

AGUAFLEX. FLEXIBILIDAD ENERGÉTICA EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Joaquín Feliú, Responsable de depuración y control de vertidos¹, ifeliu@emuasa.es

Simón Nevado, Director de operaciones¹, snevado@emuasa.es

Eva Mena, Responsable de I+D¹, emena@emuasa.es

Estefanía Menarguez, Técnico I+D+i depuración², emenarguez@aquambiente.es

Johannes Steinbeisser, R&D Engineer Energy Management³,
jsteinbeisser@regeneralevante.com

¹ Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia S.A., Plaza Circular 9, 30008 Murcia

² Aquambiente Proyectos para el Sector del Agua S.A.U., Edificio INTI. Torre Z, planta 8 Avda. Teniente Montesinos, 8 30100 Murcia

³ Regenera Levante, C/ Mayor, 55 - Pol. Ind. Camposol 30006 - Puente Tocinos - Murcia

Palabras clave: energía, flexibilidad, respuesta a la demanda

Keywords: energy, flexibility, demand respond

RESUMEN

Para alcanzar los objetivos del paquete de clima y energía de la Unión Europea, desde la Comisión Europea se está promoviendo la transformación del sistema energético europeo de una forma coste-efectiva para que sea más flexible, descentralizado, integrado, sostenible, seguro y competitivo. Es necesario analizar si el incremento de la producción de energías renovables que sean variables o intermitentes permitirá garantizar la seguridad del suministro, la necesidad de almacenamiento o de fuentes de producción adicional, más flexibles o gestionables, para asegurar la demanda de energía en momentos concretos.

La Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia S.A. (Emuasa) produce en las instalaciones que gestiona energía de origen renovable: solar, mini hidráulica, y cogeneración a partir de biogás. Desde 2018 Emuasa colabora con la empresa Regenera Levante en el proyecto AguaFlex. El objetivo principal del estudio es identificar los potenciales de flexibilidad en plantas de tratamiento de aguas residuales y en plantas potabilizadoras mediante herramientas para el modelado y la simulación de procesos. Mediante estas herramientas de simulación se obtendrá una distribución del consumo óptima en función de las demandas de producción. Para reducir al máximo los costes energéticos derivados del funcionamiento de cada planta se estudian estrategias de gestión de la demanda y de respuesta a la demanda, donde los gestores de las plantas puedan aportar flexibilidad al sistema eléctrico variando su consumo energético según las necesidades transmitidas por el operador del sistema. Además, se estudian posibles escenarios en los que se pueda obtener una mayor flexibilidad de la planta mediante el almacenamiento de energía, de tal forma que se pueda avanzar en satisfacer el total del consumo de las instalaciones mediante energía de origen renovable o incluso llegar en momentos puntuales a ser productores netos de energía, contribuyendo a garantizar la seguridad del sistema energético.

ANTECEDENTES

Se ha registrado en los últimos años un incremento en el uso de las energías renovables, especialmente aquellas de origen solar y eólico. Estas fuentes de energía son fluctuantes, dependiendo la mayor o menor generación de energía eléctrica de las condiciones ambientales.

La impredecibilidad de la capacidad de generación de energía eléctrica, tanto en el caso del autoconsumo como en aquellos casos en los que se inyecta a la red, supone un reto para las compañías eléctricas, ya que dificulta la garantía del suministro y la seguridad de la red en cuestiones de balance eléctrico.

Para alcanzar los objetivos del paquete de clima y energía de la Unión Europea, desde la Comisión Europea se está promoviendo la transformación del sistema energético europeo

de una forma coste-efectiva para que sea más flexible, descentralizado, integrado, sostenible, seguro y competitivo. Es necesario analizar si, aún con el incremento de la producción de energías renovables que sean variables o intermitentes, es posible garantizar la seguridad del suministro. Para ello, resulta imprescindible estudiar la flexibilidad de aquellas plantas que presentan un consumo energético elevado, así como la flexibilidad de plantas con instalaciones de energía renovable de grandes dimensiones. En el estudio de la flexibilidad, es necesario considerar la necesidad de almacenamiento energético que pudiese tener la planta o el uso de fuentes de producción adicionales, más flexibles o gestionables, para asegurar la demanda de energía en momentos concretos.

OBJETIVOS

La Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia S.A. (EMUASA) es la responsable de la gestión del ciclo urbano del agua en el municipio de Murcia, incluyendo la captación, producción y distribución de agua potable, el control de vertidos, saneamiento y depuración en 16 estaciones depuradoras de agua residual. EMUASA produce en las instalaciones que gestiona energía renovable con distintos orígenes: solar, mini hidráulica cogeneración a partir de biogás, procedente de la digestión anaerobia de los lodos producidos en sus instalaciones.

Desde 2018, EMUASA colabora con la empresa Regenera Levante en el proyecto AguaFlex, cuyo objetivo es identificar los potenciales de flexibilidad en plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) y en plantas potabilizadoras (ETAP), mediante herramientas para el modelado y la simulación de procesos. Mediante estas herramientas de simulación se obtendrá una distribución óptima del consumo, en cada una de las instalaciones objeto de estudio. Por su potencial de producción o consumo de energía, se han seleccionado cuatro instalaciones a simular: la ETAP Contraparada (capacidad nominal de tratamiento 2.000 m³/h), la EDAR Murcia Este (caudal de diseño 100.000 m³/día), la EDAR El Raal (4.600 m³/día) y la EDAR Hacienda Riquelme (1.575 m³/día).

METODOLOGÍA

Para reducir al máximo los costes energéticos derivados del funcionamiento de cada una de las plantas, en AguaFlex se estudian estrategias para la distribución del consumo de las instalaciones según los precios de la electricidad. De esta forma, cuando el precio de la energía sea mayor debido a un exceso de demanda de electricidad de la red, las plantas reducirán todo lo posible su consumo, manteniendo unas condiciones de seguridad y de calidad del proceso de tratamiento de agua adecuadas. Asimismo, cuando el precio de la energía sea menor, las plantas aumentarán el consumo. Mediante esta estrategia, además de la reducción de costes derivados del consumo eléctrico, las plantas contribuirán a mantener el balance de la red eléctrica.

De forma adicional, también se pretende estimar la flexibilidad de las plantas con anterioridad suficiente como para responder de forma correcta a un evento de respuesta a la demanda en un futuro escenario en el que la Respuesta a la Demanda (*Demand Response*) esté implantado en España. En este escenario, el operador del Sistema eléctrico, con el objetivo de mantener la red equilibrada, publicará sus ofertas para disminución o aumento del consumo eléctrico, recibiendo una compensación económica aquellos consumidores que, estando suscritos al programa por contrato, acepten la oferta y varíen su consumo.

Para ello, debe conocerse la flexibilidad de la planta ([Figura 1](#) ~~Figura 1~~), tanto en sentido positivo como negativo, definiéndose flexibilidad positiva como aquella en la que, habiéndose producido un déficit de energía eléctrica en la red, se requiere de una reducción del consumo eléctrico y, flexibilidad negativa, como aquella que se requiere cuando se produce un excedente de energía en la red, demandándose un aumento del consumo eléctrico.



Figura 1. Tipos de flexibilidad (Fuente: Regenera).

Así, cuando se requiera aportar flexibilidad positiva, la planta deberá ser capaz de reducir su consumo y generar el máximo posible de energía eléctrica y, cuando se requiera aportar flexibilidad negativa, deberá ser capaz de aumentar el consumo y reducir la generación energética. Todo ello debe realizarse según los requerimientos de flexibilidad energética y según las restricciones de la planta para el correcto funcionamiento del proceso.

Actualmente, la factura de la energía eléctrica se desglosa en términos energéticos y de potencia contratada, incluyéndose otros cargos como el impuesto eléctrico, el Impuesto sobre el valor añadido (IVA) y las penalizaciones por exceso de potencia o por reactiva. Con una óptima gestión del consumo energético, podrían reducirse los costes de la energía, con la consiguiente reducción del cargo debido al impuesto eléctrico y al IVA (Figura 2). Esta situación sería el objeto principal de AguaFlex; no obstante, se pretende preparar la planta para futuros contratos de *Demand Side Management*, lo que equivaldría a otra reducción global del coste energético al tener en cuenta los cobros por ofrecer el servicio.

Costes de energía

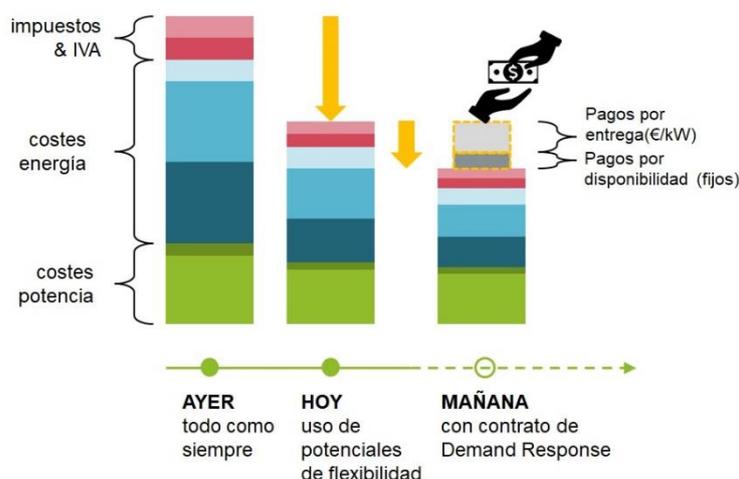


Figura 2. Reducción de costes de la energía (Fuente: Regenera).

En este proyecto pueden distinguirse dos niveles: (1) Optimización del consumo energético de las plantas con los actuales recursos de las mismas, e (2) Incorporación de otras medidas para minimizar los costes derivados del consumo energético mediante el aumento de la flexibilidad de la planta.

Para conocer la distribución óptima del consumo energético según las condiciones actuales de la planta, es necesario tener información de los costes de la energía, de las restricciones del proceso de tratamiento de agua, de las limitaciones tecnológicas de los equipos instalados y de las demandas energéticas de la planta.

Los resultados del proyecto permitirán definir una serie de estrategias de control para la gestión energética de la planta, estimar los ahorros obtenidos a partir de la implantación de dichas estrategias y, en el escenario de que se pudiesen establecer contratos de *Demand*

Response, los beneficios que se podrían obtener con los ajustes de consumo solicitados por la compañía eléctrica. Para el cálculo de la flexibilidad de las plantas, se han clasificado los procesos en tres grupos distintos, según las opciones de flexibilidad que ofrecen:

- Grupo 1: Equipos consumidores de energía implicados en el nivel de los depósitos. Este grupo engloba los equipos que, siendo consumidores de energía, permiten modificar el nivel de agua o lodos en las unidades sobre las que actúan. Dentro de este grupo se encuentran los equipos de bombeo.
- Grupo 2: Otros equipos consumidores de energía. Este grupo engloba los equipos que, siendo consumidores de energía, se encuentran directamente implicados en la operación para el tratamiento del agua (sin ser su función principal el trascurso del agua por la EDAR), como pueden ser las soplantes, los motores de los rastrillos de los decantadores, etc.
- Grupo 3: Cogeneración y gasómetros. Este grupo está compuesto por los equipos que integran la planta de cogeneración, incluyendo los motores de cogeneración y los gasómetros. En este caso, la flexibilidad la ofrecen los gasómetros, que permiten regular el caudal de biogás que entra a los motores.

RESULTADOS PRELIMINARES

Hasta el momento se ha realizado únicamente el estudio de flexibilidad en una de las plantas: la EDAR Murcia Este. Tras realizar el estudio de flexibilidad en la instalación se determinó que, sin un conocimiento ampliamente detallado del funcionamiento de los equipos englobados en el Grupo 2 es imposible calcular con fiabilidad la flexibilidad que estos equipos podrían aportar. Por tanto, en AguaFlex solo se han utilizado los equipos incluidos en los grupos 1 y 3 de la clasificación anterior, considerándose fijos los consumos de los equipos que integran el Grupo 2. Dentro del Grupo 1, las características de las bombas (caudal y consumo) y la capacidad de los tanques determinan la energía necesaria para la realización del bombeo del agua y el tiempo necesario para su extracción. Por otro lado, para el Grupo 3, la flexibilidad energética viene determinada principalmente por la potencia máxima a la que pueden funcionar los motores de cogeneración y la capacidad de los gasómetros, que delimitarán el tiempo de uso de los motores y la carga de trabajo según la disponibilidad de biogás.

Como un primer paso, se ha calculado la flexibilidad máxima que podría proporcionar la planta en cuanto a consumo energético. Para ello, se ha calculado la energía necesaria para bombear todo el caudal de agua de cada uno de los tanques desde el nivel máximo permitido en cada tanque hasta el nivel mínimo permitido según las restricciones del proceso (volumen flexible). Considerando como consumo habitual el necesario para tratar todo el caudal que entra la EDAR, pues no se dispone de almacenamiento previo, la flexibilidad de la planta radica en la variación del nivel de los tanques.

Para el cálculo, además de las restricciones de nivel, se ha tenido en cuenta el tiempo necesario para el vaciado de los mismos, de forma que no supere el periodo definido para la entrega de la flexibilidad energética.

Como periodo para la entrega de la flexibilidad energética, se han considerado las 8 horas que dura el periodo de menor coste energético (periodo 6) según la tarifa de seis periodos con la que cuenta la EDAR Murcia Este. No obstante, este periodo puede variarse según convenga para cada una de las plantas. Una vez calculado el potencial de flexibilidad de cada planta, se ha extrapolado este cálculo para obtener la flexibilidad de cada proceso según el nivel de llenado de los depósitos, que se obtendrá en tiempo real a través de sensores de nivel que se instalarán en caso de implementar el sistema de gestión de la flexibilidad.

El objetivo posterior será llevar la planta a los puntos de funcionamiento donde el potencial de flexibilidad (de incremento o de reducción del consumo) sea máximo para el momento



en el que sea conveniente reducir o incrementar el consumo debido a un cambio en el precio de la energía eléctrica o como respuesta a un evento de la compañía eléctrica.

Por otro lado, el cálculo de la flexibilidad que podría obtenerse en el caso de la EDAR Murcia Este a través de los motores de cogeneración, se ha realizado en base a la producción media diaria de biogás según la época del año y teniendo en cuenta la capacidad de almacenamiento de los gasómetros instalados en la planta. El objetivo en este caso ha sido aumentar la carga de los motores durante los periodos de mayor consumo y reducirla, conforme a las restricciones de generación de biogás, durante los periodos de menor consumo energético.

Actualmente, la regulación de la carga de los gasómetros se realiza según la energía demandada por la planta de forma que, manteniendo unos niveles fijos de biogás en los gasómetros, la energía generada no supere la energía consumida en la planta guardando un cierto margen de seguridad.

Los resultados obtenidos según el estudio realizado muestran que la generación de biogás se encuentra muy ajustada, por lo que la generación eléctrica de los motores de cogeneración se encuentra bastante optimizada.

Para conseguir un aumento de la flexibilidad, se estudian diferentes opciones, que pueden clasificarse como: (i) Medidas que aportan flexibilidad mediante la generación de energía eléctrica, térmica o cualquier tipo de energía que, a efectos del balance energético global de la planta, suponga una reducción de la demanda eléctrica de la red, y (ii) Medidas que aportan flexibilidad mediante el almacenamiento de energía.

En cuanto a las medidas que aportan flexibilidad mediante la generación de energía eléctrica, la alternativa planteada es la instalación de equipos de producción energética a partir del biogás. Esta medida es ideal en EDAR que disponen de etapas de digestión anaerobia y producción de biogás, como la EDAR Murcia Este. Almacenando el biogás en gasómetros, es posible dosificarlo de forma que los equipos de generación puedan trabajar a máxima carga durante las horas requeridas. Para ello, es importante medir la cantidad de biogás que se produce y llevar a cabo estudios de las necesidades de almacenamiento de biogás.

Actualmente, la EDAR cuenta con una instalación solar fotovoltaica sin acumulación, por lo que una posibilidad de mejora sería el uso de equipos de inyección 0, que aportarían flexibilidad negativa, pero no permitirían aumentar la generación por encima de los límites marcados por las condiciones climáticas (flexibilidad positiva).

Como medidas de almacenamiento de energía se baraja el uso de baterías, a través de dos alternativas de funcionamiento:

- (i) Cargando las baterías con energía de la red eléctrica en las horas con menor coste de la energía eléctrica para aportar energía a la instalación durante las horas donde el coste es mayor. La carga se haría según resultase más rentable, teniendo en cuenta tanto el precio de la energía eléctrica como el envejecimiento de las baterías provocado por los ciclos de carga y descarga.
- (ii) Aprovechando la energía generada en la planta durante las horas en las que el coste de la energía es menor. Las baterías permitirían convertir la instalación solar en un componente que aporta flexibilidad. En las instalaciones solares, las curvas de irradiancia de un día normal soleado coinciden en gran medida con la curva de demanda de energía eléctrica y, por tanto, con el precio de la energía. Sin embargo, una parte de la energía se genera en horas donde el precio de la energía no es tan elevado, pudiéndose desplazar esta energía a horas punta gracias a las baterías. Con esta opción, el coste de la electricidad invertido en la carga de las baterías sería nulo.

CONCLUSIONES



Los resultados del proyecto AguaFlex permitirán obtener, para cada una de las instalaciones estudiadas, distribuciones óptimas del consumo en función de las demandas de producción. Esto permitirá reducir al máximo los costes energéticos derivados del funcionamiento de cada planta, pero también, si el sector energético lo permitiese, posibles ingresos adicionales derivados de la flexibilidad aportada al sistema eléctrico por los gestores por la adaptación del consumo de acuerdo con los requerimientos del operador. Si además se incorporan sistemas de almacenamiento, se podrá llegar a la autosuficiencia energética de las instalaciones a partir de energías de origen renovable, o incluso llegar en momentos puntuales a ser productores netos de energía, contribuyendo a garantizar la seguridad del sistema energético.