

## Resumen

### **Hydropower potential for energy recovery in wastewater systems. Assessment methodology and practical application.**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) plantean un llamamiento global para conseguir la sostenibilidad en aspectos esenciales de la vida humana. El actual consumo de energía para el tratamiento de aguas residuales es muy elevado, y las previsiones apuntan a un incremento de la demanda en la próxima década. En este contexto, resulta necesario aplicar la perspectiva de sostenibilidad, para conseguir de forma simultánea todos los ODS. Un desempeño energético más sostenible de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) implica acciones en dos líneas, reducir el consumo, mejorando la eficiencia energética, y generar energías renovables en las EDAR, aumentando su autoabastecimiento energético. Para implantar medidas a corto plazo, es necesario explorar las posibilidades que pueden ofrecer las tecnologías ya maduras, y evaluar su potencial contribución a la descarbonización del sector. La generación de electricidad mediante maquinaria hidráulica aprovechando la energía potencial de los efluentes podría ser una de ellas.

El principal objetivo de esta tesis doctoral consiste en desarrollar una metodología, dirigida a los agentes de gobernanza, para evaluar el potencial de generación de energía hidráulica en EDAR, considerando las tres dimensiones de sostenibilidad. De este modo, poder ilustrar las posibilidades de aplicación de esta tecnología, actualmente poco conocida para el sector, que podría contribuir a una gestión más sostenible de las aguas residuales. Las fases desarrolladas incluyeron:

(i) Contextualización: Se revisó el estado del arte sobre las necesidades energéticas y las tecnologías disponibles en la actualidad para la generación de energía renovable en EDAR. Paralelamente sobre el estado de la tecnología para la recuperación de energía en redes de agua existentes mediante maquinaria hidráulica. Para completar el marco de contextualización, la revisión se amplió con una búsqueda exhaustiva de casos de estudio reales de aplicación de esta tecnología en EDAR. En esta fase se identificaron 49 casos de estudio a nivel mundial, y se analizó su desempeño energético. Los resultados de esta fase en general demostraron que existe una experiencia real en la aplicación práctica de esta tecnología que no se está utilizando para el desarrollo de todo su potencial en este sector.

(ii) Desarrollo de la metodología: Se analizaron las metodologías existentes para evaluación del potencial de esta tecnología, dirigidas a agentes de gobernanza y el resultado se comparó con la información obtenida sobre casos de estudio en la contextualización. Como resultado, durante esta tesis se ha desarrollado una metodología con una nueva perspectiva. En primer lugar, se introduce la necesidad de considerar el nivel al que se produce la toma de decisiones, para adaptar el alcance del estudio. A continuación, la metodología se desarrolla en dos etapas. En la etapa 1 (evaluación técnica) el potencial de generación de energía hidráulica se estima de forma individual para cada EDAR. Se sugiere la necesidad de incluir en el proceso de decisión otras consideraciones, además de la viabilidad económica, que es el único criterio en las metodologías previas. Así, se propone que el límite para determinar la viabilidad se base exclusivamente en criterios técnicos. En la etapa 2 (evaluación global) se propone un método de decisión multicriterio (MCDCA) introduciendo criterios de sostenibilidad.

(iii) Aplicación práctica: La alineación de la metodología con su contexto de aplicación se considera una cuestión clave, de modo que el método propuesto se basa en las directrices del instrumento de gobernanza para aguas residuales en España (Plan DSEAR). Esta fase complementa el estudio con la aplicación de la metodología a un grupo de 186 EDAR de la Comunidad Valenciana (España), que comparten la misma modalidad de financiación. En la etapa 1 se identificaron 34 plantas con potencial técnico, estimando una generación de electricidad de 340,472 kWh/año. Como hallazgo de esta fase se observó la posibilidad de aumentar dicho potencial hasta un 37.5%, en caso de ser viables modificaciones de los puntos de vertido. En la etapa 2 se mostró que, cuando los resultados de la etapa 1 se ponen en el contexto de sostenibilidad, se obtiene una nueva perspectiva. Esta investigación demuestra que, en el marco de los ODS, la recuperación de energía hidráulica del agua residual podría ser una opción más en la descarbonización de este sector. Tomando como base esta propuesta, agentes de gobernanza para la gestión de aguas residuales en otro contexto podrían desarrollar metodologías similares adaptadas a su propio entorno.