

## MODELADO INTEGRAL DE UN DIGESTOR ANAEROBIO DE LODOS RESIDUALES: OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y CARACTERIZACIÓN DEL DIGESTATO

Guillermo Baquerizo, Sylvie Gillot. Unidad de Investigación MALY, Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología para el Medio Ambiente y la Agricultura (Irstea), Villeurbanne 69616, Francia. [guillermo.baquerizo@irstea.fr](mailto:guillermo.baquerizo@irstea.fr)

*Palabras clave: Digestión anaerobia, fraccionamiento de sustrato, ADM1*

**Introducción.** En los últimos años los sistemas de tratamiento de aguas residuales se han visto enfrentados a estándares cada vez más exigentes respecto a la calidad del efluente generado, la reducción de los costos de operación y la minimización de las emisiones de gases de efecto invernadero. La mejora del balance energético en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs) se basa en la disminución del consumo de energía durante el proceso y en la optimización de la energía producida *in-situ*, normalmente a través de la digestión anaerobia de los lodos residuales.

Sin embargo, la aplicación de cualquier mejora potencial debe estar precedida por un análisis de los impactos que tendrían estas modificaciones sobre el desempeño global de la planta. En este sentido, el modelado dinámico del proceso se presenta como una herramienta muy útil a la hora de realizar esta tarea. Actualmente son escasos los trabajos enfocados a modelar digestores de PTARs a escala real (2,000 a 10,000 m<sup>3</sup>) alimentados con lodos primarios, biológicos o mezcla de ambos. El modelo más utilizado en estos trabajos es el ADM1<sup>(1)</sup>. Normalmente la validación del modelo se suele llevar a cabo únicamente a través de la comparación entre el biogás producido y las predicciones del modelo. Por otro lado, la capacidad del ADM1 para proporcionar predicciones fiables depende de la caracterización precisa del sustrato y de un fraccionamiento adaptado al modelo.

El objetivo de este trabajo fue calibrar y validar un modelo capaz de simular la operación de un digestor industrial alimentado con lodos primarios y biológicos, para evaluar la eficiencia del proceso y explorar mejoras potenciales en la operación del digestor.

**Metodología.** El digestor estudiado (4,000 m<sup>3</sup>) forma parte de una PTARs localizada en el sudeste de Francia, diseñada para tratar aguas residuales urbanas de 300,000 E.H. El influente es sometido a un tratamiento primario, donde son producidos los lodos primarios por decantación. El tratamiento biológico se basa en la acción de lodos activados bajo condiciones anóxicas y aerobias seguido de un clarificador secundario, donde se producen los lodos biológicos. El monitoreo diario del digestor incluye: caudales de entrada de lodos, flujo de biogás producido y temperatura de operación, mientras que los SST y SSV de los lodos y del digestato, junto con la concentración de metano en el biogás son medidos semanalmente. La caracterización detallada de los lodos (SST, SSV, DCO total y soluble, TKN, amonio total, lípidos y AGVs) se realizó semanalmente siguiendo métodos estándar. El Potencial Bioquímico de Metano (PBM) fue determinado siguiendo un protocolo reportado previamente<sup>(2)</sup>.

El digestor fue modelado como un reactor de mezcla perfecta, usando una versión mejorada de ADM1 que incluyó dos variables de tipo sustrato para simular la digestión anaerobia de cada lodo. Datos de operación de 5 meses que incluyeron el

flujo de biogás y la concentración del digestato fueron utilizados para calibrar y validar el modelo implementado en Matlab®.

**Resultados.** La determinación experimental del PBM (Fig.1) permitió estimar la fracción biodegradable de cada lodo ( $f_d$ ) en términos de la DCO total del sustrato. La capacidad del modelo para predecir el funcionamiento del digestor es ilustrada en la Fig.2.

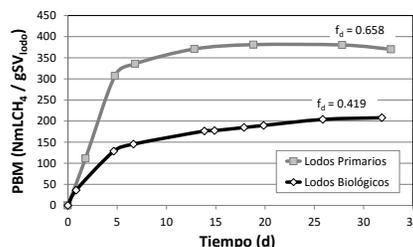


Fig. 1. Determinación experimental del PBM

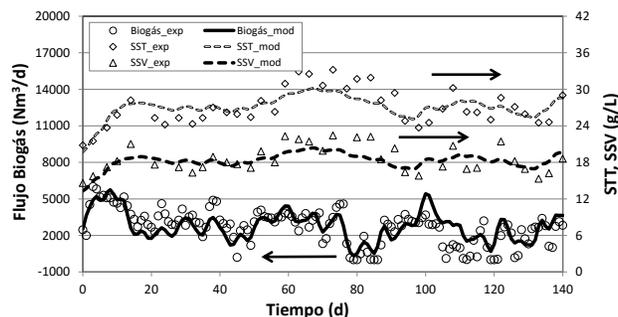


Fig. 2. Comparación entre los datos de operación del digestor y las predicciones del modelo para: flujo de biogás, SST y SSV del digestato

**Conclusiones.** El modelo implementado fue capaz de reproducir el comportamiento de un digestor industrial de manera precisa, tanto para la producción de biogás como para las concentraciones del digestato (SST, SSV, DCO, NTK, NH<sub>4</sub>). La incorporación de dos variables de tipo sustrato para cada lodo demostró ser una estrategia efectiva, ya que consiguió capturar las variaciones en la alimentación del digestor y por ende, las fluctuaciones en la producción de biogás. Los resultados obtenidos durante la determinación del PBM revelan que la operación del digestor puede ser optimizada: aumentando el tiempo de residencia y controlando la temperatura de operación.

### Bibliografía.

- Batstone DJ *et al.* (2002) *IWA Scientific and Technical Report No. 13*, IWA Publishing (London).
- Buffiere P *et al.* (2008) *Wat. Sci. Tech.* 58: 1783-1788.