

INFORME DIVULGATIVO

ESTUDIO SOBRE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS DE REUTILIZACIÓN DEL AGUA Y SU IMPACTO EN LA COMPETITIVIDAD DE LOS SECTORES PRODUCTIVOS CLAVE DE LA COMUNIDAD VALENCIANA

Francesc Hernández Sancho
Agueda Bellver Domingo
Lledó Castellet Viciano



Càtedra de
Transformació del
Model Econòmic
Economia Circular
en el Sector de l'Aigua



**GENERALITAT
VALENCIANA**

Conselleria de Hacienda y Economía



UNIVERSITAT
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÉCNICA
DE VALÈNCIA



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



UNIVERSITAT
JAUME I



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

RESUMEN

El crecimiento de la población mundial ha supuesto un aumento en la demanda de agua, lo que amenaza el equilibrio hídrico del ecosistema y eleva el volumen de aguas residuales generadas.

Se requiere una mejora de los procesos de tratamiento de aguas residuales para minimizar el impacto ambiental y asegurar el buen estado de las masas de agua, siendo las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDARs) infraestructuras urbanas clave para este objetivo.

El incremento de volumen de agua residual, sumado a la mayor exigencia en los criterios de calidad en las normativas europeas, ha provocado un aumento significativo del número de EDARs en las últimas décadas. Las directivas clave en esta materia son la Directiva 91/271/CEE, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, y la Directiva 2000/60/CE (Directiva Marco del Agua).

La Directiva 91/271/CEE exige la instalación de tecnologías de recolección y tratamiento en aglomeraciones urbanas, con criterios de calidad más estrictos cerca de zonas sensibles. Gracias a esta implementación, el número de pequeñas EDARs se ha incrementado significativamente, y aglomeraciones de entre 2.000 y 10.000 habitantes equivalentes (h.e.) deben instalar colectores y EDARs con tratamiento secundario.

La Directiva 2000/60/CE supuso una importante reforma legal al integrar el análisis económico en la gestión del ciclo del agua, buscando conservar los ecosistemas hídricos y garantizar un uso sostenible de los caudales.

Más recientemente, la Directiva (UE) 2024/3019 refuerza los criterios de calidad y amplía la obligación de disponer de sistemas adecuados de tratamiento a municipios de más de 1.000 h.e.. Esta nueva norma pone un énfasis especial en la necesidad de promover e implementar sistemas de reutilización del agua, siendo reconocidos como un componente esencial para la gestión sostenible y el avance hacia una economía circular.

La directiva insiste en que los Estados miembros deben impulsar de forma sistemática el uso de aguas residuales tratadas en condiciones de viabilidad, particularmente en regiones sometidas a estrés hídrico.

IMPORTANCIA DE PROMOVER LOS PROYECTOS DE REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN EL ACTUAL CONTEXTO ECONÓMICO, AMBIENTAL Y SOCIAL

El agua es un recurso esencial cuya gestión eficiente es fundamental para el crecimiento y desarrollo sostenible. Su escasez, exacerbada por el crecimiento poblacional (siendo la agricultura responsable del 71% del consumo global), limita gravemente las actividades socioeconómicas.

El principal desafío que debe ser afrontado es el estrés hídrico, presente en todos los continentes. Este fenómeno se debe tanto a la escasez natural (variaciones del ciclo hidrológico) como a la carencia de infraestructura para acceso y distribución, afectando a aproximadamente 1.6 mil millones de personas.

La reutilización del agua se ha consolidado como una alternativa viable para enfrentar la escasez, ya que el uso de fuentes no convencionales reduce la presión sobre las masas de agua tradicionales.

El objetivo es transformar las plantas de tratamiento de aguas residuales en nuevas fuentes de suministro hídrico capaz de producir agua de alta calidad para satisfacer las demandas agrícolas, industriales y ambientales.

Los proyectos de reutilización de agua son una aplicación práctica del modelo de economía circular. Transforman lo que se considera un desecho (aguas residuales) en un recurso valioso, garantizando un suministro alternativo y confiable para usos como el riego agrícola o procesos industriales.

Un beneficio fundamental de la reutilización es la reducción del impacto ambiental al disminuir la descarga de efluentes contaminantes en las masas de agua, preservando su calidad y minimizando los efectos negativos sobre los ecosistemas.

Los proyectos de reutilización cierran el ciclo del uso del recurso hídrico, promoviendo los principios de la economía circular al reducir la generación de residuos y fomentar un uso más eficiente de los recursos naturales. A pesar de sus beneficios, la implementación de proyectos circulares se ve obstaculizada por una serie de **barreras**:

- **Sociales:** Vinculadas a la falta de información y la persistencia de modelos tradicionales.
- **Políticas y normativas:** Derivadas de la fragmentación institucional y la dispersión de competencias.
- **Tecnológicas y económicas:** Aunque la tecnología necesaria existe, el principal obstáculo es de carácter económico debido a las altas inversiones requeridas por estos sistemas.

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS POSITIVOS DE LA REUTILIZACIÓN SOBRE LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS: PROPUESTA DE INDICADORES

La integración de soluciones tecnológicas avanzadas para la regeneración del agua contribuye a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos optimizando su distribución y reduciendo el impacto ambiental en situaciones de escasez. Además, la implementación de estas tecnologías contribuye a la eficacia de las políticas hídricas, permitiendo a gobiernos y empresas alcanzar sus objetivos de sostenibilidad fomentando la confianza y la participación ciudadana en los procesos de reutilización y recuperación del agua.

La **ecoinnovación** se define como una estrategia que busca integrar la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor de un producto o servicio, mejorando la eficiencia global de la empresa y aumentando su competitividad.

La ecoinnovación genera una doble externalidad positiva: mejora los procesos productivos y produce beneficios ambientales perceptibles para la sociedad.

Los **factores que impulsan la ecoinnovación** como modelo de negocio son:

- **Factores a nivel macro:** Decisiones políticas y regulaciones ambientales (ej. normativas de producción o gestión de residuos).
- **Factores a nivel intermedio:** Dinámica del mercado, como la demanda de los consumidores o la presión de grupos de interés, que pueden convertir la ecoinnovación en una ventaja competitiva.
- **Factores a nivel micro:** Capacidad interna de la empresa, incluyendo la disponibilidad de conocimiento técnico y la implementación de sistemas de gestión ambiental.

Se espera que las empresas asuman un papel activo frente a los desafíos ambientales, pasando de solo cumplir con los requisitos legales a su integración dentro de una estrategia competitiva e incluso como un reflejo de sus valores éticos.

La economía circular aplicada a la reutilización del agua ofrece ventajas en:

- la mejora de la eficiencia productiva,
- la maximización del uso de materias primas y
- la valorización de los flujos de subproductos.

La implementación de estrategias de economía circular basadas en la reutilización y el reciclaje:

- prolonga la vida útil de los materiales
- resulta en un modelo más eficiente y sostenible y
- genera una reducción en los costes operativos de las empresas debido al menor consumo de materias primas y al ahorro en la gestión de residuos.

La implementación de estas prácticas confiere una ventaja competitiva, ya que los actores del mercado valoran cada vez más las iniciativas sostenibles. Por lo tanto, es crucial evaluar y crear **indicadores** para medir el grado de circularidad. Los indicadores de economía circular deben ser representativos de la viabilidad técnica y la sostenibilidad económica y ambiental de cualquier proyecto.

LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN PEQUEÑAS POBLACIONES: IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LOS PROCESOS DE TOMA DE DECISIÓN

Desde un punto de vista tecnológico, la regeneración del agua puede ser realizada tanto con **tratamientos intensivos** (coagulación, adsorción, membranas, tratamiento iónico, entre otros) como con **tratamientos extensivos** (humedales artificiales). La diferencia principal entre ambos radica en los equipos utilizados y en el consumo energético requerido, más bajo en el segundo caso. De hecho, **los humedales artificiales poseen una menor tecnificación y un reducido consumo energético, siendo comúnmente utilizados para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas comunidades,** pero también como tratamiento terciario ya que permiten alcanzar buenos niveles de calidad en el efluente.

El potencial de los humedales artificiales como tecnología de tratamiento terciario es muy elevado. Además, contribuyen a la conservación de la flora y la fauna ya que actúan como hábitat, generando un beneficio social y ambiental directo en su área de influencia. Más concretamente, estos sistemas han demostrado ventajas en términos de estética, menor consumo de energía y bajos costes de inversión y operación.

Los humedales artificiales se convierten en una opción de tratamiento terciario del agua residual en pequeñas poblaciones debido a su versatilidad y adaptabilidad al territorio. Esto genera una serie de impactos sociales y ambientales que deben ser debidamente identificados con el fin de promover la reutilización del agua regenerada. Además, este tipo de tratamiento fomenta la economía circular en pequeñas poblaciones donde, actualmente, no se están implementando acciones de mejora de la calidad del agua ni proyectos de reutilización.

ESCALAR LA REUTILIZACIÓN DEL AGUA PARA ADAPTARLA A LAS NECESIDADES DEL TERRITORIO

La puesta en marcha de proyectos de reutilización de agua constituye un referente fundamental para consolidar prácticas sostenibles en la gestión hídrica. En este proceso, **la transferibilidad y la replicabilidad emergen como factores decisivos para ampliar el impacto de estas iniciativas y facilitar su integración en modelos de economía circular.** En sectores con alta demanda de agua o en territorios marcados por la escasez, disponer de soluciones que puedan adaptarse y reproducirse en diversos contextos resulta indispensable.

La replicabilidad de los proyectos de reutilización de aguas residuales representa un eje estratégico para impulsar modelos de gestión hídrica más eficientes y, al mismo tiempo, fortalecer la economía de una región.

Este concepto se refiere a la capacidad de repetir una experiencia en contextos diversos, con distintos actores, sectores o condiciones, demostrando que la solución es robusta, adaptable y útil más allá del entorno en el que fue creada, es decir, promover la reutilización de agua, ampliando su impacto a nuevos territorios e, incluso, con fines distintos a los del proyecto inicial.

El impacto económico de esta replicabilidad es especialmente significativo:

- Interconectar empresas de distintos sectores mediante redes de suministro de agua regenerada fortalece el tejido empresarial regional, reduciendo la dependencia de fuentes externas o de condiciones climáticas cambiantes para la obtención de recursos.
- Aumenta la resiliencia del sistema productivo
- Reduce riesgos asociados a la escasez hídrica
- Promueve la innovación en el uso eficiente del agua y
- Disminuye los costes a largo plazo derivados de la gestión de residuos y del consumo de agua potable.

La transferibilidad supone que los resultados, aprendizajes y conclusiones de un proyecto de reutilización puedan aplicarse a nuevos usuarios, sectores y territorios, incluyendo ámbitos tan relevantes como el abastecimiento y el tratamiento de aguas urbanas. Gracias a ello, los territorios cuentan con herramientas probadas para afrontar presiones crecientes sobre el recurso, fortaleciendo la cohesión y la sostenibilidad de sus sistemas hídricos.

La transferibilidad de proyectos de reutilización de agua permite adaptar tecnologías, metodologías y enfoques a contextos variados, contribuyendo a mejorar la seguridad hídrica, reducir la dependencia de fuentes tradicionales, disminuir impactos ambientales y fortalecer la economía local.

RIESGOS Y DESAFÍOS PARA LA SOSTENIBILIDAD HÍDRICA

La capacidad de adaptar (transferir) y reproducir (replicar) soluciones de regeneración de agua en distintos sectores y regiones permite:

- ampliar el impacto de iniciativas circulares, ofreciendo opciones concretas para diversificar las fuentes de suministro
- reducir la presión sobre los recursos convencionales y
- mitigar los efectos de la escasez.

La dependencia exclusiva de recursos hídricos tradicionales, profundamente vulnerables a la sequía, expone a los territorios a riesgos económicos, ambientales y sociales cada vez mayores:

- aumento del coste del agua
- restricciones severas para la industria y la agricultura
- disminución de la competitividad regional y
- deterioro de los ecosistemas que sostienen la vida y la actividad económica.

Por lo tanto, frente a un escenario climático cada vez más incierto, no actuar implica asumir riesgos crecientes, mientras que promover la replicabilidad y transferibilidad de los proyectos de reutilización ofrece oportunidades reales para avanzar hacia modelos más sostenibles, circulares y resilientes.

La sostenibilidad hídrica dependerá, en gran medida, de la capacidad de los territorios para adoptar estas soluciones de manera ágil, coordinada y a escala.

La revalorización del agua depurada proporciona una clara ventaja para el nuevo paradigma socioeconómico y ambiental a corto, medio y largo plazo, diferenciando claramente a aquellas empresas que optan por un uso responsable del agua del resto de empresas de la competencia. Si se logra implementar la economía circular de manera efectiva se consigue una clara ventaja competitiva que permite a las empresas afrontar las fuerzas cambiantes que definen y modifican constantemente el mercado.

Estas medidas no solo ayudarán a mitigar la escasez de agua, sino que también contribuirán a un enfoque más circular y sostenible de la gestión de los recursos hídricos, garantizando la seguridad hídrica a largo plazo.