



Universidad del Azuay

Departamento de Posgrados

Maestría en Hidrosanitaria

**ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE
OPTIMIZACIÓN DE LAS LAGUNAS DE
MADURACIÓN DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DE UCUBAMBA, MEDIANTE
MODELACIÓN CFD**

Autores:

Ing. Jorge Víctor Cárdenas Ochoa;

Ing. Dennys Gregorio Sarango Ochoa

Director:

Ing. Andrés Alvarado Martínez

Cuenca – Ecuador

Año 2022

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con gratitud, respeto y admiración, a Dios y a mis Padres que forjaron en mí la dedicación al estudio, a la investigación, al sacrificio al trabajo honesto y solidario, guías espirituales en mi formación. A mis hermanas que me alentaron a perseguir mis sueños. A mis brillantes profesores de la Maestría que me entregaron la luz del conocimiento para enfrentar nuevos desafíos. A todas y cada una de las personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización del presente trabajo, que confiaron y ayudaron a alcanzar mi sueño para enfrentar la realidad

Jorge Cárdenas Ochoa

Dedico este presente trabajo a la persona más especial de mi vida, mi madre Blanca Ochoa por ser el pilar fundamental en mi formación como persona; por su cariño y esfuerzo, por cada palabra que me motivan a seguir siempre adelante, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en la persona que soy, y es un orgullo y privilegio de ser su hijo. A mi padre Telmo Sarango, aunque no estés junto a mí sé que desde el cielo me cuidas y guías, fuiste un gran hombre y siempre estarás en mi corazón. A mis hermanos Telmo y Maricela, por estar siempre presentes y apoyándome en cada proyecto de mi vida. A mis sobrinos Mateo, Gael, Luciana, Amelia y Martina por los grandes momentos de felicidad y diversas emociones que siempre me han causado.

Dennys Sarango

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios ya que he cumplido una etapa importante de mi vida en formación profesional de la Maestría en Hidrosanitaria de mi querida Universidad del Azuay. Que cada día se prestigia más y más gracias a su visión y misión que entrega esta gran institución, manteniendo latentemente sus principios y preceptos de servicio a la sociedad, que me formo con alto grado de responsabilidad y conciencia social, que me permitirá desarrollarme en mi vida profesional con integridad y honestidad para transitar por los caminos correctos de la vida. Mi agradecimiento eterno a todos quienes de una u otra forma colaboraron para la realización de mi tesis de Maestría; para ellos mi eterno agradecimiento, así como a todos mis maestros, amigos y autoridades que trabajan día a día con la esperanza de un presente y un mañana mejor. Finalmente, agradezco a mi querido amigo y gran colega Dennys Sarango por el honor de haber realizado este proyecto y poder lograr juntos un objetivo más de nuestra vida.

Jorge Cárdenas Ochoa

El presente trabajo investigativo lo agradezco principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A toda mi familia por ser los cimientos de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes han aportado grandes cosas a mi vida y siempre estuvieron presentes en la evolución y desarrollo total de mi tesis. Finalmente, agradezco a mi querido amigo y gran colega Jorge Cárdenas por el honor de haber realizado este proyecto y poder lograr juntos un objetivo más de nuestra vida.

Dennys Sarango

RESUMEN

Los sistemas de lagunas de estabilización se utilizan para tratar aguas residuales debido a su buena eficiencia en remoción de materia orgánica, sólidos y organismos patógenos con bajos requerimientos técnicos, consumo energético y costos de construcción. Sin embargo, requieren áreas extensas para su implementación. Su rendimiento depende en gran medida del desempeño hidrodinámico de los sistemas lagunares. Muchas lagunas de estabilización funcionan por debajo del nivel óptimo debido a complejidades hidráulicas, que incluyen cortocircuitos, estratificación y zonas estancadas. La dinámica de fluidos computacional (CFD) es una herramienta muy útil para predecir el comportamiento hidrodinámico en sistemas de lagunas de estabilización. El presente estudio consiste en construir, validar y analizar escenarios operativos de un modelo de simulación numérica tridimensional en estado estacionario de la laguna de maduración M1 de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba. Los escenarios planteados apuntan a mejorar las condiciones hidráulicas en la laguna y por ende en la eficiencia de los procesos de tratamiento. La simulación se efectuó en la plataforma CFD de código libre OpenFoam, y los solucionadores *buoyantboussinesqsimplefoam* y *scalarTransportFoam*, para determinar el campo de velocidades e implementar el transporte de un escalar pasivo para determinar la curva de distribución del tiempo de residencia. El modelo de turbulencia considerado fue modelo *k-epsilon RNG*. Los escenarios planteados consistieron en la implementación de deflectores de flujo en el interior de la laguna de maduración y el estudio a detalle de su influencia en las condiciones de flujo.

Palabras clave: Simulación numérica – Hidrodinámica - OpenFoam –Laguna de maduración- deflectores

ABSTRACT:

Stabilization pond systems are used to treat wastewater due to their good efficiency in removing organic matter, solids and pathogenic organisms with low technical requirements, energy consumption and construction costs. However, they require large areas for their implementation. Its performance depends to a large extent on the hydrodynamic performance of the lagoon systems. Many stabilization ponds function suboptimally due to hydraulic complexities, including short circuits, stratification, and stagnant zones. Computational fluid dynamics (CFD) is a very useful tool to predict the hydrodynamic behavior in stabilization pond systems. The present study consists of constructing, validating and analyzing operating scenarios of a steady-state three-dimensional numerical simulation model of the M1 maturation lagoon of the Ucubamba wastewater treatment plant. The proposed scenarios aim to improve the hydraulic conditions in the lagoon and therefore the efficiency of the treatment processes. The simulation was carried out in the OpenFoam open source CFD platform, and the *buoyantboussinesqsimplefoam* and *scalarTransportFoam* solvers, to determine the velocity field and implement the transport of a passive scalar to determine the residence time distribution curve. The turbulence model considered was the *k-epsilon RNG* model. The proposed scenarios consisted of the implementation of flow deflectors inside the maturation pond and a detailed study of their influence on the flow conditions.

Keywords: Numerical simulation - Hydrodynamics - OpenFoam - Maturation pond - baffles

Translated by:



Firmado electrónicamente por:
JORGE VICTOR
CARDENAS OCHOA

Ing. Jorge Víctor Cárdenas Ochoa
Author



Firmado electrónicamente por:
DENNY GREGORIO
SARANGO OCHOA

Ing. Dennys Gregorio Sarango Ochoa
Author

