

## **RESUMEN**

El reactor anaerobio de membranas sumergidas (AnMBR) puede proporcionar el paso deseado hacia un tratamiento sostenible del agua residual, ampliando la aplicabilidad de la biotecnología anaerobia al tratamiento de aguas residuales de baja carga (*ej.* agua residual urbana) o a condiciones medioambientales extremas (*ej.* bajas temperaturas de operación). Esta tecnología combina las ventajas de los procesos de tratamiento anaerobio (baja demanda energética gracias a la ausencia de aireación y a la recuperación energética a través de la producción de metano) con los beneficios de la tecnología de membranas (*ej.* efluente de alta calidad y reducidas necesidades de espacio). Cabe destacar que la tecnología AnMBR permite la posibilidad del autoabastecimiento energético del sistema debido a la generación de biogás. Otros aspectos que se deben considerar en el sistema AnMBR son el potencial de recuperación de nutrientes, la calidad del efluente generado y la baja cantidad de fangos producidos, siendo todos ellos de vital importancia cuando se evalúa el impacto medioambiental de una planta de tratamiento de aguas residuales urbanas.

El objetivo principal de esta tesis doctoral es evaluar la sostenibilidad económica y medioambiental de la tecnología AnMBR para el tratamiento de aguas residuales urbanas a temperatura ambiente. Concretamente, esta tesis se centra en las siguientes tareas: (1) desarrollo de un modelo de energía detallado y completo que permita evaluar la demanda energética global de diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales tanto en régimen estacionario como en transitorio; (2) propuesta de una metodología de diseño e identificación de configuraciones óptimas para la implementación de la tecnología AnMBR, aplicando para ello un análisis del coste de ciclo de vida (CCV); (3) análisis del ciclo de vida (ACV) de la tecnología AnMBR a diferentes temperaturas; y (4) evaluación global de la sostenibilidad (económica y medioambiental) de la tecnología AnMBR para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

En este trabajo de investigación se propone un modelo de energía acoplado a la versión extendida del modelo matemático BNRM2. El modelo de energía propuesto se usó para evaluar la eficiencia energética de diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales urbanas. Con el fin de proponer unas directrices para el diseño de AnMBR a escala industrial e identificar las configuraciones óptimas para la implementación de dicha tecnología, se aplicaron tanto el modelo de energía propuesto como un análisis CCV. El ACV se usó para evaluar la viabilidad medioambiental de la tecnología AnMBR a diferentes temperaturas. En este trabajo se llevó a cabo una evaluación global de la sostenibilidad (económica y medioambiental) de la tecnología AnMBR para: (a) evaluar las implicaciones que

conlleven ciertas decisiones durante el diseño y operación de dicha tecnología mediante un análisis de sensibilidad e incertidumbre, y examinar las contrapartidas en función de criterios económicos y medioambientales; y (b) comparar la tecnología AnMBR con tecnologías basadas en procesos aerobios para el tratamiento de aguas residuales urbanas.

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 AnMBR 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).