

Repensando la estrategia de saneamiento para promover una economía circular: La aproximación holística de Aqualia

Nicolás Morales, José Ramón Vázquez Padín, Eva Martínez, Frank Rogalla

Departamento Innovación y Tecnología, Aqualia

El mundo se enfrenta a un consumo cada vez mayor de agua dulce (cerca de 4000 km³ en 2017¹) y al consiguiente incremento de la producción de aguas residuales. El uso de esta cantidad de agua implica un consumo importante de energía: En España 0,4-1,0 kWh/m³ para el transporte, tratamiento y distribución de agua potable y otros 0,5-0,7 kWh/m³ para el sistema de saneamiento y tratamiento de las aguas residuales² (un 1% del consumo energético nacional es empleado en la desalación y otro 1% en el tratamiento de las aguas residuales)². Sin embargo, el contenido potencial de energía térmica en las aguas residuales urbanas es de aproximadamente 2 kWh/m³, suficiente para alimentar su propio tratamiento.

De forma similar, el incremento de la población mundial (9700 millones en 2050)³ genera un incremento de la demanda de alimentos y, en consecuencia, de los fertilizantes necesarios para su producción, obtenidos a expensas de agotar recursos finitos (roca fosfática) o del uso de gran cantidad de energía (10-15 kWh /kg N_{producido}). Y, sin embargo, las aguas residuales contienen una importante cantidad de nutrientes que necesitan un tratamiento adecuado, con su consiguiente gasto energético, en las EDAR.

Con el objetivo de reducir estos requerimientos energéticos asociados principalmente al uso de procesos de depuración aerobios, y convertir el ciclo integral del agua en un proceso que pueda producir energía, agua y productos valorizables, el departamento de Innovación y Tecnología de Aqualia desarrolla diversos proyectos (Figura 1).



Figura 1. Ciclo integral del agua gestionado por Aqualia, mostrando los puntos de aplicación principal de algunos de los proyectos del departamento de Innovación y Tecnología de Aqualia.

Con el objetivo de alcanzar la autosuficiencia energética de las actuales EDAR a través de diversos proyectos se promueve el desarrollo de EDAR optimizadas, mediante el fomento de procesos más eficientes como: i) el proceso ELAN® (Eliminación Autótrofa de Nitrógeno) que supone un ahorro considerable en las necesidades de aireación y eliminan las necesidades de materia orgánica, aplicado ya a escala real en la línea de lodos y en desarrollo para su aplicación en la línea de aguas (AquELAN®, proyecto JPI Pioneer_STP), ii) el desarrollo de reactores con biomasa granular aerobia (proyecto MEDRAR) que disminuyen las necesidades de espacio en las EDAR, iv) procesos de recuperación de P en forma de estruvita aplicado a corrientes concentradas en las EDAR, v) el fomento de procesos de co-generación a través de la codigestión de residuos agroalimentarios vi) el desarrollo de herramientas TIC para la gestión integral y eficiente de los sistemas de tratamiento con el procesamiento avanzado de datos.

Para la recuperación de energía de las aguas residuales se fomentan los procesos anaerobios, con la apuesta por los sistemas Anaerobios de Membrana (AnMBR), que presentan un balance energético positivo (potencial de producción de energía > 0,1 kWh/m³) y una producción reducida de fango en exceso (50% menos), ocupando un 25% menos de superficie, entre otros beneficios. Adicionalmente, la calidad del efluente generado permite su reutilización y el aprovechamiento de los nutrientes contenidos. Aqualia está operando plantas a escala demostrativa que suponen un avance en la madurez de dicha tecnología, demostrando la viabilidad técnica y económica, tal como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Proyectos con plantas AnMBR en operación por Aqualia

PROYECTO	BESTF2 BIOWAMET	LIFE Memory	H2020 Run4Life	LIFE Methamorphosis
Ubicación	EDAR Bitem, Tarragona	EDAR Alcázar de San Juan, Ciudad Real	Oficinas Porto do Molle, Nigrán, Pontevedra	Ecoparc 2, Montcada i Reixac, Barcelona
Agua residual	Urbana	Urbana (aportes industriales)	Aguas Negras	Fracción líquida de digestato FORM
DQO influente [g/L]	0,62	1,165 ± 0,54	1,49 ± 0,80	26,32 ± 1,42
Temperatura (°C)	10 ... 29	11 ... 30	18 ... 27	35 ± 0,5
Membranas	Sumergidas, fibra hueca	Sumergidas, fibra hueca	Sumergidas, placa plana	Externas, tubulares, poliméricas,
Volumen reacción (m³)	15+8	3 x 0,8 + 34,4	1,3 + 1	42
Superficie filtración (m²)	63	3 x 41	1 x 6,25	5 x 4,1

Una alternativa a los procesos AnMBR se desarrolla en el proyecto LIFE ANSWER en el que se valida el sistema bioelectrogénico de lecho fluidizado patentado por Aqualia en colaboración con la Universidad de Alcalá. Son reactores anaerobios con biomasa electrogénica que eliminan eficazmente y con balance energético positivo la materia orgánica y producen metano e hidrógeno, además de agua para reuso.

En el proyecto H2020 MIDES, se aprovecha el potencial energético del agua residual para optimizar la desalación. Una célula de combustible microbiana aplicada al tratamiento de aguas residuales abastece de energía un sistema de desalación para producir agua potable. En este reactor biológico, las bacterias aprovechan la materia orgánica presente en las aguas residuales para obtener electricidad que, a su vez, permite la migración de sales a través de membranas selectivas y la producción de agua potable. De este modo se obtiene un consumo eléctrico de 0,5 kWh/m³, sensiblemente inferior al requerido en las plantas de ósmosis actuales (3-4 kWh/m³)⁴.

El biogás generado en los procesos anaerobios de las EDAR (≈ 65% CH₄) puede ser enriquecido mediante procesos como el patentado por Aqualia, ABAD Bioenergy® de absorción-adsorción (desarrollado entre otros gracias al proyecto SmartGreenGas), que permite obtener biometano con calidad suficiente para su uso en automoción (> 85% CH₄), fomentando la producción de un carburante renovable que reduce un 80 % las emisiones de gases de efecto invernadero, y más económico, o su inyección directa en la red de gas (> 95% CH₄).

La conversión de las EDAR en bio refinerías es el paso siguiente en el desarrollo, en el que mediante procesos con muy poca demanda energética se trata la contaminación de las aguas residuales y se fomenta la recuperación de recursos y agua. Aqualia ha desarrollado gracias a proyectos como el FP7 ALL-GAS y H2020 Incover un proceso de tratamiento de aguas residuales urbanas basado en la simbiosis microalgas-bacterias cultivadas en raceways que permite la producción de biometano, bioestimulantes, biopesticidas y aditivos alimenticios, así como biofertilizantes y biomasa para acuicultura. En el proyecto H2020 Sabana esta biorefinería se desarrolla a escala industrial mediante el uso de agua marina y nutrientes del agua residual (aguas negras, estiércol porcino...).

Los procesos anteriormente citados se centran, en general, en un concepto de tratamiento lineal y centralizado que dificulta la aplicación de conceptos de economía circular. El agua potable es captada y distribuida en las ciudades y usada para arrastrar los contaminantes, que se recogen mediante largos y costosos sistemas de saneamiento (en España más de 165.000 km, de los cuales el 75% son redes unitarias sin segregación de pluviales y residuales)⁵ y se tratan en una depuradora centralizada. La mezcla y dilución

de corrientes dificulta la aplicación de procesos eficientes y la recuperación de recursos en los sistemas centralizados, limitando la recuperación a menos del 5% y 50% para N y P, respectivamente. El proyecto H2020 Run4Life propone un cambio de concepto para recuperar de manera eficiente energía y nutrientes de las aguas residuales domésticas mediante un tratamiento y recuperación descentralizado en el origen, basado en la segregación de corrientes concentradas: aguas negras (que contienen el 80 % del P, 90 % del N y 75% del K de las aguas residuales domésticas), agua grises y desechos orgánicos de cocina. Los procesos anaerobios permiten la sostenibilidad energética del proceso, produciendo efluentes adecuados para una posterior aplicación directa o para la obtención de fertilizantes mediante la aplicación de procesos de concentración, y la recuperación de agua que puede ser reusada de modo local. De este modo se pueden recuperar los nutrientes contenidos en las aguas domésticas (4,5 kg N, 1,5 kg P y 1,4 kg K por habitante y año). El proyecto se aplica en 4 ubicaciones demostrativas que tratan las aguas de una población aproximada de 2000 personas. Se obtienen 7 tipos de fertilizantes que son testados en pruebas de fertilización, incrementando la tasa de recuperación actual de nitrógeno 15 veces y duplicando la del fósforo. Para garantizar el éxito se coopera con productores de fertilizantes para adaptar la producción a sus necesidades.

La combinación de todos estos sistemas supondrá un hito relevante hacia la concepción de las ciudades del futuro, dotándolas de plantas integradas generadoras de energía, agua y productos, utilizando sistemas de gestión y control inteligentes.

Agradecimientos.

Este trabajo cuenta con la financiación del programa de Investigación e Innovación Horizon 2020 de la UE (proyecto Run4Life, GA nº 730285)

Referencias.

- ¹ United Nations World Water Assessment Programme WWAP (2017). The United Nations World Water Development Report 2017: Wastewater, the Untapped Resource. Paris, UNESCO.
- ² Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Consumo Energético en el sector del agua.
- ³ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables.
- ⁴ Monsalvo et al. (2016). Proyecto europeo MIDES: hacia la desalación sostenible. Revista Retema Septiembre/Octubre 2016.
- ⁵ Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, AEAS. (2017). Informe sobre aguas residuales en España