

RESUMEN

El reactor anaerobio de membranas sumergidas (SAnMBR) está considerado como tecnología candidata para mejorar la sostenibilidad en el sector de la depuración de aguas residuales, ampliando la aplicabilidad de la biotecnología anaerobia al tratamiento de aguas residuales de baja carga (v.g. agua residual urbana) o a condiciones medioambientales extremas (v.g. bajas temperaturas de operación). Esta tecnología alternativa de tratamiento de aguas residuales es más sostenible que las tecnologías aerobias actuales ya que el agua residual se transforma en una fuente renovable de energía y nutrientes, proporcionando además un recurso de agua reutilizable. SAnMBR no sólo presenta las principales ventajas de los reactores de membranas (i.e. efluente de alta calidad, y pocas necesidades de espacio), sino que también presenta las principales ventajas de los procesos anaerobios. En este sentido, la tecnología SAnMBR presenta una baja producción de fangos debido a la baja tasa de crecimiento de los microorganismos implicados en la degradación de la materia orgánica, presenta una baja demanda energética debido a la ausencia de aireación, y permite la generación de metano, el cual representa una fuente de energía renovable que mejora el balance energético neto del sistema. Cabe destacar el potencial de recuperación de nutrientes del agua residual bien cuando el efluente es destinado a irrigación directamente, o bien cuando debe ser tratado previamente mediante tecnologías de recuperación de nutrientes.

El objetivo principal de esta tesis doctoral es evaluar la viabilidad de la tecnología SAnMBR como núcleo en el tratamiento de aguas residuales urbanas a temperatura ambiente. Por lo tanto, esta tesis se centra en las siguientes tareas: (1) implementación, calibración y puesta en marcha del sistema de instrumentación, control y automatización requerido; (2) identificación de los parámetros de operación clave que afectan al proceso de filtración; (3) modelación y simulación del proceso de filtración; y (4) desarrollo de estrategias de control para la optimización del proceso de filtración minimizando los costes de operación.

En este trabajo de investigación se propone un sistema de instrumentación, control y automatización para SAnMBR, el cual fue esencial para alcanzar un comportamiento adecuado y estable del sistema frente a posibles perturbaciones. El comportamiento de las membranas fue comparable a sistemas MBR aerobios a escala industrial. Tras más de dos años de operación ininterrumpida, no se detectaron problemas significativos asociados al ensuciamiento irreversible de las membranas, incluso operando a elevadas concentraciones de sólidos en el licor mezcla (valores de hasta $25 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$). En este trabajo se presenta un modelo de filtración (basado en el modelo de resistencias en serie) que permitió simular de forma adecuada el

proceso de filtración. Por otra parte, se propone un control supervisor basado en un sistema experto que consiguió reducir el consumo energético asociado a la limpieza física de las membranas, un bajo porcentaje de tiempo destinado a la limpieza física respecto al total de operación, y, en general, un menor coste operacional del proceso de filtración.

Esta tesis doctoral está integrada en un proyecto nacional de investigación, subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), con título "*Modelación de la aplicación de la tecnología de membranas para la valorización energética de la materia orgánica del agua residual y la minimización de los fangos producidos*" (MICINN, proyecto CTM2008-06809-C02-01/02). Para obtener resultados representativos que puedan ser extrapolados a plantas reales, esta tesis doctoral se ha llevado a cabo utilizando un sistema SAnMBR que incorpora módulos comerciales de membrana de fibra hueca. Además, esta planta es alimentada con el efluente del pre-tratamiento de la EDAR del Barranco del Carraixet (Valencia, España).