo tipo en el territorio, en aspectos como el constructivo, la funcionalidad o las características del sistema en el que se integra.
2. La Autenticidad evalúa el grado de fidelidad que el elemento patrimonial y su sistema asociado poseen respecto a su estructura y fisonomía original.
3. La Integridad contempla el estado de conservación y el grado de funcionalidad del bien hidráulico y de su sistema.

Los “Valores Patrimoniales” consideran las características exógenas, ya sean culturales o ambientales, que condicionan e influyen en los rasgos inherentes del elemento hidráulico. Esta categoría incluye los criterios de Cultura del agua, Histórico-social, Tecnología, Artístico, Territorial e Hidráulica.

4. El criterio de Cultura del agua evalúa la relevancia del uso tradicional del agua en el territorio y la importancia del elemento y de su sistema en relación con el resto de bienes de su misma tipología.

5. El valor Histórico-Social considera el grado de conocimiento que posee la población local sobre el elemento hidráulico. Asimismo, valora la antigüedad del bien y su presencia en referencias bibliográficas y documentales.
6. El criterio de Tecnología valora la componente tecnológica del bien hidráulico y de su sistema. Contempla las técnicas empleadas en su diseño y construcción, así como las innovaciones y mejoras tradicionales que se han implementado con posterioridad.
7. El indicador Artístico evalúa la calidad estética y arquitectónica del bien hidráulico. Igualmente, valora la presencia de figuras oficiales destinadas a la protección del elemento.
8. El valor Territorial considera la interacción entre el bien hidráulico y el espacio en el que se sitúa, tanto por su visibilidad como por su armonía con el entorno. Del mismo modo, valora que el elemento y su sistema se emplacen en un territorio con alguna figura de protección, tales como LIC, ZEPA o Parque Natural.
9. El criterio de Hidráulica considera la integración del bien hidráulico en un regadío tradicional de referencia y en un sistema de entidad contrastada.

La categoría de “Valores Potenciales y de Viabilidad” hace referencia a las perspectivas futuras del bien hidráulico en aspectos vinculados con su puesta en valor, su potencialidad y la implicación de los actores del territorio. Está conformada por los criterios de Concienciación de los agentes sociales, Potencialidad y Vulnerabilidad.

10. El indicador de Concienciación de los agentes sociales evalúa la implicación y compromiso de los actores del territorio en la protección, preservación y puesta en valor de los bienes del patrimonio hidráulico.
11. El valor de Potencialidad hace referencia a la facilidad de implementar actuaciones destinadas a la recuperación y revalorización del bien hidráulico y de su sistema, así como el desarrollo socioeconómico que supondría su restitución y puesta en valor en el territorio.
12. El criterio de Vulnerabilidad contempla las posibles amenazas, ya sean naturales o antrópicas, que puedan afectar la integridad del elemento y de su sistema. Considera además la propia fragilidad que presenta el elemento por sus características intrínsecas.

3.1. Evaluación técnica. Sistema de puntuación

La evaluación técnica de los bienes hidráulicos utiliza un sistema de puntuación binario, que se fundamenta en el cumplimiento o no de cada una de las 36 variables que estructuran el sistema. Así, si la cualidad se cumple se le asigna el valor “1” y en caso contrario el valor “0”, sin ninguna ponderación, lo que posibilita una mayor operatividad de los indicadores. La puntuación global de cada bien hidráulico se obtiene mediante el sumatorio de las puntuaciones otorgadas a las variables. El resultado se expresa en una escala de 0 a 10 puntos y se utilizan 6 niveles de interés patrimonial: Muy alto (8,6-10); Alto (7,2-8,5); Medio (5,8-7,1); Bajo (4,4-5,7); Muy Bajo (3-4,3); y Sin Interés (0-2,9). Del mismo modo, es posible la evaluación de cada categoría y criterio de forma individual, con el propósito de analizar los valores y singularidades más relevantes. La calificación de cada categoría se calcula mediante el sumatorio de las puntuaciones de sus criterios, mientras que la valoración de cada criterio se obtiene a través de la suma de las calificaciones asignadas a sus variables.

3.2. Evaluación participativa

El método contempla la implementación de acciones adicionales basadas en la participación de los actores territoriales, que permiten la obtención de la evaluación participativa de los elementos hidráulicos. Estas técnicas favorecen las estrategias de gobernanza participativa y son determinantes en la gestión de los bienes patrimoniales por parte de la comunidad (Rodríguez-Darías et al., 2016). Están conformadas por dos procedimientos: la cumplimentación de encuestas por la población y la formación de un panel de especialistas locales. Ambos procesos están diseñados en función de los indicadores que estructuran el método de evaluación, de modo que es posible el cálculo de puntuaciones participativas por categorías, criterios y variables, y su comparación con las calificaciones técnicas.

La implementación de encuestas posibilita cuantificar la valoración que la comunidad local posee sobre el patrimonio hidráulico de su ámbito territorial. El cuestionario está conformado por doce preguntas, formuladas en función de cada uno de los criterios que estructuran el método de evaluación. Las cuestiones son cerradas dicotómicas, de modo que las respuestas posibles son “sí”, “no” y “no lo sabe”. La persona encuestada responde únicamente las preguntas de aquellos elementos

hidráulicos que identifica, de forma que es posible cuantificar el grado de conocimiento de cada obra patrimonial. Las calificaciones de cada elemento se obtienen mediante la relación entre el número de respuestas favorables al bien hidráulico y la totalidad de respuestas, sin contabilizar las respondidas como “no lo sabe”. El resultado se expresa en una escala de 0 a 10 puntos y se emplean los mismos niveles de interés patrimonial utilizados en la evaluación técnica.

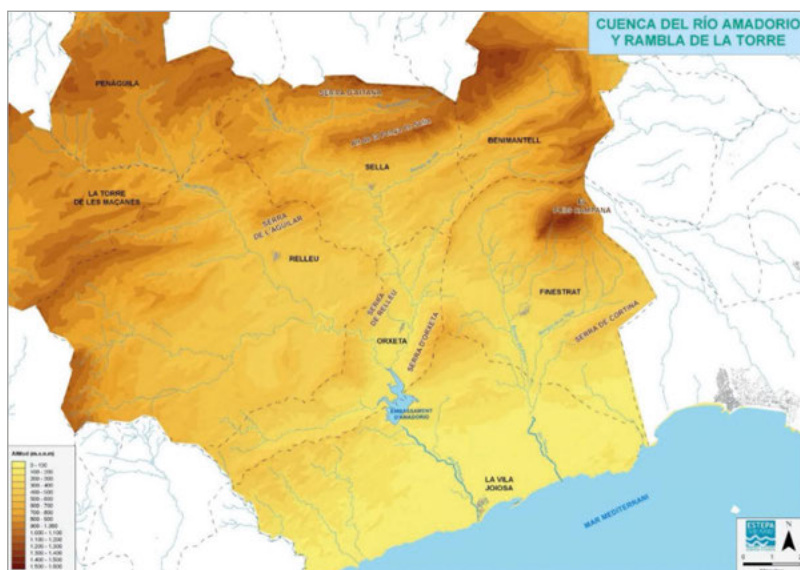
El panel de expertos reúne a diversos especialistas sobre el patrimonio hidráulico de cada municipio o territorio considerado, tales como técnicos de la administración, miembros de las comunidades de regantes, expertos universitarios o representantes políticos. Esta técnica posibilita calcular la evaluación de estos especialistas y conocer su opinión en esta temática. Consta de dos fases. En la primera, cada experto responde un cuestionario sobre el patrimonio hidráulico considerado, elaborado con la Escala de Likert y conformado por 36 ítems correspondientes a cada una de las variables del sistema. Cada sentencia se responde en función de cinco niveles graduados de intensidad, los cuales es posible combinar en dos categorías, favorables y desfavorables, para su comparación con la evaluación técnica. La segunda fase consiste en una mesa redonda donde los participantes tratan aspectos vinculados con los bienes del patrimonio del agua y sus paisajes asociados.

4. Aplicación del sistema de evaluación en la cuenca del río Amadorio

La aplicabilidad del método de evaluación del patrimonio hidráulico se ha comprobado en la cuenca del río Amadorio, situada en el sector meridional de la comarca alicantina de la Marina Baixa. Este espacio comprende los municipios de Relleu, Sella, Orxeta y La Vila Joiosa, además de la localidad de Finestrat, con la rambla de les Torres. También abarca parcialmente los términos de La Torre de Les Maçanes, Penàguila y Benimantell (Figura 2).

Figura 2. Cuenca del río Amadorio y rambla de la Torre.

Fuente: ESTEPA.



La cuenca del Amadorio se caracteriza por la dualidad entre la llanura litoral y el área montañosa interior, con la presencia de sistemas de riego diversos, tanto de valles y vegas costeros, como de regadíos de montaña y laderas abancaladas. El sistema de evaluación se ha aplicado en 62 bienes y conjuntos hidráulicos, que han sido seleccionados a partir de la catalogación efectuada en la investigación de Hermsilla (2015). Las acciones complementarias de participación, con el desarrollo de encuestas a la población local y la configuración de un panel de expertos, se efectuaron únicamente en el municipio de Finestrat, como consecuencia de las limitaciones temporales y de mano que conllevan estos procedimientos, además de su elevado coste económico. La Tabla 2 recoge la distribución del número de bienes y conjuntos patrimoniales según el municipio en el que se emplazan.

Tabla 2. Número de bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en la cuenca del río Amadorio según municipios.

Fuente: Hermosilla (2015).

Municipio	Número de bienes o conjuntos
Finestrat	8
La Vila Joiosa	8
Orxeta	9
Relleu	13
Sella	24
Total	62

A continuación, se analizan los resultados obtenidos a partir de la implementación del método de evaluación en el área de estudio. En primer lugar, se muestra la valoración técnica efectuada, con las puntuaciones obtenidas para cada categoría y criterio. En segundo lugar, se indican los indicadores bonus identificados. Finalmente, se analiza la evaluación participativa, con los resultados de las encuestas y el panel de especialistas en la localidad de Finestrat. El detalle de las calificaciones y del tratamiento de los datos obtenidos en la aplicación del sistema es posible consultarlos en la publicación de Hermosilla y Mayordomo (2016).

4.1. Evaluación técnica

La puntuación técnica del conjunto de bienes hidráulicos evaluados es de 6,5 puntos, lo que representa un interés patrimonial medio. En la Tabla 3 se observa la distribución del número de elementos en función de los niveles de valoración establecidos. La representación cartográfica de la evaluación técnica de cada bien se muestra en la Figura 3.

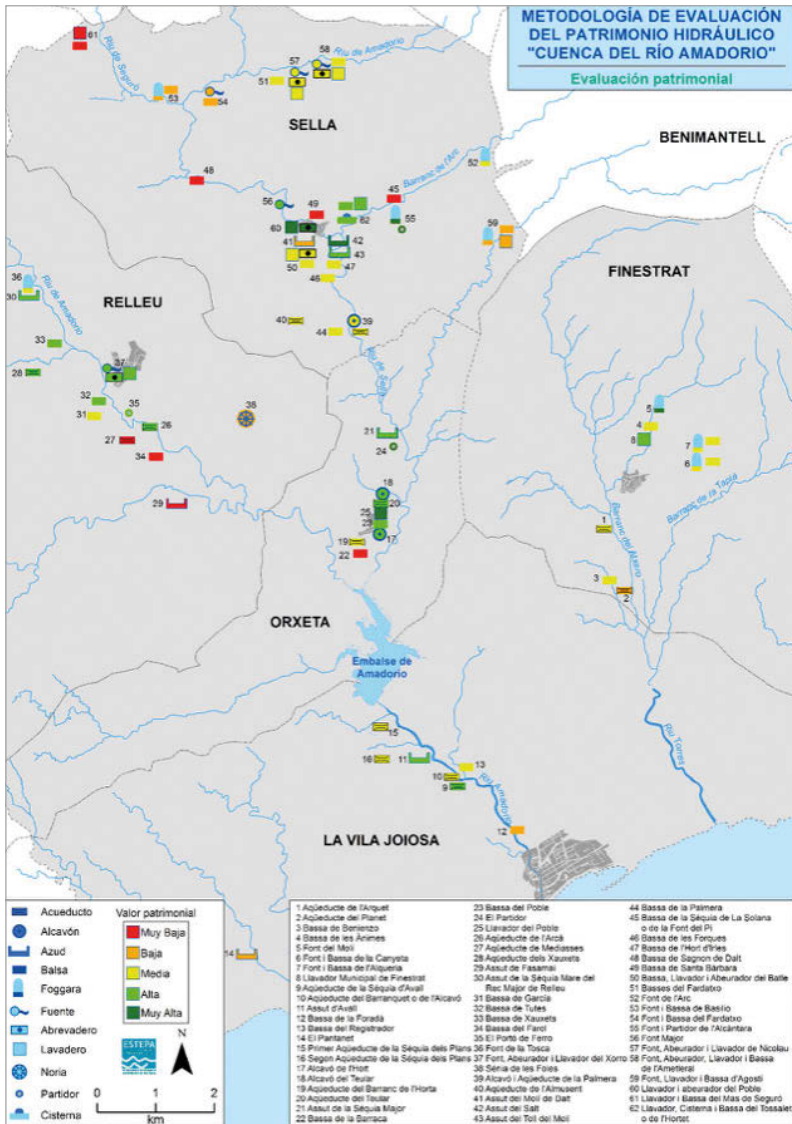
Tabla 3. Número de bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en la cuenca del río Amadorio según el interés patrimonial obtenido en la evaluación técnica.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Nivel de interés patrimonial	Número de bienes o conjuntos
Muy alto (8,6-10)	6
Alto (7,2-8,5)	18
Medio (5,8-7,1)	22
Bajo (4,4-5,7)	8
Muy bajo (3-4,3)	8
Total	62

Figura 3. Evaluación técnica de los bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en la cuenca del río Amadorio. trimonial obtenido en la evaluación técnica.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).



Los elementos y conjuntos con un interés patrimonial alto o muy alto ascienden a 24, ubicados principalmente en los municipios de Relleu, Orxeta y Sella. El bien que alcanza la mayor puntuación es el Partidor de Orxeta, con una calificación de 9,2 puntos. Esta obra posee un significativo valor histórico y presenta un óptimo estado de conservación. Otro elemento de interés es la Font del Molí de Finestrat, con 8,9 puntos (Figura 4). Se trata de una galería drenante utilizada para riego y el abastecimiento público del municipio. De hecho, origina el sistema más relevante del término, tanto por la longitud de sus acequias como por la superficie irrigada. El siguiente nivel de valoración es el medio, el más numeroso, ya que aglutina más de un tercio de los bienes evaluados. Finalmente, una cuarta parte de las obras patrimoniales posee puntuaciones bajas o muy bajas. Ninguno de los elementos evaluados ha obtenido una puntuación global inferior a los tres puntos, debido a que han sido seleccionados a partir de una catalogación previa.

Figura 4. La Font del Molí de Finestrat.

Fuente: ESTEPA.



Las puntuaciones por categorías y criterios para el conjunto de elementos hidráulicos se observan en la Tabla 4. Los Valores Intrínsecos han obtenido la mayor puntuación, con 7,5 puntos. Seguidamente se sitúan los Valores Patrimoniales, con 6,9 puntos. Finalmente se encuentra los Valores Potenciales y de Viabilidad, con únicamente 4,8 puntos, lo que representa una valoración baja según los niveles propuestos.

Tabla 4. Puntuaciones técnicas por categorías y criterios para el conjunto de bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en la cuenca del río Amadorio

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Categorías	Criterios	Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración
Valores intrínsecos	1. Representatividad	8,4	Alta	7,5	Alta
	2. Autenticidad	7,2	Alta		
	3. Integridad	6,8	Media		
Valores patrimoniales	4. Cultura del agua	8,6	Alta	6,9	Media
	5. Histórico-social	8,1	Alta		
	6. Tecnología	8,1	Alta		
	7. Artístico	4,4	Baja		
	8. Territorial	7,7	Alta		
	9. Hidráulica	4,4	Baja		
Valores potenciales y de viabilidad	10. Concienciación de agentes sociales	2,0	Sin interés	4,8	Baja
	11. Potencialidad	6,6	Media		
	12. Vulnerabilidad	5,9	Media		
Promedio				6,5	Media

El criterio con la calificación más elevada es el de Cultura del agua, con 8,6 puntos. Ello es consecuencia del elevado grado de aprovechamiento y la relevancia del uso tradicional del agua en el territorio, así como la destacada trascendencia socioeconómica de los recursos hídricos. El indicador de Representatividad cuenta con la segunda mayor calificación del sistema, con 8,4 puntos. Numerosos bienes patrimoniales muestran características comunes con otros inmuebles análogos, en aspectos vinculados con las técnicas y materiales constructivos, o la tipología del sistema de riego en el que se integran. Además, una elevada proporción de las obras hidráulicas se encuentran funcionales.

El indicador con la menor puntuación es el de Concienciación de agentes sociales, con una calificación de únicamente 2 puntos. En general, se observa que las inversiones y actuaciones por parte de las administraciones o de otras entidades dirigidas a la conservación y puesta en valor son mejorables. Es esencial el incremento de la implicación de los actores territoriales en la promoción de los bienes hidráulicos, mediante el desarrollo de acciones dirigidas a mejorar su viabilidad y difusión.

4.2. Indicadores bonus

Se han identificado 14 elementos o conjuntos hidráulicos que presentan al menos un indicador bonus, lo que representa una quinta parte de los bienes hidráulicos evaluados. En la Tabla 5 se detallan estos bienes y se señalan los atributos particulares reconocidos. Destaca la presencia de balsas con contrafuertes, así como los lavaderos que han sido restaurados recientemente.

Tabla 5. Indicadores bonus identificados en los bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en la cuenca del río Amadorio

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Bien o conjunto	Municipio	Indicador bonus
Font del Molí	Finestrat	Origen de un sistema de un sistema de regadío / abastecimiento de entidad contrastada (mesoescala)
Font i Bassa de la Canyeta	Finestrat	La balsa posee contrafuertes
El Pantanet	La Vila Joiosa	Presencia de desagües para la limpieza de los limos acumulados

Alcavó del Teular	Orxeta	Tiene respiraderos
Assut de la Séquia Major	Orxeta	Presencia de areneros para la criba de tierra y otras impurezas
El Partidor	Orxeta	Partidor fortificado, ubicado en el interior de un edificio
Llavador del Poble	Orxeta	El elemento se encuentra restaurado
Aqüeducte de L'Arcà	Relleu	Dispone de más de tres arcos
Font de La Tosca	Relleu	Origen de un sistema de un sistema de regadío / abastecimiento de entidad contrastada (mesoescala)
Font, Abeurador i Llavador del Xorro	Relleu	El elemento se encuentra restaurado
Bassa de L'Hort d'Irles	Sella	La balsa posee contrafuertes
Bassa De Sagon de Dalt	Sella	La balsa posee contrafuertes
Font, Abeurador, Llavador i Bassa de L'Ametleral	Sella	Presencia de compartimientos separados para abreviar el ganado
Llavador i Abeurador del Poble	Sella	1. Restaurado 2. Sector dedicado al lavado de prendas para la población y una parte posterior reservada para la ropa de los enfermos

4.3. Evaluación participativa

La implementación de las acciones participativas se ha efectuado en el municipio de Finestrat. La selección de esta localidad se fundamenta en diversos aspectos. Se trata de un territorio en el que se combina un relieve interior abrupto y accidentado con una estrecha franja litoral, de modo que se identifican sistemas de riego y elementos de diversa tipología. Además, su población supera los 6.000 habitantes, lo que facilita la obtención del número mínimo de encuestas estimado para alcanzar una muestra representativa. La Tabla 6 recoge la denominación de los bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en el municipio.

Tabla 6. Bienes y conjuntos hidráulicos evaluados en el municipio de Finestrat

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Bien o conjunto	Tipología
Aqüeducte de L'Arquet	Acueducto
Aqüeducte del Planet	Acueducto
Bassa de Benienzo	Balsa
Bassa de les Ànimes	Balsa
Font del Molí	Galería
Font i Bassa de La Canyeta	Galería y Balsa
Font i Bassa de L'Alqueria	Galería y Balsa
Llavador Municipal de Finestrat	Lavadero

4.3.1. Encuestas a la población local

En el municipio de Finestrat se encuestaron a 99 personas. La selección de los participantes que conforman la muestra se efectuó mediante un muestro incidental, de modo que los sujetos fueron elegidos por su mayor disponibilidad. En este sentido, se contactó con las asociaciones y colectivos de la localidad, que mostraron una elevada participación. Los conjuntos más activos fueron los miembros de la Associació de Dones de Finestrat y los funcionarios municipales. Entre ambos se recopilaron 55 cuestionarios. La muestra posee una distribución bastante equilibrada en cuanto a sexo, edad y formación.

La calificación media participativa para el conjunto de bienes de Finestrat es de 6,6 puntos, lo que se corresponde con una valoración media. Asimismo, el conocimiento de los elementos hidráulicos por parte de los encuestados es elevado, de un 81,6%. En la Tabla 7 se observan las calificaciones para cada uno de los bienes. La obra con mayor puntuación es la Font del Molí, con 8,1 puntos. Esta galería drenante es ampliamente identificada por la población, ya que es el origen del riego principal y

abastece de agua potable al municipio. Las menores puntuaciones han sido asignadas a los dos acueductos, ambos ubicados lejos del casco urbano y en desuso desde hace varias décadas.

Tabla 7. Puntuaciones participativas por parte de la población local para cada bien y conjunto hidráulico de Finestrat.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Bien o conjunto	Puntuación	Puntuación
Aqüeducte de L'Arquet	5,7	Baja
Aqüeducte del Planet	5,5	Baja
Bassa de Benienzo	6,4	Media
Bassa de les Ànimes	6,6	Media
Font del Molí	8,1	Alta
Font i Bassa de La Canyeta	6,5	Media
Font i Bassa de L'Alqueria	7	Media
Llavador Municipal de Finestrat	7,1	Media
Promedio	6,6	Media

La Tabla 8 muestra las calificaciones participativas de cada categoría y criterio para el conjunto de bienes hidráulicos de Finestrat. De la misma forma que sucede en la evaluación técnica, los Valores Intrínsecos son los que obtiene la mayor puntuación. Su calificación es de 7,3 puntos. A continuación, se sitúan los Valores Patrimoniales, con 6,8 puntos, y por último se encuentran los Valores Potenciales y de Viabilidad, con 5,5.

Tabla 8. Puntuaciones participativas por categorías y criterios asignadas por la población local para el conjunto de bienes y conjuntos hidráulicos de Finestrat.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Categorías	Criterios	Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración
Valores intrínsecos	1. Representatividad	8,1	Alta	7,3	Alta
	2. Autenticidad	6,6	Media		
	3. Integridad	7,3	Media		
Valores patrimoniales	4. Cultura del agua	9	Muy alta	6,8	Media
	5. Histórico-social	9,2	Muy alta		
	6. Tecnología	1,3	Sin interés		
	7. Artístico	5,8	Media		
	8. Territorial	6,7	Media		
	9. Hidráulica	8,6	Muy alta		
Valores potenciales y de viabilidad	10. Concienciación de agentes sociales	5,3	Baja	5,5	Baja
	11. Potencialidad	6,5	Media		
	12. Vulnerabilidad	4,7	Baja		
Promedio				6,6	Media

El criterio Histórico-Social ha obtenido la mayor puntuación, con 9,2 puntos. La práctica totalidad de los encuestados conocen publicaciones y otros documentos en los que se hace referencia a los bienes hidráulicos de su localidad. También destaca la puntuación del indicador de Cultura del agua, ya que los habitantes son conscientes de la elevada trascen-

dencia que posee el uso tradicional del agua en la localidad. El criterio peor valorado es el Tecnológico, con únicamente 1,3 puntos. Resulta llamativo que numerosos encuestados consideren que la técnica con la que se han diseñado los bienes hidráulicos y sus sistemas sea sencilla, ya que la materialización y puesta en funcionamiento de estas obras es una labor de significativa complejidad. El siguiente criterio con la menor valoración es el de Concienciación de agentes sociales, con 5,3 puntos. Una proporción relevante de los encuestados considera que el interés mostrado por las administraciones en la conservación y puesta en valor de los bienes es mejorable.

4.3.2. Panel de expertos

El panel de expertos estuvo conformado por siete especialistas locales, constituidos por técnicos municipales y regantes. La reunión constó de dos fases. En la primera cada experto respondió el cuestionario elaborado con la Escala de Likert sobre los bienes hidráulicos catalogados del municipio. En la segunda se realizó un debate entre los participantes.

a) Primera fase: cuestionario

El cuestionario está compuesto por 36 ítems que se corresponden con cada una de las variables que estructuran el método de evaluación, de modo que es posible obtener puntuaciones participativas por indicador y, de este modo, establecer comparaciones con las valoraciones técnicas y las asignadas por los habitantes. Para ello, se combinaron los cinco niveles de respuesta del cuestionario en dos categorías, favorables y desfavorables, de modo que sus puntuaciones se transformaron a cifras de “1” y “0” respectivamente. Las calificaciones se obtienen mediante la relación entre el número de respuestas positivas y el total de respuestas, sin considerar las señaladas como “indiferente o indeciso”.

La puntuación global para el conjunto de elementos de Finestrat es 5,1 puntos, lo que representa una valoración baja según los niveles de interés patrimonial propuestos. En la Tabla 9 se muestran las puntuaciones participativas por los expertos locales para cada bien y conjunto hidráulico. Como se observa, las puntuaciones asignadas por los especialistas son inferiores a las calificaciones técnicas y a las asignadas por la población local. Los expertos locales se mostraron más críticos con la situación del patrimonio hidráulico de su municipio, ya que actualmente se encuen-

tra en un proceso de mayor abandono y degradación que en décadas anteriores. No obstante, el bien hidráulico mejor puntuado vuelve a ser la Font del Molí, con 6,1 puntos, ya que principia el principal riego de la localidad y es ampliamente conocida por los habitantes al emplearse para el abastecimiento público.

Tabla 9. Puntuaciones participativas por parte de la población local para cada bien y conjunto hidráulico de Finestrat.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Bien o conjunto	Puntuación	Puntuación
Aqüeducte de L'Arquet	5	Baja
Aqüeducte del Planet	4,8	Baja
Bassa de Benienzo	4,8	Baja
Bassa de les Ànimes	4,7	Baja
Font del Molí	6,1	Media
Font i Bassa de La Canyeta	5,2	Baja
Font i Bassa de L'Alqueria	5,3	Baja
Llavador Municipal de Finestrat	4,9	Baja
Promedio	5,1	Baja

La Tabla 10 recoge las puntuaciones de cada categoría y criterio para el conjunto de bienes hidráulicos de Finestrat. La categoría que ha obtenido la mayor puntuación son los Valores Patrimoniales, con 6,4 puntos, lo que se corresponden con un interés medio. Seguidamente se encuentran los Valores Intrínsecos, con 5,6, y finalmente se sitúan los Valores Potenciales y de Viabilidad, con únicamente 2,1 puntos.

Tabla 10. Puntuaciones participativas por categorías y criterios asignadas por la población local para el conjunto de bienes y conjuntos hidráulicos de Finestrat.

Fuente: Hermosilla y Mayordomo (2016).

Categorías	Criterios	Puntuación	Valoración	Puntuación	Valoración
Valores intrínsecos	1. Representatividad	7,5	Alta	5,6	Baja
	2. Autenticidad	5,4	Baja		
	3. Integridad	3,9	Muy baja		
Valores patrimoniales	4. Cultura del agua	6,6	Media	6,4	Media
	5. Histórico-social	6,7	Media		
	6. Tecnología	5,3	Baja		
	7. Artístico	5,2	Baja		
	8. Territorial	5,8	Media		
	9. Hidráulica	8,5	Alta		
Valores potenciales y de viabilidad	10. Concienciación de agentes sociales	0,6	Sin interés	2,1	Sin interés
	11. Potencialidad	5	Baja		
	12. Vulnerabilidad	1,2	Sin interés		
Promedio				5,1	Media

El criterio con la puntuación participativa más elevada según los expertos locales es el de Hidráulica, con 8,5 puntos, lo que denota la relevancia otorgada al uso tradicional del agua para el regadío en el término, así como a los sistemas clásicos de riego. Del mismo modo, resulta relevante la calificación del indicador de Representatividad, con 7,5 puntos, princi-

palmente en los aspectos referidos a la funcionalidad de los bienes y a la tipología de los sistemas en los que se integran. El criterio con la menor valoración vuelve a ser el de Concienciación de los agentes sociales, con una paupérrima calificación de 0,6 puntos. De hecho, el ítem que hace referencia a las inversiones realizadas por las administraciones u otras entidades no ha obtenido ninguna respuesta positiva. Los expertos consideran que las actuaciones dirigidas a la revaloración de los bienes hidráulicos son insuficientes. Igualmente, opinan que la divulgación de los bienes es mejorable. El indicador de Vulnerabilidad ha obtenido la segunda menor puntuación, con 1,2 puntos, ya que los especialistas manifiestan que existen amenazas diversas que pueden perjudicar a las obras hidráulicas, principalmente vinculadas con el agotamiento de las reservas hídricas y la crisis del sector agrario.

b) Segunda fase: mesa redonda

La segunda fase del panel de expertos consiste en la realización de una mesa redonda entre los especialistas. Se fundamentó en un debate en el que se sostuvieron opiniones divergentes sobre la situación y actuaciones vinculadas con el patrimonio hidráulico del municipio. La confrontación de enfoques se produjo entre los dos colectivos presentes: los regantes y los técnicos municipales.

Los regantes focalizaron su exposición en la crisis estructural que padecen los sistemas de regadío histórico del municipio, resultado de la carencia de recursos hídricos y la sequía acontecida en los últimos años. Estos aspectos, junto a otros problemas que afectan a los riegos del municipio, como los cambios de usos del suelo y el abandono de los sistemas de riego, generan un escenario de crisis. En este sentido, los agricultores demandaron una mayor implicación por parte de la administración pública, y propusieron realizar algunas actuaciones. Así, sugirieron proteger la totalidad de la red de riego de la Font del Molí, reparar y modernizar las canalizaciones, y crear rutas turísticas destinadas a la difusión del patrimonio hidráulico del municipio.

Los técnicos municipales, aunque son conscientes de la actual crisis estructural que padecen los regadíos tradicionales del municipio y su actual deterioro, mostraron ciertas discrepancias con las demandas de los regantes. En primer lugar, argumentaron la inviabilidad de proteger la totalidad del sistema de riego de la Font del Molí, y explicaron algunas

de las acciones que el Ayuntamiento realiza dirigidas a la preservación del patrimonio hidráulico. Así, el Catálogo de Bienes y Espacios Protegidos del Servei Municipal d'Arqueologia i Patrimoni incluye varias obras hidráulicas, como la Font del Molí y l'Aqüeducte de l'Arquet. Igualmente, señalaron que el Ayuntamiento impulsó un Plan Integral de Modernización de diversas áreas de regadío, con el objetivo de optimizar los recursos hídricos. Este proyecto consiste en el establecimiento de un Sistema de Información Geográfica, con la digitalización de los sistemas de regadío y un inventario de los bienes patrimoniales hidráulicos.

5. Conclusiones

En el presente estudio se ha expuesto un método de evaluación del patrimonio hidráulico, con un análisis de su estructura y sistema de puntuación, así como de los resultados de su aplicación en la cuenca alicantina del río Amadorio. Se trata de un sistema cuantitativo de tipo multicriterio, conformado por indicadores objetivos, mesurables y prácticos. Además de la evaluación técnica, el método considera el desarrollo de acciones complementarias de participación, que posibilitan conocer el valor asignado a los bienes por parte de la población y especialistas locales. Este sistema permite obtener resultados reproducibles y transparentes para las diferentes tipologías de bienes hidráulicos y en cualquier territorio. Es un método flexible, susceptible de ser revisado y perfeccionado.

La implementación del sistema ha permitido la evaluación cuantitativa de una selección de 62 bienes y conjuntos hidráulicos según su valor patrimonial, y con ello su jerarquización, lo que posibilita el diseño y priorización de actuaciones coherentes de gestión patrimonial. En el actual escenario de crisis de la agricultura tradicional, la implementación de acciones vinculadas con la gestión del patrimonio hidráulico adquiere una significativa relevancia. En este sentido, se han podido analizar los valores y significados de estos elementos, y se ha detectado un patrimonio del agua con un innegable valor cultural y paisajístico.

La aplicación práctica del método constata su eficacia y aplicabilidad. De hecho, el sistema ha sido aplicado posteriormente en otros espacios geográficos, lo que ha dado lugar a diversas publicaciones (Hermosilla et al., 2018; Hermosilla y Antequera, 2022; Mayordomo et al., 2017, 2018). Asimismo, el método se utilizó para la evaluación de un centenar de

azudes ubicados en el sector oriental de la península ibérica, a propuesta de la Confederación Hidrográfica del Júcar (Hermosilla et al., 2018). Su implementación por parte de una administración pública confirma su eficacia para el diseño de acciones dirigidas a la gestión patrimonial. Además, la estructura y fundamentos de este sistema se han utilizado para diseñar un modelo general de evaluación del patrimonio cultural (Mayordomo et al., 2020), aplicable a bienes inmuebles, inmateriales y paisajes de cualquier tipología, y que ha sido aplicado de forma satisfactoria en diversos ámbitos (Mayordomo y Hermosilla, 2019, 2020).

En definitiva, el sistema diseñado ha demostrado su eficacia y posee un elevado grado de aplicabilidad. Para las administraciones e instituciones constituye una herramienta útil destinada a la propuesta de actuaciones de gestión y de valorización del patrimonio hidráulico. De este modo, conforma un método que puede utilizarse para abordar las tareas propias del tratamiento del patrimonio cultural, aplicado a los bienes del patrimonio del agua y sus paisajes asociados: 1) Investigación: catalogaciones e inventarios; 2) Conservación; 3) Difusión y divulgación; 4) Restitución y puesta en valor.

Referencias bibliográficas

- ANTEQUERA, M. (2015). Las galerías drenantes en el sector oriental y suoriental de la Península Ibérica. Identificación, análisis y gestión patrimonial [Tesis Doctoral, Universitat de València]. RODERIC.
- CARRIÓN, A. (Coord). (2015a). Plan Nacional de Paisaje Cultural. Secretaría General Técnica, Ministerio de Educación, Cultural y Deporte.
- CARRIÓN, A. (Coord). (2015b). Plan Nacional de Paisaje Industrial. Secretaría General Técnica Ministerio de Educación, Cultural y Deporte.
- CARRIÓN, A. (Coord). (2015c). Plan Nacional de Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial. Secretaría General Técnica Ministerio de Educación, Cultural y Deporte.
- GARCÍA-CORTÉS, Á., y CARCAVILLA, L. (2013). Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España. <https://www.igme.es/patrimonio/descargas/METODOLOGIA%20IELIG%20V16%20actualizaci%C3%B3n%202018.pdf>
- GONZÁLEZ, J. J. (2007). El Macizo Central de los Picos de Europa: Geomor-

fología y sus Implicaciones Geoecológicas en la Alta Montaña Cantábrica. [Tesis Doctoral, Universidad de Cantabria]. UCreá.

HERMOSILLA, J. (Dir.) (2010). Los regadíos históricos españoles. Paisajes culturales, paisajes sostenibles. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

HERMOSILLA, J. (Dir.) (2011a). Los regadíos tradicionales de la Marina Alta las cuencas de los ríos Girona y Gorgos. Universitat de València y Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano y Museos, Generalitat Valenciana.

HERMOSILLA, J. (Dir.) (2011b). Los regadíos tradicionales del Alto Mijares. Universitat de València y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

HERMOSILLA, J. (Dir.) (2013). Regadíos tradicionales, patrimonio y paisaje en el Alto Júcar conquense. Universitat de València y Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

HERMOSILLA, J. (Dir.) (2015). Los regadíos tradicionales de la Marina Baixa: la cuenca del río Amadorio. Universitat de València y Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano y Museos, Generalitat Valenciana.

HERMOSILLA, J., y ANTEQUERA, M. (2022). Los regadíos tradicionales de Albacete. Los ríos Júcar, Lezuza y Jardín. Tirant lo Blanch.

HERMOSILLA, J., ANTEQUERA, M., MAYORDOMO, S., y JIMÉNEZ, S. M. (2018). Evaluación patrimonial de azudes en la demarcación hidrográfica del Júcar. Tirant lo Blanch.

HERMOSILLA, J. e IRANZO, E. (2014). Claves geográficas para la interpretación del patrimonio hidráulico mediterráneo. A propósito de los regadíos históricos valencianos. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (66), 49-66. <https://doi.org/10.21138/bage.1779>

HERMOSILLA, J., IRANZO, E., y ANTEQUERA, M. (2012): Los regadíos históricos valencianos, un patrimonio paisajístico propio del contexto mediterráneo. En J. M. Gómez y R. M. Hervás (Coords.), Patrimonio hidráulico y cultura del agua en el Mediterráneo (pp. 179-188). Fundación Séneca, Regional Campus of Internacional Excellence “Campus Mare Nostrum” y Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

HERMOSILLA, J., y PEÑA, M. (2010). Evaluación del patrimonio hidráulico. A modo de una metodología específica. En J. Hermosilla (Dir.), Los regadíos

históricos españoles. Paisajes culturales, paisajes sostenibles (pp. 9-19). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

HERMOSILLA, J., y MAYORDOMO, S. (2016). Sistema metodológico de evaluación del patrimonio hidráulico. Tirant lo Blanch.

HERMOSILLA, J., y MAYORDOMO, S. (2017). A methodological system for hydraulic heritage assessment: a management tool. *Water Supply* 17(3), 879–888. <https://doi.org/10.2166/ws.2016.186>

HERNÁNDEZ, M., y OLCINA, J. (2013). Paisajes culturales y patrimonio hidráulico en tierras valencianas. Claves identificativas y estado de la cuestión. En J. Hermosilla (Dir.), *Las galerías de agua en la región noroccidental de Túnez. Patrimonio hidráulico mediterráneo* (pp. 9-19). Universitat de València.

MATA, R., y FERNÁNDEZ, S. (2010). Paisajes y patrimonios culturales del agua. La salvaguarda del valor patrimonial de los regadíos tradicionales. *Scripta Nova*, XIV(337). <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-337.htm>

MAYORDOMO, S., ANTEQUERA, M., y HERMOSILLA, J. (2017). Una propuesta de evaluación del patrimonio hidráulico: los elementos de regadío tradicional en la rambla Gallinera. En Asociación de Geógrafos Españoles (Ed.), *Naturaleza, Territorio y Ciudad en un mundo global. Actas del XXV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles* (pp. 2088-2097). Asociación de Geógrafos Españoles, Universidad Autónoma de Madrid y UAM Ediciones.

MAYORDOMO, S., y HERMOSILLA, J. (2019). Evaluación del patrimonio cultural: la Huerta de Valencia como recurso territorial. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* (82), 1-57. <https://doi.org/10.21138/bage.2790>

MAYORDOMO, S., y HERMOSILLA, J. (2020). Propuesta de un método de evaluación del patrimonio cultural y su aplicación en Cortes de Pallás (Valencia). *Investigaciones Geográficas* (73), 211-233. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.MMHP>

MAYORDOMO, S., HERMOSILLA, J. y ANTEQUERA, M. (2020). Método de evaluación del patrimonio cultural. En J. Hermosilla (Dir.), *Evaluación del patrimonio cultural, Sistema de Información Geográfica y Territorio Museo* (pp. 17-239). Tirant lo Blanch.

MEDINA, W. (2015). Importancia de la Geodiversidad. Método para el

Inventario y Valoración del Patrimonio Geológico. Serie correlación geológica 31(1), 57-72. <http://www.scielo.org.ar/pdf/scg/v31n1/v31n1a04.pdf>
RODRÍGUEZ-DARIAS, A., SANTANA-TALAVERA, A., y DÍAZ-RODRÍGUEZ, P. (2016). Landscape Perceptions and Social Evaluation of Heritage-Building Processes. *Environmental Policy and Governance* 26(1), 394-408. <https://doi.org/10.1002/eet.1709>

**La patrimonialización
de las acequias
valencianas: hacia
el reconocimiento
de los valores
culturales y naturales
y de los servicios
socioambientales
de los agrosistemas
de regadío**

Luis Pablo Martínez-Sanmartín

Historiador y antropólogo

1. Introducción

Agradezco a la organización haberme invitado a participar en la quinta edición de la Universidad de Verano de Aras de los Olmos, cuyo acertado lema es «Gestión y patrimonio hídrico para un desarrollo rural sostenible». Felicito especialmente al Ayuntamiento de Aras y a la Universitat de València por la iniciativa de la Universidad de Verano, absolutamente necesaria. Debemos salir del *Cap i Casal*. Iniciativas como la Universidad de Verano contribuyen al desarrollo de las localidades de interior y a su participación en la investigación de primera línea.

Compartiré con ustedes en tono ensayístico y con las mínimas convenciones académicas una visión personal. Una visión fruto de mi experiencia como técnico de patrimonio cultural, mi pensamiento como investigador y mis sentimientos como persona comprometida con el patrimonio cultural del agua.

Durante las últimas décadas se ha producido una llamativa evolución en la consideración social de las acequias y las huertas valencianas. El legado hidráulico está de moda, frente al olvido que padeció hasta finales del siglo pasado. Asistimos a la aceleración de su proceso de patrimonialización, cuyo origen es llamativamente reciente. Antes de profundizar en ello, cabe efectuar una breve incursión en los fundamentos de la epistemología patrimonial.

2. El proceso patrimonial

El patrimonio es procesual. La condición patrimonial no es intrínseca a los bienes patrimoniales. La patrimonialidad es una etiqueta socialmente atribuida. El patrimonio es un constructo social: son las personas las que señalan un elemento y dicen «eso es patrimonio». Además, la patrimonialidad es dinámica.

Todo proceso de patrimonialización comienza con la identificación de los bienes considerados patrimonio cultural: con el señalamiento social de la patrimonialidad de ciertos productos tangibles e intangibles de la acción humana, entendida como cualidad reconocida a los mismos por determinadas comunidades, grupos e individuos, parafraseando el lenguaje UNESCO en materia de patrimonio cultural inmaterial (PCI). Es el primer eslabón de la «cadena patrimonial», apelando a la expresión

acuñada por Christian Jacquelin, invocada por Daniel Fabre.

El proceso de patrimonialización tiene como objetivo último el acceso ciudadano —físico y cognitivo— a los bienes del patrimonio cultural, más allá de su mera conservación. Conservamos el patrimonio para que la ciudadanía pueda ejercer los derechos constitucionales a la educación, la cultura, la ciencia y el medio ambiente mediante su contemplación, goce, disfrute y estudio. Son pocos los casos en que el acceso ciudadano al patrimonio cultural puede o debe verse restringido. En el caso de los bienes tangibles, ocurre cuando el acceso físico compromete su conservación; en el de los intangibles, cuando los elementos del PCI están sometidos a reglas de acceso restrictivas.

Entre la identificación y el acceso median diversas fases, etapas o momentos metodológicos del proceso, caso de la protección jurídica; la conservación y la restauración, en el caso de los bienes tangibles, equivalente a la recreación y la revitalización, en el caso de los bienes inmateriales; la puesta en valor; y las acciones de difusión y sensibilización, entre otras.

La «puesta en valor» o «valorización» merece una breve reflexión, por constituir uno de los conceptos más elusivos dentro de la doctrina del patrimonio cultural. En un sentido totalizador, la puesta en valor del patrimonio cultural podría identificarse con el propio proceso patrimonial, incluyendo todas sus fases. En un sentido menos amplio, bastante extendido entre los agentes patrimonializadores, la puesta en valor podría comprender todas las fases del proceso patrimonial posteriores a la protección jurídica de los bienes. En un sentido restringido —del que soy partidario, por su valor analítico—, la puesta en valor o valorización podría considerarse limitada a las actuaciones sobre los bienes culturales posteriores a las de conservación-restauración o de recreación-revitalización, que preparan su acceso por la ciudadanía, caso de la instalación de pasarelas voladas y cartelas explicativas en un yacimiento arqueológico; con exclusión de las acciones de difusión, educación y sensibilización, que poseen características netamente diferenciadas.

Conviene subrayar que el proceso de patrimonialización no es ni tiene por qué ser ni lineal, ni unidireccional. De hecho, en ocasiones se producen saltos en la secuencia de fases. También se dan inversiones en la dirección del proceso. Saltos e inversiones que a menudo conllevan

claro riesgo para la integridad de los bienes, como sucede con la apertura precipitada al turismo de elementos patrimoniales para los que no se dispone de normativa específica de protección ni de estudios previos de capacidad de carga y conservación preventiva.

Además, el proceso siempre presenta retroalimentación, positiva o negativa. Así, las acciones de difusión y sensibilización, junto con el propio acceso público al patrimonio cultural, favorecen la activación de un círculo virtuoso que potencia la identificación de más y más bienes del patrimonio cultural por una ciudadanía concienciada. En sentido contrario, la falta de dichas acciones o una escasa receptividad social retroalimenta negativamente el proceso, propiciando que un bien o un conjunto de bienes no consoliden su carácter patrimonial o incluso se pierdan.

Figura 1. Modelo no normativo de proceso patrimonial virtuoso.

Diseño intelectual: Luis Pablo Martínez-Sanmartín. Diseño gráfico: Julián Soriano.



A modo de ejemplo relacionado con el patrimonio que nos ocupa, señalar que, a comienzos de la década de 2010, una serie de azudes contruidos en el curso alto del Vinalopó, en término de Banyeres de Mariola, y un azud contruido en el curso bajo del río Xúquer, cerca de su desembocadura —el azud de la Marquesa, sito en término de Cullera—, todos ellos centenarios, se vieron amenazados por proyectos de demolición promovidos por el entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: en el primer caso, en desarrollo de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos; en el segundo, por el proyecto de construcción de un nuevo azud cuya misión era bloquear la intrusión de agua marina aguas arriba del azud histórico, donde se debía ubicar la toma del trasvase Xúquer-Vinalopó, haciendo posible el mismo.

En el caso del alto Vinalopó, la reacción ciudadana fue contundente: se constituyó una Plataforma de Defensa dels Assuts que obtuvo el apoyo de setenta y tres entidades y la firma de 1.112 personas físicas. Pocos años después, se publicó el Decreto 22/2016, de 26 de febrero, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Espacio Etnológico, la Ruta dels Molins Paperers de Banyeres de Mariola al riu Vinalopó. La declaración otorgó protección jurídica expresa a los azudes y restantes infraestructuras hidráulicas históricas hasta entonces amenazados, declarándolos bienes inmuebles de relevancia local de manera individualizada.

Por el contrario, la reacción social en Cullera fue prácticamente inexistente, pese a las denuncias publicadas en la prensa. El viejo azud de la Marquesa, de origen medieval, fue completamente demolido. Además, el diseño del nuevo azud, ideado para el trasvase de aguas por la ribera derecha del Xúquer, ignoró que el viejo azud fue contruido para servir al «molí Gran» o de la Marquesa, ubicado en la ribera izquierda. Como resultado, el magnífico molino hidráulico de la Marquesa, perfectamente conservado, ha quedado «en seco». Ya no puede funcionar con el agua del río. Cullera perdió una oportunidad histórica de impulsar la plena restauración funcional del molino. Como «museo vivo», con la maquinaria hidráulica en funcionamiento, habría constituido un gran atractivo educativo, cultural, científico, ambiental y turístico para la población, sin olvidar su potencial de generación de energía limpia. Ahora es un monumento sin alma.

Regresando a la epistemología patrimonial, cabe señalar que la noción procesual de patrimonio ha sido incorporada al derecho internacional del patrimonio cultural por la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de la UNESCO (2003). En efecto, en su artículo 2.3 la Convención establece que «Se entiende por “salvaguardia” las medidas encaminadas a garantizar la viabilidad del patrimonio cultural inmaterial, comprendidas la identificación, documentación, investigación, preservación, protección, promoción, valorización, transmisión —básicamente a través de la enseñanza formal y no formal— y revitalización de este patrimonio en sus distintos aspectos». La salvaguardia es, pues, procesual. Dicha definición se incorporó al ordenamiento jurídico español mediante la publicación en el *Boletín Oficial del Estado* del instrumento de ratificación de la Convención.

La procesualidad del patrimonio no se limita al proceso social de patrimonialización, sino que, a un nivel más fundamental, se incardina en la propia existencia y funcionalidad de los elementos considerados patrimonio. La tradición patrimonial europea ha dictado, al menos hasta la emergencia del concepto de PCI, que los elementos del patrimonio histórico o cultural deben ser calificados como tales en atención a los intereses o valores culturales socialmente identificados en algunos de los atributos tangibles e intangibles que presentan. Ello ha dado lugar a definiciones legales de patrimonio histórico o cultural fundamentadas en el análisis de valores y a la exigencia legal de la identificación de los mismos, al efecto de su tutela, por los instrumentos de declaración patrimonial. No obstante, la plena protección de los valores patrimoniales requiere, además, la identificación y preservación de los procesos que los vinculan. Piénsese, por ejemplo, en el efecto patrimonialmente deletéreo causado por el cercenamiento del molino de la Marquesa de Cullera respecto del azud que lo alimentaba. Sin suministro de agua, no funcionan las turbinas.

La legislación de patrimonio histórico o cultural estatal y autonómica debe, pues, evolucionar para incorporar una noción dinámica de tutela o salvaguardia que responda a la dinámica del proceso patrimonial general. También debe incorporar la exigencia de la identificación y tutela de los vínculos procesuales que sustentan los valores patrimoniales. Ello resulta de especial relevancia en el caso de aquellos patrimonios

culturales que, como el patrimonio cultural del agua, se expresan en paisajes culturales vertebrados y animados por sistemas tecnológicos dinámicos y evolutivos que constituyen interfaces complejas entre la cultura y el medio ambiente.

3. Valores culturales y naturales y servicios socioecosistémicos de las acequias

El pueblo valenciano es custodio de un patrimonio cultural de significación global: el patrimonio de las acequias. Las voces «acequia» y «séquia», transcripción fonética al castellano y al catalán de la palabra árabe al-sāqiyah (آقيق اسل), nos vinculan con los regantes tradicionales del Próximo Oriente, del Magreb y del continente americano. «Acequia» es una palabra viva en las Américas, exponente de la transferencia transatlántica de la cultura andalusí del agua. Existen acequias desde Colorado y Nuevo México en los Estados Unidos hasta Chile y Argentina, en el Cono Sur. Las acequias y las huertas históricas por ellas vivificadas fueron soporte de intercambios cruciales de conocimiento agrohidráulico entre civilizaciones, caso del desplazamiento hacia occidente de productos agrícolas y métodos de riego desarrollados en la India y China, y del salto hacia Oriente de producciones y saberes amerindios, en el contexto del fenómeno global que Alfred W. Crosby denominó “el Intercambio Colombino”.

Debido a las peculiaridades del clima mediterráneo, el riego artificial de los campos es precondition para garantizar la producción agrícola en nuestro ámbito geográfico. La agricultura regada prerromana es escasamente conocida, pero sin duda Roma implantó en tierras valencianas, como parte de Hispania, una cultura hidráulica que integraba el regadío. No obstante, guerras, epidemias y empeoramiento del clima provocaron desde el siglo III d. C. una sucesión de crisis que fue causa de la extensiva desarticulación y ruina de los sistemas hidráulicos romanos, por pérdida o debilitamiento de las comunidades de usuarios que los mantenían.

La fusión del conocimiento ambiental local hispanorromano con el bagaje cultural de los nuevos colonos procedentes de Siria, Egipto, la península arábiga y el Magreb fue fundamental para la revolución andalusí del riego. Las iniciativas campesinas, combinadas con las de los agentes mercantiles y estatales, permitieron el diseño, construcción y operación de

sistemas hidráulicos complejos y multifuncionales, capaces de sostener la agricultura y la actividad económica en una amplia variedad de nichos ecológicos, de las montañas a las llanuras costeras y de las marismas a las tierras áridas. El crecimiento económico y demográfico vinculado a la extensión de redes de acequias se hace evidente en al-Andalus entre el califato y las primeras taifas.

Figura 2. Palmeral de San Antón (Orihuela).

Foto: Luis Pablo Martínez-Sanmartín (2020).



La multifuncionalidad sostenible y la adaptación a las condiciones ambientales locales son características definitorias de los sistemas hidráulicos andalusíes. La sostenibilidad de las acequias dependía del diseño inteligente del sistema, tanto en su dimensión tangible —la infraestructura física para la captación, conducción, distribución, utilización y drenaje del agua— como en su dimensión intangible —los acuerdos institucionales, el vocabulario técnico y las prácticas rectoras de la gestión del agua—. El diseño y el funcionamiento de los sistemas de acequias estaba —y está—

guiado por principios como los del ahorro y la reutilización del agua, la jerarquización de los usos del agua, la circunscripción del uso del agua a los límites del sistema, la proporcionalidad, la equidad, la solidaridad, la imparcialidad, la transparencia y la rendición de cuentas.

La adaptación sostenible a las condiciones socioambientales locales se expresa en aspectos clave como la selección de la tecnología apropiada de captación hidráulica a partir de la disponibilidad y de la calidad de las aguas subterráneas o superficiales, así como de las características de la demanda; la instalación de compuertas al inicio del canal principal —la «acequia madre»— para facilitar los turnos de riego entre los sistemas que utilizan las aguas del mismo río —si era el caso— y poder devolver a la naturaleza todo exceso de agua peligroso para la integridad del sistema; la inserción de estructuras para el almacenamiento de agua; el correcto trazado del canal principal del sistema, canales de distribución y acequias de drenaje, con gradientes adecuados entre el punto de captación, las comunidades atendidas y los campos regados; la nivelación adecuada de la infraestructura hídrica y del parcelario de cultivo para evitar tanto la erosión como el estancamiento del agua; la instalación de partidores de agua siguiendo un patrón metrológico estándar conocido por la comunidad de usuarios; la selección de cultivos adecuados; y la disposición secuencial de los diferentes usos del agua dentro de cada sistema según su jerarquía, su potencial de reutilización y su mayor o menor carácter contaminante. En la mayor parte de los sistemas de acequias de origen andalusí el derecho al agua está vinculado a la tierra, mientras que en otros la propiedad del agua está separada de la de la tierra. Sin embargo, en todos los casos, las normas, reglamentos y costumbres de las acequias prohíben la utilización del agua fuera del sistema, lo que subraya el sentido ecológico de la adaptación de las acequias a las condiciones ambientales locales.

Los valores culturales y naturales sustentados por las acequias y los servicios sociales, económicos y ambientales que brindan los canales tradicionales de riego son notables. Las acequias tradicionales contribuyen a la conservación de los suelos fértiles, el secuestro de carbono y la reproducción del ciclo natural del agua. Reducen su velocidad de circulación en la cuenca hidráulica, distribuyéndola por los espacios inundables, recargando los acuíferos y devolviendo caudales superficiales y

subterráneos para su reutilización por usuarios y comunidades ubicados aguas abajo. El riego por inundación previene la salinización del suelo al lavar las sales de las tierras fértiles y mantener a raya la intrusión marina en las zonas costeras. La capacidad de las acequias para mantener los niveles de los acuíferos y distribuir y aprovechar riadas repentinas resaltan su papel en la mitigación de los efectos de eventos catastróficos, como terremotos e inundaciones. Ni siquiera el agua incorporada a la atmósfera a través de la evaporación y la evapotranspiración generada por los paisajes del agua de las acequias constituye «agua perdida»: al refrescar y humidificar el aire reduce el efecto de isla de calor urbana y contribuye a la formación de la lluvia.

La vida florece en las parcelas regadas por inundación y a lo largo de las acequias —especialmente las que no presentan revestimientos impermeabilizantes—. Las acequias constituyen corredores verdes que sostienen la conectividad ecológica. Vegas y huertas históricas constituyen así sustento y reserva de biodiversidad. Por su parte, el minifundismo, la adaptación a las condiciones locales y la transmisión intrafamiliar e intracomunitaria de recursos y saberes ha hecho asimismo de nuestras vegas y huertas históricas una preciosa reserva agrobiodiversidad, como ejemplifica la Finca Morote, retazo superviviente de la otrora extensa Horta d'Alacant.

La adaptación a las condiciones locales se ha expresado en tierras valencianas en un espectro amplísimo de configuraciones agrohídricas de alto valor paisajístico, desde las terrazas regadas y las huertas encajadas en los fondos de valle características de las áreas montañosas a los oasis de palmeras del mediodía, pasando por las extensas huertas y arrozales de las llanuras aluviales litorales. Salpicados de elementos y tradiciones relacionados con la historia y lo sagrado, los singulares paisajes de las acequias y algunos de los elementos tangibles e intangibles que los integran constituyen verdaderos símbolos identitarios a escala local, comarcal y nacional.

Más allá de la proverbial relevancia económica de sus producciones para la exportación, las acequias contribuyen a la seguridad alimentaria produciendo alimentos «kilómetro cero» de calidad, para beneficio de nuestros pueblos y ciudades; productos que fundamentan especialidades gastronómicas locales con alto valor económico e identitario. Entre

los numerosos servicios socioculturales suministrados por las acequias se cuentan asimismo su contribución a la cohesión social local, ejemplificada por las comunidades de regantes, y a la creatividad cultural y artística. Sin olvidar que los paisajes del agua de las acequias constituyen valiosos espacios para la formación cultural y ambiental de la población, agradables para el esparcimiento.

Figura 3. Horta de València.

Foto: Luis Pablo Martínez-Sanmartín (2018).



En efecto, es fácil percibir la sensación refrescante generada por las huertas regadas, que hacen la vida más amable en período estival. Pero su efecto atmosférico trasciende ampliamente lo microclimático. El alcance de los servicios ecosistémicos meso y macroclimáticos sustentados por el regadío tradicional, como parte de los usos tradicionales del suelo y del ciclo natural del agua, se colige de los trabajos de Millán Millán Muñoz. La pérdida de tierras agrícolas, marismas y bosques litorales, sepultados por el cemento y el asfalto, ha alterado desde hace décadas el régimen de

precipitaciones en el Mediterráneo occidental. Las economías de agua en el riego, con el paso del riego a manta al riego localizado, contribuyen al fenómeno. La reducción de la evaporación y la evapotranspiración costera provoca que la brisa marina que sopla tierra adentro cada mañana no reciba la fracción de vapor de agua que la refrescaba y saturaba de humedad. En verano, el aire recalentado al tocar tierra y falto de saturación circula a mayor altitud, dificultando la formación de lluvias sobre las montañas próximas a la costa. La masa de aire con vapor de agua no precipitado recircula una y otra vez sobre un Mediterráneo al que contribuye a recalentar. Las precipitaciones se reducen drásticamente en período estival pero sus descargas se intensifican en otoño, a menudo cerca del litoral, cuando la masa de aire mediterráneo recirculante choca con el aire frío procedente de otras latitudes. El modelo de Millán Millán explica y conecta fenómenos catastróficos en ámbito circunmediterráneo, como las danas de 2019 y 2024, con las desastrosas inundaciones que viene conociendo Centroeuropa a lo largo de las últimas décadas.

Por todo ello, cuando los actores sociales e institucionales proponen intervenciones que afectan directa o indirectamente a las huertas históricas y a los sistemas de regadío por gravedad e inundación que las alimentan, debería imperar el principio de precaución. Por el momento no ha sido así. La urbanización y las transformaciones hidráulicas apresuradas, fundamentadas en apriorismos interesados y falaces, como el que predica que las acequias «malgastan el agua» —enorme paradoja, en la tierra del Tribunal de las Aguas—, vienen provocando tremendas pérdidas patrimoniales de orden cultural y natural. El desconocimiento generalizado del sentido ambiental de las prácticas de los labradores tradicionales contribuye a denostar a las acequias. ¿Qué es el acaballonamiento de los campos sino un mecanismo tradicional de ahorro de agua? Urge la identificación y el estudio holístico de las prácticas respetuosas con el medio ambiente aplicadas por los regantes tradicionales. Las contradicciones y los efectos deletéreos —directos y colaterales— generados por la sustitución irrestricta del riego tradicional por gravedad e inundación por el riego localizado, como ilustra la compleja situación de la Albufera y su cuenca hidrográfica, deben asimismo hacernos reflexionar.

Figura 4. Riego de un campo acaballonado en Callosa de Segura (Vega Baja).

Foto: Luis Pablo Martínez-Sanmartín (2016).



4. La patrimonialización de las acequias y las huertas valencianas

Hace tres décadas, cuando comencé a interesarme por nuestras acequias, no podría haber imaginado la situación actual. Crecí en un barrio de la ciudad de València, Natzaret, donde en el silencio de la noche se oían las ranas croar. Mi barrio se desplegaba entre una feraz huerta y una famosa playa, al sur del antiguo cauce del Turia. Primero vi desaparecer la playa. Luego, la huerta. Pero quién me iba a decir que, a lo largo de mi vida —una nimiedad en la escala del tiempo histórico—, iba a asistir a la posible desaparición de nuestras milenarias acequias.

No es un riesgo: está sucediendo. Se está produciendo una extinción acelerada de las acequias y de los paisajes históricos de regadío a ellas asociados, debido a la conjunción del desarrollo urbanístico e infraestructural insostenible, la «modernización» de los sistemas tradicionales de regadío alentada por los poderes públicos, y otros poderosos factores, como la globalización de los mercados agrícolas o el envejecimiento y la reducción del colectivo de labradores profesionales.

El ritmo de extinción es escalofriante. Según los datos que fundamentaron la Estrategia Valenciana de Regadíos 2020-2040, en el breve plazo que históricamente suponen las dos décadas iniciales del siglo XXI, el regadío por gravedad habría perdido un 40% de superficie en la Comunitat Valenciana, pasando de unas 150.000 a unas 90.000 hectáreas. Los riegos que han sido objeto de transformación a riego localizado comprenden miles de hectáreas de los nuevos regadíos del siglo XX, como los del Tajo-Segura, producto de un trasvase intercuenca, junto con sistemas de acequias de origen medieval, como los de la Séquia Reial del Xúquer o los de la Séquia Reial d'Alcoi, acequia madre de la que nacen la Séquia del Rebollet, la Séquia Comuna de Gandia y la Séquia Comuna d'Oliva; todos ellos vertebradores de comarcas enteras.

La modernización sostenible de las acequias es aquella que mejora la calidad de vida de los regantes tradicionales sin sustituir el riego por gravedad e inundación ni erosionar la autonomía de la comunidad de usuarios, como pueden ser la construcción de balsas de acumulación para evitar el riego nocturno, el control remoto de compuertas o la organización del riego a través de grupos en aplicaciones de mensajería, por señalar algunos ejemplos. Pero la «modernización» promovida por la tecnocracia agrohidráulica supone, en puridad, la cancelación de las acequias históricas. Los sistemas tradicionales de riego por gravedad e inundación, armónicos con el ecosistema y fundamentados en el control local de los regantes, son sustituidos por sistemas de riego presurizado agroindustriales, que separan el agua de la naturaleza, generando endeudamiento y dependencia tecnológica y energética a las comunidades de regantes.

Las acequias «modernizadas» al estilo agroindustrial conservan poco del agrosistema hidráulico tradicional, más allá de su nombre. Investigadores como José María Martín Civantos denuncian el empleo de la expresión «modernización de regadíos», por la connotación positiva que conlleva. Del mismo modo, se debe denunciar el abandono del vocabulario técnico tradicional del riego en los estudios y las consultorías orientadas a la introducción de cambios en los sistemas tradicionales de regadío: no hablar de acequias y azudes, sino de «canales» y «barreras transversales», dificulta la percepción del valor cultural de los regadíos tradicionales, facilitando la propuesta de proyectos que conllevan su destrucción.

De modo a primera vista paradójico, el aniquilamiento de las acequias ha venido a coincidir con el desencadenamiento y la aceleración de su proceso de patrimonialización. En efecto, son cada vez más numerosos los colectivos ciudadanos movilizados en defensa de huertas y regadíos históricos, acompañados por el activismo académico y un creciente número de iniciativas promovidas por las administraciones públicas. A continuación se presentará una relación no exhaustiva de casos significativos.

La paradoja, empero, es aparente. Para entenderlo, debemos regresar a la epistemología patrimonial. Dos son los principales factores activadores de los procesos de patrimonialización: el valor identitario, capaz de generar dinámicas patrimonializadoras proactivas, y la percepción del riesgo de desaparición, que genera dinámicas patrimonializadoras de carácter reactivo. En el caso de las acequias, el valor identitario ha desempeñado un rol subsidiario, en buena medida debido a su folclorización; a la percepción selectiva, descontextualizada e higienizada desde una óptica urbanita de la agricultura histórica valenciana de regadío y de sus productos culturales. Así, hasta el pasado reciente Valencia ha exaltado al Tribunal de les Aigües mientras impulsaba la destrucción a gran escala de l'Horta; sin ruborizarse y sin encontrar contradicción en ello.

Para comprender el carácter tardío del inicio de la patrimonialización de las acequias se deben tener en cuenta otras poderosas razones. Para una población valenciana creciente, cada vez más concentrada en ciudades a partir de la década de 1960 y desconocedora de la agricultura local, las acequias eran algo maloliente: poco más que una cloaca a cielo abierto. Sin duda, para muchos generaban rechazo. Yo vi las aguas grises circular. Yo las olí. Sin embargo, este no era un problema causado por las acequias, como tampoco lo es, en la actualidad, su carácter vehicular en la contaminación de acuíferos por exceso de fertilizantes nitrogenados y pesticidas, o la acumulación de plásticos en las mismas. En el primer caso, se trataba del efecto de la falta de planificación urbanística y territorial, como muestra el caso de València y l'Horta, analizado por Javier García Gómez: de la conexión directa a las acequias de las bajantes de aguas negras de los nuevos barrios en expansión, en una ciudad desprovista de una red de saneamiento y depuración de aguas acorde a su crecimiento, y del desagüe en las mismas de los residuos de unas industrias

indiscriminadamente implantadas en una comarca carente de planeamiento. Este problema entró en vías de resolución en los años previos al desencadenamiento del proceso patrimonializador. En los restantes casos señalados, estamos ante malas prácticas agrícolas e incivismo. Pero nada de ello es «culpa» de las acequias.

En el arranque del tardío proceso de patrimonialización de las acequias y huertas históricas valencianas el factor detonante primordial ha sido, sin lugar a duda, la extensión y el arraigo de la percepción social del riesgo de su desaparición. Las luchas ciudadanas desarrolladas en Valencia a finales de la década de 1990 contribuyeron decisivamente. Centenares de hectáreas de huerta milenaria y productiva se enfrentaban a la destrucción por los desarrollos del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de 1988, altamente especulativo, y proyectos singulares concebidos al margen del planeamiento: singularmente, la Zona de Actividades Logísticas impulsada por el puerto de Valencia sobre la huerta de la partida de la Punta. La creciente concienciación ecológica de la ciudadanía y un renovado interés académico por el estudio de los agrosistemas hidráulicos tradicionales y los elementos que los integran propiciaron el surgimiento de plataformas cívicas de defensa de los sectores de l'Horta amenazados.

El propio Ayuntamiento de Valencia contribuyó a la sensibilización ciudadana, al promover en 1993 la celebración de un «Seminario Internacional sobre la Huerta de Valencia». Sus conclusiones subrayaron “el gran valor de la huerta como modelo ecológico y productivo valioso para la ciudad y su desarrollo conjunto armónico”, destacando “el carácter de unidad (corredor ecológico) con que se deben tratar la llanura aluvial de la huerta, el cordón dunar y el lago de la Albufera, como base física, paisaje cultural, legado histórico y señal de identidad”. Se comenzó a trabajar en un Plan Verde en desarrollo del PGOU municipal, que preveía la futura aprobación de un Plan Especial de Protección de la Huerta. Pero todo acabó en un cajón.

Figura 5. Albufera de València.

Luis Pablo Martínez-Sanmartín (2014).



Las batallas finiseculares se perdieron, pero el proceso patrimonializador continuó. En 2001, la Comissió per l'Horta, germen de la plataforma cívica Per l'Horta, consiguió reunir 118.000 firmas en favor de una Iniciativa Legislativa Popular (ILP) para la protección de l'Horta de València. La tramitación de la ILP no prosperó en las Corts Valencianes, pero el éxito en la recogida analógica de firmas puso de manifiesto el grado de concienciación alcanzado por la ciudadanía valenciana acerca de la necesidad de la protección de la Huerta.

La prensa contribuyó decisivamente a la activación de la ciudadanía, al amplificar el eco de las luchas. Artistas como el fotógrafo Francesc Jarque mostraron a la sociedad la belleza de l'Horta. Estudios como *Arquitectura rural valenciana*, publicado en 1998 por el arquitecto Miguel del Rey Aynat, pusieron de manifiesto el excepcional valor de las alquerías, barracas y molinos de agua destruidos, evidenciando simultáneamente la existencia de un rico patrimonio construido vinculado a los paisajes de las acequias, en su inmensa mayoría carente de protección jurídica. El año 2000, el Consell Valencià de Cultura emitió un dictamen sobre la conservación de la Huerta de Valencia, seguido en 2007 por un informe sobre el patrimonio hidráulico valenciano. A ello se unió que la Genera-

litat Valenciana impulsó el reconocimiento por la UNESCO del Palmerar d'Elx, inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial en 2000, y del Tribunal de les Aigües de la Vega de València, inscrito el año 2009 en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad, junto con Consejo de Hombres Buenos de la Huerta de Murcia.

La década de 2000 trajo asimismo como novedad la producción y publicación de inventarios y catálogos científicos sistemáticos del patrimonio agrohidráulico valenciano, financiada por entidades públicas como la Generalitat o la Confederación Hidrográfica del Júcar. Vieron así la luz colecciones catalográficas con vocación de cubrir la totalidad del territorio valenciano, como la colección «Camins d'Aigua. El patrimoni hidràulic valencià», a cargo del medievalista Enric Guinot Rodríguez, o la colección «Regadíos históricos valencianos», dirigida por el geógrafo Jorge Hermosilla Pla, quien a través del grupo de investigación ESTEPA lleva a cabo una ingente labor de estudio y evaluación del patrimonio cultural del agua.

Figura 6. Terrazas regadas de Alpuente.

Foto: Luis Pablo Martínez-Sanmartín (2018).



La catalogación científica impulsó las protecciones. A modo de ejemplo, en 2005 se declaró Bien de Interés Cultural (BIC) el Canal de Bellús, en Xàtiva. Al año siguiente se declararon BIC el Tribunal de les Aigües de la Vega de València, los azudes de sus acequias y de la Reial Séquia de Montcada, el acueducto dels Arcs de Manises y un tramo de acequia madre de Mislata en término de Quart de Poblet, por ser el único tramo de acequia mayor de l'Horta de València que conservaba su cajero de tierra, desprovisto de revestimiento impermeabilizador. En 2009 se declaró BIC el barranc dels Molins, en Ares del Maestre. En 2017, la Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano fue modificada para incorporar «los antiguos molinos de agua» como bienes inmuebles de relevancia local con carácter genérico: una protección del patrimonio hidráulico valenciano limitada pero significativa, por constituir el primer reconocimiento legal genérico expreso de la patrimonialidad de un componente de nuestro legado hidráulico. Por su parte, la Ley 6/2021, de 12 de noviembre, de protección y promoción del palmeral de Elche, declaró BIC las acequias Mayor y de Marchena junto con el pantano de Elche, que vino a sumarse así a la pionera declaración como BIC del pantano de Tibi (1994). En 2023, se han declarado BIC los azudes de Mutxamel y Sant Joan.

No todas las iniciativas prosperaron. Así, el decreto declaración de los azudes del Tribunal de les Aigües y de Montcada fue anulado judicialmente a instancias de los regantes. Tampoco prosperó la declaración de l'Horta de València como BIC con la categoría de parque cultural, instada por la Universitat de València mediante la emisión de un dictamen el 2004. En línea con lo señalado por José Castillo Ruiz con relación a la situación general en España, las declaraciones valencianas resultan fragmentarias, al centrarse en algunos elementos del sistema hidráulico tomados de forma aislada, olvidando el agrosistema del que forman parte.

No obstante, las declaraciones UNESCO, impulsadas «de arriba abajo», acabaron teniendo efectos «de abajo arriba» favorables a la patrimonialización de los paisajes culturales del agua. En Elche, los protagonistas del mantenimiento del patrimonio agrohidráulico tomaron conciencia, autoorganizándose y pasando a liderar las iniciativas de salvaguardia. En 2007 se constituyeron la Associació per al Desenvolupament Rural del Camp d'Elx (ADR) y la Asociación de Palmereros de Elche (APELX),

seguida en 2014 por la de la asociación Volem Palmerar. Inspirado por la jornada «Les nostres séquies: identitat i patrimoni heretat com a clau de futur» celebrada en la Universitat Miguel Hernández d'Elx, en 2009 se presentó el «Manifest de Guardamar», en defensa de los paisajes del agua del Bajo Vinalopó y la Vega Baja del Segura. A lo largo de los últimos años, la Comunidad de Propietarios de la Acequia Mayor del Pantano impulsa decididamente las acciones de salvaguardia.

La convergencia de activismo académico, ciudadanía concienciada y regantes comprometidos ha tenido igualmente expresión en el impulso de proyectos y la constitución de entidades de la sociedad civil para la salvaguardia de nuestros los paisajes del agua. El congreso homenaje a Thomas F. Glick celebrado en 2014 en la Universitat Politècnica de València incorporó una sesión dedicada a «La conservación del patrimonio hidráulico». En 2010 se constituyó la Fundació Assut de la Comunitat Valenciana per la Sostenibilitat dels Sistemes Litorals de la Mediterrània, que promueve acciones de gestión sostenible, preservación, investigación, divulgación, acceso y sensibilización. Por su parte, el patrimonio cultural del agua constituye uno de los ejes de actuación del proyecto Patrimoni del Programa de Extensión Universitaria de la Universitat Jaume I de Castelló, que promueve mediante estrategias de acompañamiento y mediación la constitución y activación de comunidades patrimoniales en localidades de menos de 5.000 habitantes de la provincia de Castelló.

El año 2015 constituyó un hito en la patrimonialización de l'Horta de València. Per l'Horta coordinó con éxito la recogida de más de 15.000 alegaciones contra el proyecto de reclasificación de 415 hectáreas de la escasa huerta que le resta al municipio de Valencia, promovido por el Ayuntamiento; a las que se sumaron varios miles de firmas más, recabadas por otras organizaciones sociales. El proyecto municipal no prosperó. Entre las alegaciones registradas se contaba una extraordinariamente significativa: la del Tribunal de les Aigües de la Vega de València. Por primera vez en su larga historia, el Tribunal alzó en público su voz en defensa del paisaje cultural que constituye la razón de su existencia. Pocos años después, se aprobó la Ley 5/2018, de 6 de marzo, de la Generalitat, de la Huerta de València; y en 2019, la FAO declaró el Regadío Histórico de l'Horta de València como Sistema Importante de Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). Debe subrayarse asimismo que el Tribunal de les Ai-

gües viene ejerciendo activamente la representatividad a él reconocida por la UNESCO. Así, acompañó en 2014 la reconstitución del Tribunal del Comuner del Rollet de Gràcia de l'Horta d'Aldaia, declarado tribunal consuetudinario y tradicional en 2021 y bien inmaterial de relevancia local en 2022; y en 2019 respaldó la firma ante la puerta de los Apóstoles de la catedral de València de la Carta de la Global Network of Water Museums (WAMU-NET), auspiciada por el Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO.

La patrimonialización de acequias y vegas históricas ha prendido en todo el territorio valenciano. Las administraciones públicas continúan promoviendo el estudio e inventario del patrimonio hidráulico en colaboración con las universidades, siendo cada vez más sensibles a su protección jurídica efectiva y a su valorización, en sentido amplio. Los estudios científicos se multiplican y ganan en transversalidad disciplinar, al incorporar como eje la dimensión patrimonial, cultural y natural. La sensibilidad se acrecienta en comarcas que, como la Vega Baja del Segura o la Safor, se enfrentan a retos de gran magnitud.

En el Bajo Segura, donde investigadores como el geógrafo Gregorio Canales Martínez llevan décadas impulsando la salvaguardia patrimonial de la Vega, los regantes tradicionales se han activado en pro del reconocimiento del valor patrimonial de sus instituciones y paisajes y en defensa de sus derechos históricos a los caudales del río; aguas de riego que sustentan los relevantes servicios ecosociales suministrados por la milenaria red de acequias y azarbes, cuyo doble régimen de riego “de aguas vivas” —tomadas directamente del río— y “de aguas muertas” —sobrantes de acequias en cota superior— es paradigma de sostenibilidad agrohidráulica. El objetivo de un posible reconocimiento por la UNESCO ha animado iniciativas impulsadas por municipios como Orihuela o Rojasles. Por su parte, el Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela y pueblos de su marco promovió con éxito su reconocimiento como tribunal consuetudinario y tradicional (2021) y su declaración como BIC inmaterial (2025).

En la Safor, la ciudadanía es cada vez más consciente de los efectos negativos que comporta la sustitución del regadío por gravedad e inundación por sistemas de regadío «gota a gota», así como del impacto de la urbanización y de las infraestructuras a ella asociadas. En 2018, el Ayuntamiento de Potries, que trabaja desde la década de 1980 en la

salvaguardia del patrimonio cultural del agua sito en el término municipal, de singular relevancia, organizó el encuentro «Hortes Històriques Valencianes: Patrimoni Viu de la Humanitat». En la clausura de la jornada se leyó un borrador de documento de conclusiones, la «Declaració de Potries sobre les hortes històriques valencianes», que permanece inédito. La Declaració se concibió como «Document de conclusions que contribueixca a la sensibilització i la mobilització social sobre els valors de les hortes històriques valencianes, i ajude a modular les seues transformacions, per tal de compatibilitzar les accions de modernització, quan siguen realment necessàries, amb la preservació del patrimoni cultural i natural dels sistemes de sèquies i els paisatges de l'aigua per elles articulats», según la organización del evento. En 2021 se constituyó la plataforma Per l'Horta de la Safor, contraria a la ampliación de la carretera CV-60 sobre la huerta de ocho municipios de la comarca.

La patrimonialización del regadío tradicional por gravedad e inundación avanza igualmente a escala estatal e internacional. En España se han constituido asociaciones de comunidades de regantes históricas y tradicionales en comunidades autónomas como Andalucía y Extremadura, y existen plataformas cívicas muy activas, como Huermur y Murcia Huerta Viva o la Plataforma para la defensa de la Vega de Granada y su entorno «Salvemos la Vega». En 2015 se constituyó en Granada la plataforma estatal InterVegas, que persigue la protección de los suelos de alto valor agrario. El activismo académico agrohídrico cuenta con exponentes como los proyectos PAGO y MEMOLab de la Universidad de Granada, que han producido documentos estratégicos como la Carta de Baeza sobre Patrimonio Agrario (2012) y el protocolo para su actualización y aplicación en el ámbito internacional (2023), o el Argumentario para la Defensa del Regadío Histórico y Tradicional (2022). MEMOLab lleva a cabo acciones de restauración de acequias, de la mano de las comunidades locales, que han llamado la atención a los medios de comunicación internacionales.

En 2023 Austria, Bélgica, Alemania, Italia, Luxemburgo, Países Bajos y Suiza consiguieron la inscripción en la Lista Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad del «Riego tradicional: conocimientos, técnica y organización». En España, desde 2024 las administraciones de patrimonio cultural estatal y autonómicas trabajan en el impulso de una propuesta de ampliación de la inscripción, junto con países como

Francia, Portugal y Grecia. Ello podría conllevar, como paso previo, la declaración en España del regadío tradicional por gravedad e inundación como Manifestación Representativa del Patrimonio Cultural Inmaterial.

Las listas UNESCO regidas por la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de 1972 (la Lista del Patrimonio Mundial) y la Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial de 2003 (la citada Lista Representativa y la Lista del Patrimonio Cultural Inmaterial que Requiere Medidas Urgentes de Salvaguardia) incorporan cada vez más testimonios del regadío tradicional de relevancia global. Los agrosistemas de regadío por gravedad e inundación tienen asimismo una presencia relevante dentro de los SIPAM declarados por la FAO desde 2002. Son igualmente significativos los humedales vinculados a agrosistemas históricos de regadío protegidos como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y Zonas de Especial Conservación (ZEC) de la Red Natura 2000; declarados Reserva de la Biosfera en el marco del Programa Man and Biosphere (MAB) de la UNESCO; y amparados por el Convenio Relativo a Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convenio de Ramsar). El maravilloso «Manual del Acequero» publicado en 2010 por la Junta de Andalucía muestra con belleza y sensibilidad el papel de las acequias como conector vivificante de cultura y naturaleza en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada.

En Nuevo México (EE.UU.), los regantes tradicionales —los «parciantes»—, organizados en «acequias de común», promueven activamente en colaboración con las universidades el estudio de los valores y servicios de las acequias, para mejor defensa de sus derechos. La New Mexico Acequia Association se hermanó en 2014 con el Tribunal de les Aigües de la Vega de València, la Reial Séquia de Montcada y la Séquia Reial del Xúquer. Debemos a un investigador nuevomexicano, José A. Rivera, la acuñación de la afortunada expresión «acequia culture»: la cultura de la acequia. Porque, en efecto, los sistemas de acequias configuran y sustentan una cultura propia, basada en la cooperación. Una cultura que aportó a la premio Nobel de economía Elinor Ostrom evidencia para poner de manifiesto la racionalidad de la gestión mancomunada de recursos productivos, a partir de los trabajos de Thomas F. Glick y Artur Maass sobre los regadíos históricos valencianos. La *Enciclopèdia del Regadiu*

Històric Valencià recientemente publicada por Tomàs Peris Albentosa constituye un elocuente compendio de su riqueza. La palabra «acequia» debe ser conocida y reconocida en ámbito internacional como lo es el «polder» neerlandés. Su epopeya transcultural reviste carácter mítico.

Figura 7. Huertos de Los Callejones (Aras de los Olmos).

Foto: Luis Pablo Martínez-Sanmartín.



5. Conclusión

A lo largo de los siglos, las acequias han generado paisajes complejos, sabiamente adaptados al medio. Grandes o pequeños, todos ellos son producto de una sutil ingeniería y sabiduría social: de consensos y acuerdos para la resolución de conflictos por el acceso al agua como medio de producción; del conocimiento del clima, del agua y de la tierra disponible por las comunidades locales, filtrado en ocasiones por peritos externos; de la técnica ingenieril y arquitectónica popular o erudita. Y si están todavía ahí después de tantos siglos, es porque funcionan. Han superado con creces la prueba de la sostenibilidad. Producen sostenibilidad.

Las acequias merecen respeto y reconocimiento. La forma ingeniosa, consensual, armoniosa y holística en que integran usos del agua diversos y a menudo conflictivos entre sí debería inspirar soluciones para abordar la rampante crisis del agua provocada por el desarrollismo y el cambio climático. La profundización en el conocimiento de los servicios ecosistémicos que suministran las acequias puede contribuir a paliar, en la medida de lo posible, los efectos del cambio climático que nos afecta. Desde luego, debemos trascender, como reclaman cada vez más autores, la concepción reduccionista de eficiencia que informa las políticas tecnocráticas de «modernización», para adoptar un concepto holista y sistémico de eficiencia que trascienda la mera productividad economicista del uso agrícola del agua. La aplicación del reduccionismo analítico en las evaluaciones de impacto ambiental ha facilitado las intervenciones «modernizadoras» destructoras de los valores culturales y naturales sostenidos por los sistemas hidráulicos tradicionales, como ha puesto de manifiesto el ecólogo Carlos Martín Cantarino. Allí donde se pueda, se deben restaurar y repristinar las acequias, para beneficio de todos.

La comarca de la Serranía cuenta con una diversidad de paisajes culturales del agua de gran belleza, con alta capacidad de contribuir a la fijación, la cohesión y la mejora del bienestar de las poblaciones locales. Se debe impulsar el desarrollo de una agricultura y una gastronomía de alto valor añadido vinculada a la producción de las acequias. Se pueden y se deben articular rutas para el goce y disfrute por la ciudadanía —turistas incluidos— de los paisajes serranos del agua, de diversa y acentuada personalidad. Pienso en la preciosa huerta de fondo de valle de Chulilla, divisable desde el castillo, encajada entre la acequia, cuyo trazado alimenta árboles de gran porte, y el río Turia. Pienso en Alpuente, con sus espectaculares terrazas regadas y su hermoso acueducto gótico. Pienso en Aras, con su maravillosa huerta de los Callejones, que transmite vibraciones andalusíes. Y pienso en el formidable acueducto romano de la Peña Cortada, cuyos restos y trazado comparten Tuéjar, Chelva, Calles y Domeño. La comarca permite recorrer dos milenios de historia hidráulica en tierras valencianas a través de numerosos hitos, algunos de los cuales ya han sido objeto de declaración como bien de interés cultural (BIC), máxima categoría de protección patrimonial en la Comunitat, caso del acueducto de los Arcos de Alpuente, del acueducto de la Peña Cortada

(2004) y de las huertas de Chelva, declaradas BIC con la categoría de conjunto histórico junto a la propia villa.

En consecuencia, expreso mi deseo y mi confianza en que la Serranía continúe impulsando con fuerza la salvaguardia del patrimonio de las acequias; y que las universidades valencianas continúen promoviendo su estudio y difusión, en beneficio de todos.

Con el texto ya acabado y entregado, el día 5 de febrero de 2025 el *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* número 10040 ha publicado el Decreto 4/2025, de 4 de febrero, del Consell, de modificación de la Ley 5/2018, de 6 de marzo, de la Generalitat, de la Huerta de València, y del Decreto 219/2018, de 30 de noviembre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial de ordenación y dinamización de la Huerta de València. La modificación de la norma y del plan que la desarrolla viene justificada, según se lee el preámbulo del Decreto ley, por “ciertas carencias y obstáculos en el objetivo de preservación, recuperación y dinamización de este paisaje y territorio único” y para facilitar “urgentes tareas de rehabilitación y de reconstrucción”, con referencia a los daños causados por la terrible dana del 29 de octubre de 2024. Per l’Horta interpreta en nota de prensa que el Decreto ley “Pretén facilitar la urbanització d’un total de 3.800 hectàrees de les més de 11.000 d’horta protegida repartides en quinze pobles. A més deroga el Consell de l’Horta, òrgan gestor encarregat de fer complir la llei de l’horta i elimina les polítiques de desenvolupament agrari recollides en la llei del 2018”.

En paralelo, se ha presentado el documento “Evidencias científicas sobre cambio climático y territorio en el Mediterráneo ibérico. Efectos, estrategias y políticas públicas. Principales recomendaciones”, que reúne las conclusiones de la reunión de expertos convocada para evaluar la situación tras la dana de 2024, celebrada en la Universitat de València del 31 al 31 de enero de 2025.

El documento no emplea las palabras “acequia”, “vega” o “huerta”.

Queda mucho por hacer.

6. Bibliografia y documentación

6.1. Sitios de internet

Associació per al Desenvolupament Rural del Camp d'Elx <<https://turismoruralelche.es/>> (consulta: 20/1/2025).

Asociación para la Conservación del Patrimonio de la Huerta de Murcia <<https://huermur.es/>> (consulta: 20/1/2025).

Asociación de Palmereros de Elche APELX <<https://www.facebook.com/apelx/>> (consulta: 20/1/2025).

Fundació Assut de la Comunitat Valenciana per la Sostenibilitat dels Sistemes Litorals de la Mediterrània <<https://fundacioassut.org/>> (consulta: 20/1/2025).

Murcia Huerta Viva <<https://www.facebook.com/murciahuertaviva/>> (consulta: 20/1/2025).

New Mexico Acequia Association <<https://lasacequias.org/>> (consulta: 20/1/2025).

Per l'Horta <<https://perlhorta.info/>> (consulta: 20/1/2025).

Per l'Horta de la Safor <<https://perlhortasafor.org/>> (consulta: 20/1/2025).

Plataforma de Defensa dels Assuts <<https://assuts.com/>>.

Plataforma Estatal InterVegas <<https://intervegas.org/>> (consulta: 20/1/2025).

Salvemos la Vega <<https://salvemoslavega.org/plataforma-para-la-defensa-de-la-vega-de-granada-y-su-entorno/>> (consulta: 20/1/2025).

Universitat de València. Càtedra de l'Horta de València <<https://www.uv.es/catedra-horta-valencia/ca/catedra-horta-valencia-patrimoni-vi-da-futur-sostenible.html>> (consulta: 20/1/2025).

Universitat Jaume I de Castelló. Proyecto Patrimonio <<https://www.uji.es/cultura/base/peu/p-acompanyament/patrimoni/#0>> (consulta: 20/1/2025).

6.2. Selección bibliográfica

ALGARRA, Víctor y Carmen CÁRCEL (eds.) (2016): *València, quan la ciutat aplega a l'horta. Homenatge a Eduard Pérez Lluch*, València, Ayuntamiento de València.

ALMERICH, José Manuel y Francesc JARQUE (2002): *La Terra, l'Aigua, l'Home. L'Horta de València*, València, Generalitat Valenciana.

BRU, Concepción y Joaquín MELGAREJO (coords.) (2019): *El agua en la*

provincia de Alicante. *Territorio, patrimonio e innovación* (Canelobre, 70).

CANALES, Gregorio y María Dolores PONCE (2016): *Pareceres sobre la huerta del Bajo Segura. El poder de la Identidad y la Cultura en la valoración del Paisaje*, Alicante, Universidad de Alicante, en línea: <<http://hdl.handle.net/10045/62472>> (consulta: 29/1/2025).

CANALES, Gregorio y María Dolores PONCE (2019): *Agua y sostenibilidad. La monumentalidad del edificio hidráulico de la Huerta del Bajo Segura*, Alicante, Universidad de Alicante, en línea: <<http://hdl.handle.net/10045/93577>> (consulta: 29/1/2025).

CASTILLO, José (2004): «“Cultivando el agua”. Valoración y protección de los sistemas históricos de riego: el caso de la Vega de Granada», en María del Mar Lozano y Vicente Méndez (coords.), *Patrimonio cultural vinculado con el agua: paisaje, urbanismo, arte, ingeniería y turismo*, Mérida, Junta de Extremadura / Universidad de Extremadura, pp. 301-320, en línea: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4856774.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

CASTILLO, José; Celia MARTÍNEZ y Antonio ORTEGA (coords.) (2023): *La Carta de Baeza sobre Patrimonio Agrario Protocolo para su actualización y aplicación en el ámbito internacional*, Sevilla y Baeza, Universidad Internacional de Andalucía, en línea: <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/7293/ Carta_Protocolo_Declaracion_Baeza_2023_978-84-7993-391-3.pdf> (consulta: 20/1/2025).

CHIVA, Sergio et al. (eds.) (2020): *Patrimoni històric hidràulic: Molins, Castelló de la Plana*, Universitat Jaume I. DOI: 10.6035/UJI.FACSA.2020.3.

COLOMER, Juli Enric y Gema LLORENS (2017): «Caracterización de la biodiversidad sobre zonas sometidas a diferentes actuaciones antrópicas en ambientes semiáridos mediterráneos», en Gustavo A. Ballesteros et al. (coords.): *Biodiversidad y procesos ecológicos en el Sureste Ibérico*, Murcia, Universidad de Murcia, pp. 82-88. DOI: 10.6018/editum.2561.

ESPÍN, Rocío; Eduardo ORTIZ y José Ramón GUZMÁN (2010): *Manual del Acequero*, Sevilla, Junta de Andalucía.

FABRE, Daniel (2013): «Le patrimoine porté par l'émotion», en Daniel Fabre (dir.), *Émotions patrimoniales*, París, Maison des Sciences de l'Homme, pp.13-97.

FERNALD, Alexander et al. (2007): «Hydrologic, Riparian, and Agroecosystem Functions of Traditional Acequia Irrigation Systems», *Journal of*

- Sustainable Agriculture* 30(2), pp. 147-171. DOI: 10.1300/J064v30n02_13.
- FLORIN, Anaïs (2023): *Ahora o nunca. Prácticas artísticas contextuales en torno a la defensa de l'horta y su memoria*, tesis doctoral dirigida por los doctores Juan Bautista Peiró López y María José Miquel Bartual, València, Universitat Politècnica de València. DOI: 10.4995/Thesis/10251/192824.
- FURIÓ, Antoni (2015): «I paesaggi dell'acqua nella Spagna mediterranea: le huertas e l'agricoltura irrigua», en *I paesaggi agrari d'Europa* (secoli XIII-XV), Roma, Viella, pp. 323-384.
- GARCÍA GÓMEZ, Javier (1979). *La contaminación en las acequias de la Huerta de Valencia*, València, Del Cenia al Segura.
- GARCÍA, Clara y Gregorio CANALES (2015): *La Huerta de Orihuela en el Bajo Segura. Elementos funcionales en la configuración del paisaje*, Alicante, Universidad de Alicante, en línea: <<http://hdl.handle.net/10045/52734>> (consulta: 20/1/2025).
- GARCÍA, Clara y Gregorio CANALES (2018): *La Vega Baja del Segura, una Huerta sitiada. La transformación del territorio*, Alicante, Universidad de Alicante <<http://hdl.handle.net/10045/88415>> (consulta: 20/1/2025).
- GARCIA, Ernest (comp.) (1999): *Els valors de La Punta: 18 arguments en defensa de l'horta*, València, Universitat de València.
- GIL OLCINA, Antonio (2012): «Patrimonio hidráulico», en Carlos Barciela, Inmaculada López y Joaquín Melgarejo (coords.), *Los bienes culturales y su aportación al desarrollo sostenible*, Alicante, Universidad de Alicante, pp. 343-358.
- GLICK, Thomas F. (1970): *Irrigation and Society in Medieval Valencia*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, en línea: <<https://libro.uca.edu/irrigation/irrigation.htm>> (consulta: 20/1/2025).
- GLICK, Thomas F.; Enric GUINOT y Luis Pablo MARTÍNEZ (eds.) (2000): *Els molins hidràulics valencians. Tecnologia, història i context social*, València, Diputació Provincial de València.
- GONZÁLEZ, Pablo J. et al. (2012): «The 2011 Lorca earthquake slip distribution controlled by groundwater crustal unloading», *Nature Geoscience* 5, pp. 821-825. DOI: 10.1038/ngeo1610.
- GUINOT, Enric (2005): «L'horta de València, la fi d'un patrimoni històric», *L'Espill* 20, pp. 162-175, en línea: <<https://roderic.uv.es/items/31ea5143->

fc81-48a8-8410-2543f6e6ab6c/full» (consulta: 20/1/2025).

GUINOT, Enric (2024): «Continuidad y cambio en los espacios irrigados (huertas) de la Valencia medieval (siglos VIII-XV)», *Agua y Territorio* 24, pp. 25-42. DOI: 10.17561. DOI: · DOI 10.17561/at.24.9017.

GUINOT, Enric (coord.) (1999): *La Real Acequia de Moncada*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 1).

GUINOT, Enric (dir.) (2000): *La Acequia Real del Júcar*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 2).

GUINOT, Enric y Sergi SELMA (2002): *Las acequias de la Plana de Castellón*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 3).

GUINOT, Enric y Sergi SELMA (2003): *Les séquies d'Elx i Crevillent*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 4).

GUINOT, Enric y Sergi SELMA (2005): *Les Séquies de l'Horta Nord*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 6).

GUINOT, Enric y Sergi SELMA (2006): *Els regs del canal Xúquer-Túria*, València, Generalitat Valenciana (col. Camins d'Aigua, 5).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2002): *El patrimonio del agua en el Valle de Ayora-Cofrentes*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 1).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2003): *Los sistemas de regadío en La Costera. Paisaje y Patrimonio*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 2).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2004): *La Arquitectura del Agua en el Riu Magre, Alcalans-Marquesat*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 3).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2005): *El regadío histórico en la comarca de Requena-Utiel. Geografía y Patrimonio*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 4).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2005): *Los Riegos de la Safor y la Valldigna. Agua, territorio y tradición*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 5).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2006): *Las Riberas del Xúquer: Paisajes y Patrimonio Valencianos*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 7).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2006): *Los paisajes de Regadío en el Alto Pa-lancia. Sistemas y elementos hidráulicos*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 6).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2007): *El patrimonio hidráulico del Bajo Turia: L'Horta de València*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 9).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2007): *Los regadíos tradicionales del Vina-lopó (Alto y Medio)*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 8).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2008): *Las vegas tradicionales del Alto Turia. Sistemas y paisajes de Regadío*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 10).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2009): *Los regadíos históricos del Baix Mi-llars-La Plana: un patrimonio paisajístico en transformación*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 12).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2009): *Los regadíos históricos del Túria Medio. La Serranía y el Camp de Túria*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 11).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2011): *Los regadíos tradicionales de la Marina Alta: las cuencas de los Ríos Girona y Gorgos*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 13).

HERMOSILLA, Jorge (coord.) (2015): *Los regadíos tradicionales de la Ma-rina Baixa: la cuenca del Río Amadorio*, València, Generalitat Valenciana (Colección Regadíos Históricos Valencianos, 14).

HERMOSILLA, Jorge (dir.) (2010): *Los regadíos históricos españoles, paisajes culturales, paisajes sostenibles*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

HERMOSILLA, Jorge y Teodoro ESTRELA (dirs.) (2018): *Evaluación pa-trimonia l de azudes en la demarcación hidrográfica del Júcar*, València, Tirant lo Blanch.

HERMOSILLA, Jorge; Sandra MAYORDOMO y Teodoro ESTRELA (dirs.) (2016): *Sistema metodológico de evaluación del patrimonio hidráulico*, València, Tirant lo Blanch.

HOOGESTEGE R, Jaime et al. (2023): «Imaginaries and the Commons: Insights From Irrigation Modernization in Valencia, Spain», *International*

Journal of the Commons 17(1), pp. 109-124. DOI: 10.5334/jjc.1216.

LAMADRID, Enrique y José A. RIVERA (eds.) (2023): *Water for the people. The Acequia Heritage of New Mexico in a Global Context*, Albuquerque, University of New Mexico Press.

LLOPIS, Enric (2016): *La batalla de l'Horta. Cinc dècades de resistència silenciada*, Carcaixent, Sembra Llibres.

LLORIA, Reis y Sergi Selma (2014): «Aigua, irrigació, hortes i patrimoni al territori valencià», *Millars: Espai i història* 37, pp. 17-34. DOI: 10.6035/Millars.2014.37.2.

LÓPEZ BRAVO, Carlos (1999): *El patrimonio cultural en el sistema de derechos fundamentales*, Sevilla, Universidad de Sevilla.

MAASS, Arthur y Raymond L. ANDERSON (1978): *...And the Desert Shall Rejoice: Conflict, Growth, and Justice in Arid Environments*, Cambridge (Mass.), M.I.T. Press.

MARCO, Juan A.; Pablo GIMÉNEZ y Antonio PRIETO (2021): «Aprovechamiento tradicional de las aguas de avenida y transformaciones de los sistemas fluviales del sureste de la península ibérica: la rambla de Abanilla-Benferri», *Cuadernos de Geografía* 107, pp. 149-174.

MARCO, Juan B.; Joan F. MATEU y Joan ROMERO (1994): *Regadíos históricos valencianos. Propuestas de rehabilitación*, Valencia, Generalitat Valenciana.

MÁRQUEZ, Juan Carlos; Rosario NAVALÓN y J. Leonardo SOLER (eds.) (2018): *El mundo del agua, paisaje de vida: Patrimonio Histórico-Cultural del Vinalopó*, Elda, Ayuntamiento de Elda, en línea: <<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/132846>> (consulta: 20/1/2025).

MARQUIEGUI, Ágata (2013): *El patrimonio hidráulico de la provincia de Alicante: catálogo ilustrado de mil quinientas obras y actuaciones*, Alicante, Diputación Provincial de Alicante (3 vols.).

MARTÍ, Pablo y Clara GARCÍA-MAYOR (2020): The Huerta Agricultural Landscape in the Spanish Mediterranean Arc: One Landscape, Two Perspectives, Three Specific Huertas, *Land* 9(11), 460. DOI: 10.3390/land9110460.

MARTÍN CANTARINO, Carlos (2023): «La evaluación de impacto ambiental de proyectos hidráulicos ¿lo estamos haciendo bien?», en Joaquín Melgarejo, María Inmaculada López y Patricia Fernández (coords.), *Se-*

guridad Hídrica: V Congreso Nacional del Agua. Libro de actas, Alicante, Universidad de Alicante, pp. 677-693, en línea: <<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/137228>> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍN CANTARINO, Carlos (2024): «Agua, agricultura, alimentación y medio ambiente: el papel del regadío en los valores ecológicos y gastronómicos del Campo de Elche y sus potencialidades de futuro», en Joaquín Melgarejo, María Inmaculada López y Patricia Fernández (coords.), *Agua, Agricultura y Alimentación*, Alicante, Universidad de Alicante, pp. 799-813, en línea: <<https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/147364>> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍN CANTARINO, Carlos y Margarita GUILLÓ (2010): «El Manifest de Guardamar: una crida pel futur del nostre sistema de regadiu i els seus valors culturals, socioeconòmics i ambientals», *La Rella: anuari de L'Institut d'Estudis Comarcals del Baix Vinalopó* 23, pp. 319-324, en línea: <<https://www.raco.cat/index.php/Rella/article/view/218536>> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍN CIVANTOS, José María et al. (2023): «Ancestral Integrated Water Management Systems as Adaptation Tools for Climate Change: The “Acequias De Careo” and Historical Water Management of the Mecina River in Sierra Nevada (Granada, Spain)», *Conservation and Management of Archaeological Sites* 25(1-3), pp. 7-29. DOI: 10.1080/13505033.2023.2293345.

MARTÍNEZ-SANMARTÍN, Luis Pablo (2003): «La cultura del agua, puente entre el viejo y el nuevo mundo», en Edgar Tavares (ed.): *El patrimonio Cultural y Natural de Iberoamérica, Canadá y Estados Unidos* Santiago de Querétaro, México. Diciembre 12-16, 2003, México, ICOMOS / CONACULTA-INAH, pp. 123-129 (Monuments and Sites, IX), en línea: <openarchive.icomos.org/id/eprint/2957/1/K649-Monuments_and_Sites-v09-2004.pdf> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍNEZ-SANMARTÍN, Luis Pablo (2008): «El valor patrimonial universal dels regadius històrics valencians: el Palmeral i la Séquia Major d'Elx», *Tractat de l'aigua. Revista valenciana interdisciplinària de l'aigua* 1, pp. 72-82, en línea: <<https://www.yumpu.com/es/document/read/13702570/untitled-tractat-de-laigua>> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍNEZ-SANMARTÍN, Luis Pablo (2009): «Les séquies valencianes. Un patrimoni a preservar», en Vicent Berenguer y María Ángeles Calabuig (coords.), *Les séquies de Banyeres de Mariola. Arquitectura de l'Aigua*,

Banyeres de Mariola, Ajuntament de Banyeres de Mariola, pp. 71-78, en línea: <https://www.museuvalenciadelpaper.com/2-Les_sequies.pdf> (consulta: 20/1/2025).

MARTÍNEZ-SANMARTÍN, Luis Pablo (2022): «Aproximación al análisis comparado de las medidas de salvaguardia del PCI en la legislación autonómica española», en Gema Carrera (coord.): *La salvaguarda del patrimonio inmaterial como acuerdo social: propuesta metodológica para la elaboración de planes colaborativos de salvaguarda del PCI*. Sevilla: IAPH, pp. 150-170.

MARZAL, Reyes (dir.) (2019): *El suelo rural periurbano: estudio del caso: L'horta de València*, Cizur Menor, Thomson Reuters Aranzadi.

MATA, Rafael y Santiago FERNÁNDEZ (2010): «Paisajes y patrimonios culturales del agua. La salvaguarda del valor patrimonial de los regadíos tradicionales», *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* XIV(337), en línea: <<https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-337.htm>> (consulta: 20/1/2025).

MAYORDOMO, Sandra y Jorge HERMOSILLA (2022). «Evaluation of Landscape Quality in Valencia's Agricultural Gardens—A Method Adapted to Multifunctional, Territorialized Agrifood Systems (MTAS)», *Land* 11(3), 398. DOI: 10.3390/land11030398.

MEDINA DEL CERRO, Leopoldo (2012): «Una historia aleccionadora: obras en el azud de la Marquesa (Cullera, Comunidad Valenciana)», *Molinum* 31, pp. 25-34 <<https://molinosacem.com/wp-content/uploads/2012/05/31-MOLINUM-n%C2%BA-31-MAR-ABR.2012.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

MELGAREJO, Joaquín (2015): *Los pantanos de época moderna de la provincia de Alicante*, Elche, Diputación de Alicante / Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales.

MILLÁN MUÑOZ, Millán (2002): *El cambio climático, procesos y efectos en la cuenca mediterránea-Comunidad Valenciana*, en línea: <<https://www.divulgameteo.es/uploads/CC-Mill%C3%A1n-Mill%C3%A1n.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

MILLÁN MUÑOZ, Millán (2010): «Sequía en el Mediterráneo e inundaciones en el Reino Unido y Centroeuropa: cosas que los modelos climáticos globales no ven del ciclo hídrico en Europa, y por qué», *Cuides. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible* Extra 1, pp. 7-100.

MILLÁN MUÑOZ, Millán (2014): «Extreme hydrometeorological events and climate change predictions in Europe», *Journal of Hydrology* 518, pp. 206-224. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2013.12.041.

MIRALLES, Josep Lluís (2023): «Challenges and Opportunities in Managing Peri-Urban Agriculture: A Case Study of L'Horta de València, Spain», *International Journal of Environmental Impacts*, 3(6), 89-99. DOI: 10.18280/ijei.060301.

OSTROM, Elinor (1990): *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, New York, Cambridge University Press.

OYONARTE, N. A., et al. (2022): «Revisiting irrigation efficiency before restoring ancient irrigation canals in multi-functional, nature-based water systems». *Agricultural Systems* 203. DOI: 10.1016/j.agsy.2022.103513.

PAUSAS, Juli G., MILLÁN MUÑOZ, Millán (2019): «Greening and Browning in a Climate Change Hotspot: The Mediterranean Basin», *BioScience* 69, pp. 143-151. DOI: 10.1093/biosci/biy157.

PERIS ALBENTOSA, Tomàs (2020): *Enciclopèdia del Regadiu Historic Valencià. Infraestructures Hidràuliques i Distribució de l'Aigua*, València, Generalitat Valenciana / Càtedra Demetrio Ribes / Acadèmia Valenciana de la Llengua.

PERIS ALBENTOSA, Tomàs (2020): *Rasgos Institucionales de las Entidades de Riego Valencianas (siglos XIII-XIX)*, València, Generalitat Valenciana / Càtedra Demetrio Ribes, 2 vols.

POBLADOR, Noemí; Carles SANCHIS y Marcel KUPER, M. (2021): «The landing of parachuted technology: Appropriation of centralised drip irrigation systems by irrigation communities in the region of Valencia (Spain)», *Water Alternatives* 14(1), pp. 228-247. WOSUID: WOS:000616338400013.

POOL, Sandra et al. (2021): «From Flood to Drip Irrigation Under Climate Change: Impacts on Evapotranspiration and Groundwater Recharge in the Mediterranean Region of Valencia (Spain)», *Earth's Future* 9(5). DOI: 10.1029/2020EF001859.

RAHEEM, Nejem et al. (2015): «A framework for assessing ecosystem services in acequia irrigation communities of the Upper Río Grande watershed». *WIREs Water*. DOI: 10.1002/wat2.1091.

REY AYNAT, Miguel del (1998): *Arquitectura rural valenciana. Tipos de casas*

- dispersas y análisis de su arquitectura*, València, Generalitat Valenciana.
- REY AYNAT, Miguel del et al. (2003): *Alqueries. Paisatges i arquitectura en l'Horta*, València, Consell Valencià de Cultura.
- RIVERA, José A. (1998). *Acequia Culture. Water, Land, And Community in the Southwest*. Albuquerque (NM): University of New Mexico Press.
- ROMERO, Joan y Carme MELO (2015): «Spanish Mediterranean Huertas: theory and reality in the planning and management of peri-urban agricultural and cultural landscapes», *WIT Transactions on Ecology and The Environment* 193. DOI: 10.2495/SDP150501.
- ROMERO, Joan y Miquel FRANCÉS (2012): *La Huerta de Valencia: Un paisaje cultural con futuro incierto*, València, Publicacions de la Universitat de València.
- ROSENBERG, Adrienne (ed.) (2020): *Acequias of the Southwestern United States: Elements of Resilience in a Coupled Natural and Human System*, New Mexico State University (Research Report 796), en línea: <<https://pubs.nmsu.edu/acequias>> (consulta: 20/1/2025).
- RUIZ-RUIZ, José Francisco y José María MARTÍN CIVANTOS (2017): «La gestión comunitaria del agua en la cara norte de Sierra Nevada: Acción colectiva y saberes etnoecológicos en los sistemas de riego de origen andalusí», *erph_ : revista electrónica de patrimonio histórico* 20, pp. 76-103. DOI: 10.30827/erph.20.2017.6292.
- SÁEZ DE CÁMARA, Estíbaliz et al. (2011): «Water vapour accumulation mechanisms in the Western Mediterranean Basin and the development of European extreme rainfalls», *Tethys. Journal of Mediterranean Meteorology & Climatology* 8(1), pp. 101-117. DOI: 10.3369/TETHYS.2011.8.10.
- SALVADOR PALOMO, Pedro (1994): *Seminario Internacional sobre la Huerta de Valencia*, València, Ayuntamiento de València.
- SANCHIS, Carles, et al. (2021): «Irrigation Post-Modernization. Farmers Envisioning Irrigation Policy in the Region of Valencia», *Agriculture* 11(317). DOI: 10.3390/agriculture11040317.
- SANCHIS, Carles, Jorge HERMOSILLA y Emilio IRANZO (2004): «Entorn al patrimoni hidràulic del regadiu històric valencià». *Saitabi: revista de la Facultat de Geografia i Història* 54, pp. 223-236, en línea: <<https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/4914c442-3a22-4d9c-ae88-d578dce->

8dd95/content> (consulta: 20/1/2025).

SANCHIS, Carles, Marta GARCÍA y Llorens AVELLÀ (2016): «Las políticas de implantación del riego localizado. Efectos en las entidades de riego de la Comunitat Valenciana», *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 72, pp. 9-35. DOI: 10.21138/bage.2330.

SANCHIS, Carles, Rutgerd BOELEN y Marta GARCÍA, M. (2017): «Collective irrigation reloaded. Re-collection and re-moralization of water management after privatization in Spain», *Geoforum* 87, pp. 38-47. DOI: 10.1016/j.geoforum.2017.10.002.

SANCHIS, Carles; Guillermo PALAU, Ignasi MANGUE y Luis Pablo MARTÍNEZ (eds.) (2014): *Irrigation, Society and Landscape. Tribute to Thomas F. Glick: proceedings [of the] International Conference, Valencia, September 25th, 26th and 27th, 2014*, València, Universitat Politècnica de València <<http://hdl.handle.net/10251/47675>> (consulta: 20/1/2025).

SANCHIS, Carles; Juan MANZANO y Marta GARCÍA (2024). «Towards a New Efficiency Paradigm for Drip Irrigation? Changes in Water Allocation and Management in Irrigation and Wetland Systems», *Agricultural Systems*, 216. DOI: 10.1016/j.agry.2024.103910.

SANCHIS, Carles; Mar ORTEGA y Marta GARCÍA (2017): «¿Una «bala de plata»? Expansión e interrogantes del riego por goteo», *Mètode* 95, pp. 30-35 <<https://metode.es/revistas-metode/article-revistes/una-bala-de-plata.html>> (consulta: 20/1/2025).

SARABIA, Nancy; Jordi PERIS y Sergio SEGURA (2021): «Transition to agri-food sustainability, assessing accelerators and triggers for transformation: Case study in Valencia, Spain», *Journal of Cleaner Production* 325. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.129228. SORIANO, Víctor (2015): *La Huerta de Valencia. Un paisaje menguante*, Wroclaw: Amazon, 2015.

TRAWICK, Paul; Mar ORTEGA y Guillermo PALAU (2013): «Encounters with the moral economy of water: convergent evolution in Valencia», *WIREs Water* 1(1), pp. 87-110. DOI: 10.1002/wat2.1008.

6.3. Selección de documentación

ACTIVA (2018): «Rojales promueve declarar la huerta del Bajo Segura como Patrimonio de la Humanidad», *Activa Orihuela-Vega Baja*, 02/05/2018, en línea: <<https://activaorihuela.es/rojales-promueve-declarar-la-huerta-del-bajo-segura-como-patrimonio-de-la-humanidad/>> (consulta: 20/1/2025).

AJUNTAMENT DE POTRIES (2018): «Presentació Jornades “Hortes Històriques Valencianes: Patrimoni Viu de la Humanitat”», en línea: <<http://potries.org/wp-content/uploads/2018/05/DOSSIER-PREMSA-JORNADES-HORTES-HISTORIQUES.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

CONSELL VALENCIÀ DE CULTURA (2000): *Dictamen del Consell Valencià de Cultura sobre la conservació de la Huerta de Valencia*, en línea: <<https://cvc.gva.es/archivos/76.especial.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

CONSELL VALENCIÀ DE CULTURA (2007): *Informe sobre el patrimonio hidráulico valenciano*, en línea: <<https://cvc.gva.es/archivos/238.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

FAO (2019): *Historical Irrigation System at l'Horta de València, Spain*, en línea: <<https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/evropa-i-centralnaja-azija/historical-waterscape-of-lhorta-de-valencia/ru/>> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (1994): «Decreto 84/1994, de 26 de abril, del Gobierno Valenciano, por el que se declara bien de interés cultural, con categoría de monumento, el Pantano de Tibi». *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 2268, de 17/05/1994, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/1994/05/17/pdf/1994_831437.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (1998): *Ley 4/1998, de 11 de junio, de la Generalitat Valencina, del Patrimonio Cultural Valenciano* <<https://www.boe.es/eli/es-vc/l/1998/06/11/4/con>> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2004): «Decreto 159/2004, de 3 de septiembre, del Consell de la Generalitat, por el que se declara bien de interés cultural, con la categoría de monumento, el acueducto de Peña Cortada de Tuéjar, Chelva, Calles y Domeño». *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 4837, de 08/09/2004 <https://dogv.gva.es/datos/2004/09/08/pdf/2004_9058.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2005): «Decreto 53/2005, de 11 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el acueducto Los Arcos, en el término municipal de Alpuente». *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 4968, de 17/03/2005, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2005/03/17/pdf/2005_2958.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2006): «Decreto 133/2006, de 29 de septiembre, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el tramo histórico de la acequia de Mislata en Quart de Poblet». *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 5359, de 03/10/2006, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2006/10/03/pdf/2006_11254.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2006): «Decreto 148/2006, de 6 de octubre, del Consell, por el que se declaran Bienes de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, los Azudes de las Acequias del Tribunal de las Aguas de Valencia y de la Real Acequia de Moncada, situados en Valencia, Paterna, Quart de Poblet y Manises, así como se declara el Conjunto Histórico que forman los mismos», *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 5368, de 17/10/2006, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2006/10/17/pdf/2006_11675.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2006): «Decreto 190/2006, de 22 de diciembre, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el Acueducto de Morella, en la provincia de Castellón», *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana* núm. 5419, de 02/01/2007, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2007/03/28/pdf/2007_3939.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2006): «Decreto 55 /2006, de 28 de abril, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Monumento, el Acueducto Els Arcs de Manises», *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 5252, de 05/05/2006, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2006/05/05/pdf/2006_5050.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2006): «Decreto 73/2006, de 26 de mayo, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural Inmaterial el Tribunal de las Aguas de la Vega de Valencia», *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 5269, de 30/05/2006, en línea: <<https://dogv.gva.es/>

datos/2006/05/30/pdf/2006_6401.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2009): «Decreto 67/2009, de 15 de mayo, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Espacio Etnológico, el Barranco de los Molinos, de Ares del Maestre», *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana* núm. 6016, de 19/05/2009, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2009/05/19/pdf/2009_5538.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2012): «Decreto 168/2012, de 2 de noviembre, del Consell, por el que se declara bien de interés cultural, con la categoría de conjunto histórico, la Villa de Chelva y sus huertas», en Chelva. *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 6896, de 96/11/2012, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2012/11/06/pdf/2012_10230.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2016): «Decreto 22/2016, de 26 de febrero, del Consell, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Espacio Etnológico, la Ruta dels Molins Paperers de Banyeres de Mariola al riu Vinalopó», *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana* núm. 7733, de 03/03/2016, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2016/03/03/pdf/2016_1447.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2021): «Estrategia Valenciana de Regadíos 2020-2040, en línea: <https://portalagrari.gva.es/documents/366567370/368985985/Estrategia_Valenciana_Regadios_2020-2040.pdf/a3200cf1-01a7-7176-6c94-a244d163e615?t=1672908096950> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2021): *Ley 6/2021, de 12 de noviembre, de protección y promoción del palmeral de Elche* <<https://dogv.gva.es/es/eli/es-vc/l/2021/11/12/6/dof/spa/html>> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2022): «Resolución de 15 de febrero de 2022, de la Conselleria de Educación, Cultura y Deporte, por la que se declara bien de relevancia local inmaterial el Tribunal del Comuner del Rollet de Gràcia de la Huerta de Aldaia», *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 9284, de 23/02/2022, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2022/02/23/pdf/2022_1257.pdf> (consulta: 20/1/2025).

GENERALITAT VALENCIANA (2023): «Decreto 199/2023, de 14 de noviembre, del Consell, por el que se declaran bien de interés cultural, con la

categoría de monumento, los azudes de Mutxamel y de Sant Joan del término municipal de Mutxamel», *Diari Oficial de la Comunitat Valenciana* núm. 9727, de 17/11/2023, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2023/11/17/pdf/2023_11456.pdf>

GENERALITAT VALENCIANA (2025): «Decreto 23/2025, de 11 de febrero, del Consell, para la declaración de bien de interés cultural, con la categoría de bien inmaterial, del Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela y pueblos de su marco », *Diari Oficial de la Generalitat Valenciana* núm. 10046, de 13/02/2025, en línea: <https://dogv.gva.es/datos/2025/02/13/pdf/2025_2406_es.pdf> (consulta: 12/02/2025).

INIESTA, I. J. (2017): «El milenario regadío de Orihuela es la apuesta de los técnicos como Patrimonio de la Humanidad», *Información*, 09/04/2017, en línea: <<https://www.informacion.es/vega-baja/2017/04/09/milenario-regadio-orihuela-apuesta-tecnicos-6156978.html>> (consulta: 20/1/2025).

JEFATURA DEL ESTADO (2006), «Instrumento de Ratificación de la Convención para la salvaguardia del Patrimonio cultural inmaterial, hecho en París el 3 de noviembre de 2003», *Boletín oficial del Estado* núm. 31, de 05/02/2007, en línea: <<https://www.boe.es/boe/dias/2007/02/05/pdfs/A05242-05248.pdf>> (consulta: 20/1/2025).

JEFATURA DEL ESTADO (2021): *Ley Orgánica 10/2021, de 14 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 6/1985, de 1 de julio, del Poder Judicial, para reconocer el carácter de tribunal consuetudinario y tradicional al Juzgado Privativo de Aguas de Orihuela (Alicante/Alacant) y Pueblos de su Marco y al Tribunal del Comuner del Rollet de Gràcia de l'Horta d'Aldaia* <<https://www.boe.es/eli/es/lo/2021/12/14/10/con>> (consulta: 20/1/2025).

MÉHEUT, C. (2023): «Facing a Future of Drought, Spain Turns to Medieval Solutions and 'Ancient Wisdom'. *The New York Times*» (publicado el 19/07/ 2023; actualizado el 20/07/ 2023), en línea: <<https://www.nytimes.com/2023/07/19/world/europe/spain-drought-acequias.html>> (consulta: 20/1/2025).

MEMOLab (2022): *Argumentario para la defensa del regadío histórico y tradicional*, en línea: <<https://regadiohistorico.es/argumentario>> (consulta: 20/1/2025).

PER L'HORTA (2004): *La Universitat de València aprova un dictamen sobre la conservació de l'Horta*, 27/10/2004, en línea: <<https://perlhorta>.

info/2004/10/27/la-universitat-de-valencia-aprova-un-dictamen-sobre-la-conservacio-de-lhorta/> (consulta: 20/1/2025).

UNESCO (2000): *Palmeral de Elche*, en línea: <<https://whc.unesco.org/es/list/930>> (consulta: 20/1/2025).

UNESCO (2009): *Irrigators' tribunals of the Spanish Mediterranean coast: the Council of Wise Men of the plain of Murcia and the Water Tribunal of the plain of Valencia*, en línea: <<https://ich.unesco.org/en/RL/irrigators-tribunals-of-the-spanish-mediterranean-coast-the-council-of-wise-men-of-the-plain-of-murcia-and-the-water-tribunal-of-the-plain-of-valencia-00171>> (consulta: 20/1/2025).

UNESCO (2023): *Traditional irrigation: knowledge, technique, and organization*, en línea: <<https://ich.unesco.org/en/RL/traditional-irrigation-knowledge-technique-and-organization-01979>> (consulta: 20/1/2025).

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA (2019): *El Tribunal de las Aguas y l'Horta de València protagonizan el último seminario de la Conferencia Internacional de Museos del Agua*, en línea: <<https://www.uv.es/uvweb/uvsociedad/es/uvsociedad/-tribunal-aguas-horta-valencia-protagonizan-ultimo-seminario-conferencia-internacional-museos-del-agua-1285875118019/Novetat.html?id=1286081793911>> (consulta: 20/1/2025).

