

Nombre y Apellidos	Elias Daniel David Nova Burgos
Documento de Identidad	C.c. 1017224630 de Medellín, Antioquia
Teléfonos	Celular: 3218294940
Correo electrónico	daniel_nova_burgos@hotmail.com
Programa al cual aspira	Maestría en Ingeniería ambiental
Área a la cual se inscribe ¹	Coordinación del programa
Línea a la cual se inscribe	Tratamiento de aguas
Grupo de Investigación	Coordinación del programa
Director que ofrece el cupo	Julio Saldarriaga y Diana Catalina Rodríguez

Autor

Elias Daniel David Nova Burgos

Título

Evaluación del rendimiento y remoción de materia orgánica y nutrientes en un reactor SBR bajo diferentes condiciones de operación para el tratamiento de aguas residuales.

Abstract

Wastewater treatment systems constitute a fundamental element to guarantee the reduction of contamination in water resources, in this sense, the systems demand investment costs, which must be considered before their implementation. To reduce design and operation costs, the simulation of biological processes is presented as an alternative to planning instruments in treatment processes. In these simulations, scenarios are run, modifying the variables of the systems already validated, with the aim of seeking greater removal efficiencies of organic matter and nutrients from wastewater. In order to assess the quantity and efficiency of removal in a sequencing batch reactor (SBR), the wastewater must be characterized, treated with microorganisms from aerobic processes, calibrate and validate the simulation models under controlled feed and flow conditions.

Introducción

De acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018) solo el 43.6% de los municipios colombianos cuentan con un Sistema de Tratamiento de Agua Residual (STAR) y la razón principal de este déficit se debe a los altos costos de inversión (Superservicios, 2018). Sin embargo, no son solo los costos la única dificultad por resolver en el país, sino también la selección incorrecta de tecnologías de depuración (ACODAL, 2013). Para reducir estos altos costos de diseño y operación, surge la necesidad de integrar la simulación en los tratamientos, que consta del uso modelos de predicción en la eficiencia de un sistema bajo ciertas condiciones de tratabilidad (determinadas en su mayoría por las características del afluente), casos de inhibición, sobrecarga y cambios ambientales por medio de ensayos, se busca

¹ Revisar los términos de la convocatoria

identificar el impacto que tiene el cambio de dichas condiciones en el comportamiento general del sistema (EPA, 1993).

Los reactores discontinuos secuenciales (SBR, por sus siglas en inglés) son una de las múltiples alternativas en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, estos han ganado fama debido a su eficiencia, flexibilidad en la operación y automatización (Makinia, 2010). Se les llama secuenciales porque operan en base al llenado y vaciado del tanque. En un ciclo de operación el reactor opera de la siguiente manera: Llenado de manera o estática, mezcla o aireación, luego se produce las reacciones bioquímicas con mezcla y luego con aireación, por último, se permite la sedimentación (clarificación), el vaciado e inactividad.

A diferencia de los tratamientos convencionales, el SBR realiza la aireación y la clarificación en un mismo tanque, mientras que en el primero ocurren en cámaras diferentes. Además, en los SBR se modela las reacciones separadas de cada etapa, mientras que en los sistemas convencionales las recirculaciones hacen continua la simulación. Esta tecnología permite tratar efluentes con altos contenidos de nutrientes en aguas residuales domésticas, salmueras, curtimbres, cervecerías, lácteos, lixiviados en rellenos sanitarios (2002), combustibles para aviones, industria del papel, tinturas, entre otros (Kim, Hao, & McAvoy, 2001).

Marco teórico

El modelamiento de los tratamientos de aguas residuales se inició como un desarrollo paralelo entre Gran Bretaña y los Estados Unidos en el año 1914, el cual se presentó como una alternativa de control a los procesos caóticos naturales que ocurren en procesos de remoción biológica de carbono, nitrógeno y fósforo (Makinia, 2010).

En general los modelos tienden a cumplir con los siguientes requisitos: Se inicia con la caracterización del influente en términos de la demanda química de oxígeno (DQO) y el fraccionamiento de nitrógeno y fósforo en términos de su estado físico (soluble o particulado), inerte o no, y su condición de biodegradabilidad (Czerwionka et al, 2009). Estas particiones son las variables cinéticas y estequiométricas que alimentarán los modelos, las cuales son estimadas teóricamente o tomadas de los valores por defecto de los modelos propuestos de Active sludge modeling (ASM) y luego calibradas o ajustadas de acuerdo con las tomas de muestras experimentales (Torrijos et al., 1994). Posteriormente se determina el patrón de flujo hidrodinámico, el cual tiene en cuenta el tipo de mezcla (completa o flujo pistón) (Makinia, 2010). Luego se selecciona el modelo biocinético que describe las reacciones bioquímicas en los lodos activados y explica interacciones como el crecimiento y decaimiento de microorganismos (Henze et al., 1987), este paso se logra por medio de la matrix de Gujer, la cual incorpora componentes solubles (S), componentes particulados (x) y tasas de reacción en respiración aerobia, anóxica y anaerobia (Gujer et al., 1995). A continuación, se evalúa la transferencia de oxígeno, la cual sucede desde los equipos de aireación, pasando por la transferencia de oxígeno en la interfaz líquido-gaseosa para disolver el oxígeno y la transferencia del oxígeno disuelto, hasta las células de los microorganismos (Winkler, 1981). Después se rectifica los cambios en la temperatura, los cuales son necesarios para hacer ajustes a la biocinética, los procesos de disolución de oxígeno, y

velocidad de sedimentación. Estos procesos a su vez pueden estar dados por el balance de calor y los aportes pueden ser a causa de la conducción, convección, evaporación, mezcla, y procesos biológicos (Makinia, 2010). Por último, se permite la sedimentación (clarificación, espesamiento y almacenamiento de lodos), el cual es logrado gracias a la fuerza de gravedad y al movimiento en masa de los lodos (Kynch, 1952).

Discusión

El avance de las simulaciones ha evolucionado tanto en los lodos activados, como en otras unidades y procesos del tratamiento de las aguas residuales, un ejemplo de ello, son las simulaciones en la digestión anaerobia de lodos (ADM1), producción de biogás, calidad del agua, fenómenos de transporte en ríos, entre otros. Aunque los programas computacionales presenten múltiples ventajas de aplicación en la actualidad, creo que se debe limitar el proyecto de investigación a la compresión y simulación de los reactores SBR con condiciones más controladas en comparación como trabaja una PTAR a gran escala, ya que estas operan bajo la intemperie, tienen entradas de cualquier contaminante posible y trabajan a flujo permanente.

Para este proyecto se debe entonces seleccionar el tipo de software de simulación al que se pueda acceder, investigar sobre cada uno de los seis modelos de simulación con el cual se opera un reactor SBR, indagar además sobre diferentes fases de operación, su periodicidad, caracterización del agua residual y la metodología de validación de las simulaciones.

Algunos de los materiales que se necesitarán para el montaje del proyecto serán: un SBR, controladores y traductores de señales al computador, electrobombas y bombas peristáltica, aireadores, mezclador, muestreadores, recipientes, filtros, pH-metro, oxímetro, conductímetro, potenciómetro, termómetro y rotámetro. Se deberá tomar muestras para la caracterización del agua residual y operación del reactor, como: DQO, nitrógeno total kjeldahl (NTK), ion amonio (HN_4^+), nitratos (NO_3^-), fosfatos (PO_4^{3-}), Sólidos suspendidos del licor de mezcla (MLSS), Sólidos suspendidos volátiles del licor de mezcla (MLVSS), clasificación de microorganismos heterótrofos y autótrofos, coliformes totales, alcalinidad y otros variables necesarias en pro de ajustar los parámetros de análisis.

Conclusión

En aras de integrar herramientas, que apoyen la planificación y diseño de los sistemas de tratamiento, se propone la simulación de lodos activados, la cual permite, por medio de modelos validados, el análisis y evaluación de la respuesta a los diferentes procesos en el tratamiento de aguas residuales bajos distintos escenarios de operación.



Referencias bibliográficas

ACODAL, A. C. (2013). *Revista 232 ISSN-0120-0798*, 7-8.

Czerwionka, K., Makinia, J., Pagilla, K. R., & Drewnowski, J. (2009). Transformations of dissolved and colloidal organic nitrogen in biological nutrient removal activated sludge systems. *Proceeding of the Water Environment Federation*, 2009(4), 1127-1139.v.

EPA, U. (1993). *Manual nitrogen control. EPA/625/R-93/010*, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Gujer, W., Henze, M., Mino, T., Matsuo, T., Wentzel, M. C., & Marais, G. V. (1995). The activated sludge model No. 2: Biological phosphorus removal. *Water Science and Technology*, 31(2), 1-11.

Henze, M., Grady, C. P., Gujer, W., Marais, G., & Matsuo, T. (1987). *Activated sludge model no. 1. Scientific and technical report No.1*. London, UK: IAWPRC.

Kim, H., Hao, O. J., & McAvoy, T. J. (2001). SBR system for phosphorus removal: ASM2 and simplified linear model. *Journal of environmental engineering*, 127(2), 98-104.

Kynch, G. J. (1952). A theory of sedimentation. *Transactions of the Faraday Society*, 48, 166-176.

Mace, S., & Mata-Alvarez, J. (2002). Utilizacion of SBR technology for wastewater treatment: An overview. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 41(23), 5539-5553.

Makinia, J. (2010). *Mathematical modelling and computer simulation of activated sludge systems*. IWA Publishing.

Superservicios, S. D. (2018). *Estudio sectorial de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado 2018*.

Torrijos, M., Cerro, R. M., Capdeville, B., Zeghal, S., Payraudeau, M., & Lesouef, A. (1994). Sequencing Batch reactor: A tool for wastewater characterization for the IAWPRC model. *Water Science and Technology*, 29(7), 81-90.

Winkler, M. A. (1981). *Biological treatment of waste-water*. Ellis Horwood.

