

Proyecto Fin de Máster
Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Estudio de alternativas en el diseño de una Estación
de Regeneración de Aguas para la demanda hídrica
de uso agrícola y deportiva

Autor: Pablo Espinosa Manjón

Tutor: José Morillo Aguado

Cotutor: Enrique Toro Baptista

Dpto. Ingeniería Química y
Ambiental Escuela Técnica Superior
de Ingeniería Universidad de Sevilla

Sevilla, 2020



En las últimas décadas se ha mostrado una gran preocupación a nivel político, social y científico por la gestión del agua. Tanto es así, que en la Agenda 2030 (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2015) se incluye al agua como uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS (Naciones Unidas, 2015). Concretamente, el ODS 6 “*Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*”, aborda la necesidad de gestionar el agua de manera sostenible, ya que se trata de un recurso fundamental para asegurar la prosperidad a nivel económico, ambiental y social.

Ahora bien, para abordar esta cuestión, se hace necesario comenzar definiendo qué es el agua. Entre las numerosas definiciones que se han realizado de este recurso natural, se puede destacar la siguiente:

El agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y para el ejercicio de la inmensa mayoría de actividades económicas: es irremplazable, no ampliable por la mera voluntad del hombre, irregular en su forma de presentarse en el tiempo y en el espacio, fácilmente vulnerable y susceptible de usos sucesivos. (Ley 29, 1985).

Históricamente, el enclave de la ciudad de Sevilla, situada a las orillas del Guadalquivir, está muy relacionado con el agua y su abundancia. Pero la realidad es muy distinta, ya que las condiciones climáticas de esta región, y su gran irregularidad interanual en el régimen de aportaciones, han derivado en la escasez del recurso hídrico y en la necesidad de la construcción de grandes infraestructuras para obtener un sistema de abastecimiento, a partir de recursos convencionales, estable.

El aumento progresivo de la disponibilidad del recurso hídrico ha ido aumentando en base al crecimiento de la ciudad y de las necesidades de agua potable para la población

y las industrias. Sin embargo, la presión hídrica de estas demandas ha generado situaciones críticas, sobre todo en los períodos de sequía, cuya existencia se produce de forma casi cíclica y dónde hay que recurrir a recursos externos para soportar las demandas. De este modo, una de las metas que se incluye en el ODS 6 de la Agenda 2030, hace referencia, entre otras actividades, a la utilización de las tecnologías de reutilización de agua como soluciones que puedan garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua.

Si se consideran, además, los efectos que el cambio climático tiene de forma directa o indirecta sobre las condiciones climáticas de los entornos: aumento de la temperatura, cambio en los regímenes pluviométricos, etc. se agrava aún más la situación con respecto al agua y su aprovechamiento. En este contexto climático previsto, la gestión del recurso hídrico requiere de medidas medioambientalmente sostenibles, cuyo impacto en el entorno sea el mínimo posible. Las tecnologías de regeneración permiten disponer de recursos hídricos de calidad sin importantes afecciones al medioambiente, salvo aquellas generadas por su implantación. Esta problemática se aborda, nuevamente, desde la Agenda 2030, mediante el ODS 13 *“Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”*, cuyo fin principal es combatir el cambio climático con medidas responsables y solidarias con el medio ambiente.

En base a esta problemática actual y muy probablemente futura, se ha considerado desarrollar este trabajo, cuyo propósito principal es realizar un estudio de alternativas en el diseño de una Estación de Regeneración de Aguas (ERA) para uso agrícola y deportivo, de manera que pueda utilizarse como aportación externa a las aportaciones convencionales, permitiendo derivar parte de la demanda necesaria para estos usos, hacia otros como el abastecimiento a la población. El ámbito donde se ubica esta ERA es el término municipal de Dos Hermanas, concretamente, dentro del complejo de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) El Copero gestionada por la empresa

municipal de aguas “EMASESA Metropolitana”. A continuación, se describen, de forma sucinta, las secciones que componen el trabajo fin de máster:

En primer lugar, se ha realizado un análisis del contexto hídrico presente en España y la Comunidad Autónoma de Andalucía, del cual se destaca la situación de déficit hídrico que sufren algunas zonas del ámbito nacional, debida, en gran medida, a las condiciones climatológicas y orográficas presentes en los entornos.

Tras este análisis, se ha evaluado de manera sucinta la implantación de tecnologías de regeneración tanto en ámbito nacional como europeo, y sus aplicaciones.

En tercer lugar, se ha establecido el marco normativo de regeneración de agua, incluyendo la normativa vigente en ámbito nacional, Real Decreto 1620/2007, cuyo objetivo es establecer el régimen jurídico para la reutilización de aguas depuradas, y la normativa europea reciente, aprobada el 25 de mayo de 2020, Reglamento 2020/741, cuyo objetivo principal es regular las aguas regeneradas para que sean seguras, exclusivamente, para riego agrícola. Para finalizar esta sección, se ha realizado una comparativa entre los criterios que establecen ambas normativas.

En el cuarto apartado, se desarrollan diferentes técnicas de tratamiento utilizadas de forma habitual en regeneración de agua, exponiendo sus ventajas e inconvenientes, así como sus costes y rendimientos estimados.

En el quinto apartado se desarrolla el estudio de alternativas, englobando diferentes puntos relevantes ante tal estudio y que a continuación se enumeran:

En primer lugar, se ha calculado la demanda de riego en el entorno del complejo dónde se ubica la ERA para los usos que se han considerado, es decir el uso agrícola y el uso deportivo. La normativa española incluye en el mismo bloque el riego de campos deportivos y el riego de zonas verdes, por lo que también se ha considerado añadir este.

Los motivos principales por los cuales debe realizarse un estudio de demanda en el entorno de la ubicación de la ERA, y que pueda atender ésta son, en primer lugar, conocer las aplicaciones que tiene o puede llegar a tener el agua regenerada. En segundo lugar, conocer la viabilidad para el desarrollo de infraestructura de transporte y almacenamiento del agua regenerada (cuestión que no se desarrolla en este trabajo) y, en tercer lugar, obtener los valores de caudal medio y caudal punta que permiten dimensionar las líneas de tratamiento.

En segundo lugar, y a partir de los resultados expuestos en el apartado cuarto, se han evaluado tanto el cumplimiento de los requisitos normativos, como los costes, de implantación y explotación, de las diferentes alternativas estudiadas. La primera evaluación se realiza mediante la comparativa entre los criterios normativos establecidos para los usos considerados, y los indicadores de salida de tratamiento de la ERA, obtenidos a partir de los datos de agua de salida de la EDAR, que serán los de entrada de la ERA, a los cuales se les aplican los rendimientos de reducción característicos de cada técnica que compone las diferentes líneas de tratamiento. Para la estimación de costes, a partir de los datos del apartado cuarto y, utilizando el caudal medio anual y el caudal punta mensual, se obtienen los costes de explotación e implantación, respectivamente, de cada línea de tratamiento considerada.

Por último, se ha realizado un análisis multicriterio en base a una fórmula de ponderación que relaciona 6 criterios: cumplimiento de ambas normativas, sencillez, robustez y costes de implantación y explotación de las líneas de tratamiento. Con este análisis, se justifica la elección de una solución a adoptar como línea de tratamiento de regeneración de agua, siendo ésta la que mayor ponderación global obtiene.

Para finalizar, se establecen las conclusiones obtenidas de la realización del trabajo y la bibliografía de referencia utilizada para el desarrollo de este.