

Tratamiento de aguas residuales para la comunidad Hualcanga San Luis, Cantón Quero, Provincia de Tungurahua

*Wastewater treatment for the community of Hualcanga San Luis, Canton
Quero, Province of Tungurahua.*

- ¹ Galo Wilfrido Núñez Aldás  <https://orcid.org/0000-0001-7087-1213>
Magister en Docencia y Currículo para la educación superior, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
gw.nunez@uta.edu.ec
- ² Alex Xavier Frías Torres  <https://orcid.org/0000-0002-7433-819X>
Magister en Sistemas de gestión Ambiental, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
ax.frias@uta.edu.ec
- ³ Jorge Javier Guevara Robalino  <https://orcid.org/0000-0002-8314-6712>
Doctor dentro del Programa De Doctorado en Tecnologías Industriales e Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
jj.guevara@uta.edu.ec
- ⁴ Darwin Joel Lozada López  <https://orcid.org/0009-0007-3770-0392>
Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
darwinlozada02@gmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/11/2024

Revisado: 15/12/2024

Aceptado: 14/01/2025

Publicado: 17/02/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i1.1.3312>

Cítese:

Núñez Aldás, G. W., Frías Torres, A. X., Guevara Robalino, J. J., & Lozada López, D. J. (2025). Tratamiento de aguas residuales para la comunidad Hualcanga San Luis, Cantón Quero, Provincia de Tungurahua. *ConcienciaDigital*, 8(1.1), 6-20. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i1.1.3312>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Palabras claves:

aguas residuales, tratamiento, contaminación, salud, diseño, infraestructura, saneamiento, medio ambiente.

Resumen

Introducción. El diseño del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad Huancalga San Luis, en el cantón Quero, provincia de Tungurahua, surge como una solución a problemas ambientales y sanitarios recurrentes, tales como el colapso de alcantarillas, malos olores, obstrucción de redes y la propagación de enfermedades derivadas del manejo inadecuado de las aguas residuales. La comunidad enfrenta deficiencias en su infraestructura de saneamiento, lo que impacta negativamente en la salud pública y el medio ambiente.

Objetivo. Este estudio se basa en un diagnóstico detallado de la situación actual de la comunidad, considerando su crecimiento poblacional, condiciones topográficas y características del suelo. A partir de este análisis, se busca diseñar un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento eficientes y sostenibles, que cumplan con las normativas vigentes y se adapten a las necesidades locales.

La investigación incluye un marco teórico que abarca conceptos fundamentales sobre saneamiento, tratamiento de aguas residuales y normativas ambientales aplicables. **Metodología.** La metodología empleada involucra estudios de campo, levantamientos topográficos, análisis de caudales y calidad del agua, así como modelaciones hidráulicas para garantizar un diseño adecuado y funcional. Se consideran criterios técnicos para la selección de materiales, dimensionamiento de redes y tecnologías de tratamiento que permitan la depuración eficaz de las aguas residuales antes de su disposición final.

Resultados. Los resultados esperados incluyen la reducción de la contaminación ambiental, la mitigación de riesgos sanitarios, la mejora en la calidad de vida de los habitantes y el cumplimiento de normativas técnicas. La implementación de esta infraestructura contribuirá al desarrollo sostenible de la comunidad, asegurando un manejo adecuado de las aguas residuales y promoviendo un entorno más saludable.

Conclusión. La implementación del sistema de alcantarillado y la planta de tratamiento mejorará la calidad de vida en Huancalga San Luis, reduciendo la contaminación y los riesgos sanitarios. Este proyecto garantiza un manejo eficiente y sostenible de las aguas residuales, promoviendo un entorno más saludable.

Área de estudio general: Saneamiento ambiental. **Área de estudio específica:** Tratamiento de aguas residuales. **Tipo de estudio:**

Artículos originales.

Keywords:

wastewater,
treatment,
pollution, health,
design,
infrastructure,
sanitation,
environment.

Abstract

Introduction. The design of the sewer system and wastewater treatment plant for the Huancalga San Luis community, located in Quero canton, Tungurahua province, arises as a solution to recurring environmental and sanitary issues such as sewer collapses, foul odors, network blockages, and the spread of diseases caused by improper wastewater management. The community faces deficiencies in its sanitation infrastructure, negatively impacting public health and the environment. **Objective.** This study is based on a detailed diagnosis of the community's current situation, considering its population growth, topographical conditions, and soil characteristics. Based on this analysis, the objective is to design an efficient and sustainable sewer system and treatment plant that comply with current regulations and adapt to local needs. The research includes a theoretical framework covering fundamental concepts of sanitation, wastewater treatment, and applicable environmental regulations. **Methodology.** The methodology involves field studies, topographic surveys, flow and water quality analyses, and hydraulic modeling to ensure a proper and functional design. Technical criteria are considered for material selection, network sizing, and treatment technologies that enable effective wastewater purification before final disposal. **Results.** The expected results include reducing environmental pollution, mitigating health risks, improving residents' quality of life, and complying with technical regulations. Implementing this infrastructure will contribute to the community's sustainable development, ensuring proper wastewater management and promoting a healthier environment. **Conclusion.** The implementation of the sewage system and the treatment plant will improve the quality of life in Huancalga San Luis, reducing pollution and health risks. This project guarantees efficient and sustainable management of wastewater, promoting a healthier environment. **General Area of Study:** Environmental sanitation. **Specific area of study:** Wastewater treatment. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

En muchas regiones del mundo, la ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales sigue siendo un desafío crítico que impacta a millones de personas. La liberación de aguas residuales sin tratamiento adecuado contamina fuentes hídricas, facilitando la propagación de enfermedades, afectando la biodiversidad acuática y generando serias implicaciones para la salud pública y el medio ambiente. En Ecuador, esta problemática es evidente en varias localidades, tanto urbanas como rurales, donde la infraestructura sanitaria es insuficiente o inexistente (Grupo Banco Mundial, 2020).

La liberación de aguas residuales sin tratar en fuentes hídricas provoca una contaminación severa, incrementando el riesgo de propagación de enfermedades de origen hídrico como diarrea, cólera y fiebre tifoidea, lo que repercute negativamente en la salud y calidad de vida de la población ecuatoriana (Morales et al., 2023). La ausencia de un tratamiento eficiente de estos desechos líquidos acelera el deterioro ambiental, afectando ríos, lagos y otros cuerpos de agua. Como consecuencia, la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos sufren un impacto significativo, poniendo en riesgo tanto la flora como la fauna del país (López et al., 2020).

Para garantizar la calidad del agua, las sustancias devueltas a los cuerpos hídricos deben estar por debajo de los límites de concentración permitidos. En estas condiciones, se activa un proceso natural de autodepuración gracias a la acción de microorganismos que descomponen los residuos, metabolizándolos y convirtiéndolos en compuestos simples como dióxido de carbono y nitrógeno. Este mecanismo es efectivo para la degradación de sustancias orgánicas, como detergentes y fenoles, así como de ciertos compuestos inorgánicos, ya que algunos microorganismos pueden absorber y acumular metales en sus células (Ponce-Vinces et al., 2024).

Sin embargo, cuando el agua recibe descargas con altas concentraciones de contaminantes tóxicos, los microorganismos son eliminados, interrumpiendo la autodepuración. Esto no solo afecta la calidad del agua, sino que también pone en peligro a organismos más grandes, como peces, crustáceos y plantas acuáticas, ya sea por intoxicación directa o por la falta de alimento. A su vez, estos organismos contaminados pueden afectar a otros eslabones de la cadena alimentaria, lo que eventualmente representa un riesgo para la salud humana (Gil Rebolledo et al., 2024).

Un ejemplo de esta problemática es la planta de tratamiento de aguas residuales en la Comunidad Hualcanga San Luis, ubicada en el Cantón Quero, Provincia de Tungurahua. Dicha planta no cumple con las normativas ambientales establecidas en el país, lo que genera impactos negativos en la calidad del agua y representa un riesgo para la salud de los habitantes (OMS, 2022).

La implementación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas fomenta el uso eficiente y la conservación de los recursos hídricos y otros elementos naturales. Estos planes tienen como propósito principal cubrir las necesidades humanas y mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo que se protege el entorno natural. Su aplicación contribuye al desarrollo sostenible, promoviendo un equilibrio ambiental y asegurando la disponibilidad de los recursos para las generaciones futuras. Asimismo, facilitan la cooperación entre distintos sectores y comunidades, permitiendo una gestión integrada y participativa, aspecto clave para fortalecer la resiliencia ecológica y garantizar un manejo responsable del medio ambiente (Guerra Herrera et al., 2019).

Este procedimiento se lleva a cabo con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población, asegurando que el manejo de las aguas residuales cumpla con los estándares establecidos en la normativa ambiental vigente. En particular, se sigue lo dispuesto en el Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, que regula la calidad del medio ambiente y los límites de descarga de efluentes, conforme a lo estipulado en el Libro VI, Anexo 1, Tabla 9 (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008).

La comunidad de Hualcanga San Luis, con una población de 569 personas, depende principalmente de la producción agrícola como fuente de sustento. Sus viviendas están construidas con materiales como bloque y ladrillo y cuentan con un sistema de abastecimiento de agua. Sin embargo, la infraestructura vial es deficiente, con caminos de tierra que se deterioran significativamente durante la temporada de lluvias, dificultando el acceso y la movilidad de los habitantes (GAD PARROQUIAL RUMIPAMBA, 2023).

Uno de los principales problemas que enfrenta la comunidad es la contaminación del agua debido a la descarga directa de aguas residuales sin tratar. Esto ha generado un impacto negativo en la salud de los pobladores, aumentando la incidencia de enfermedades de origen hídrico, como infecciones gastrointestinales y parasitarias. Para mitigar esta problemática, se ha identificado la necesidad de diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales que permita mejorar la calidad del agua y reducir los riesgos sanitarios asociados (GAD Cantón Quero, 2022).

Esta investigación tiene como finalidad el diseño de un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales. Para ello, se llevará a cabo un análisis detallado del efluente mediante la caracterización físico-química y microbiológica, utilizando diversos métodos de medición. Asimismo, se evaluará el caudal generado por la comunidad para determinar la capacidad adecuada del sistema. Con estos datos, se desarrollará un diseño óptimo que garantice la eficiencia operativa de la planta y su viabilidad económica, permitiendo a la comunidad contar con un sistema sostenible de saneamiento (Moya Medina, 2018).

2. Metodología

2.1. Selección de Muestra.

Las muestras fueron recolectadas de forma manual y clasificadas como de tipo simple. Posteriormente, se homogenizaron para conformar una muestra compuesta, lo que permitió obtener resultados más representativos y precisos en los análisis de laboratorio.

Los procedimientos de laboratorio fueron realizados por el laboratorio LASA. Se llevaron a cabo análisis físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales, cuyos resultados fueron comparados con los estándares establecidos en la Asamblea Nacional Constituyen del Ecuador, Anexo 1, Libro IV, Tabla 9, referente a los límites de descarga en cuerpos de agua. Los valores obtenidos en estos análisis se presentan en la tabla correspondiente.

Tabla 1

Parametros fuera de los limites permisibles

Parámetro	Resultado	Límite máximo permisible de descarga al alcantarillado	Límite máximo permisible de descarga a agua dulce
Aceites y grasas	72 mg/L	70 mg/L	30 mg/L
DBO	1974 mg/L	250 mg/L	100 mg/L
DQO	2620 mg/L	500 mg/L	200 mg/L
Tensoactivos	7.02 mg/L	2 mg/L	0.5 mg/L
Nitrógeno total	280 mg/L	60 mg/L	50 mg/L
Sólidos suspendidos totales	387 mg/L	220 mg/L	130 mg/L
Sólidos sedimentables	1930 mg/L	20 g/L	-

2.2. Determinación del Caudal de Ingreso.

Se midió el caudal en la entrada de la futura planta de tratamiento. Debido a un caudal extremadamente bajo, se realizaron mediciones adicionales en dos pozos cercanos para determinar la pendiente entre las tuberías, el diámetro y el material de las mismas. Estos datos fueron procesados en el software HCanales, permitiendo obtener un caudal de diseño preciso.

2.3. Diseño de las Unidades de Tratamiento

Tanque Repartidor y Cribado (Tratamientos Preliminares). Se estableció un sistema de cribado para la remoción de sólidos gruesos y finos, con rejillas de aberturas entre 5

mm y 9 cm, evitando obstrucciones en las siguientes etapas del tratamiento (Secretaría del Agua, 2012).

Bypass (Tratamiento Preliminar). El sistema de tratamiento preliminar incluye un bypass que permite la derivación del flujo en caso de sobrecarga hidráulica o mantenimiento del sistema.

Tanque Séptico. El diseño del tanque séptico se basó en la metodología de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), calculando el tiempo de retención hidráulica, volumen de sedimentación, volumen de digestión de lodos y volumen teórico requerido (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente. El diseño del filtro se realizó conforme a la normativa de CONAGUA (2015), determinando el área superficial, volumen total, altura del lecho filtrante (0.8 m a 3 m), tiempo de residencia hidráulica (4 a 10 horas) y carga orgánica volumétrica (0.15 a 0.75 kg DBO/m²*día) (Comisión Nacional del Agua, 2016).

Lecho de Secado de Lodos. Se calcularon parámetros como la carga de sólidos, volumen diario de lodos digeridos y el área del lecho de secado, con base en la normativa de la OPS, estableciendo un porcentaje de sólidos entre 8% y 12%.

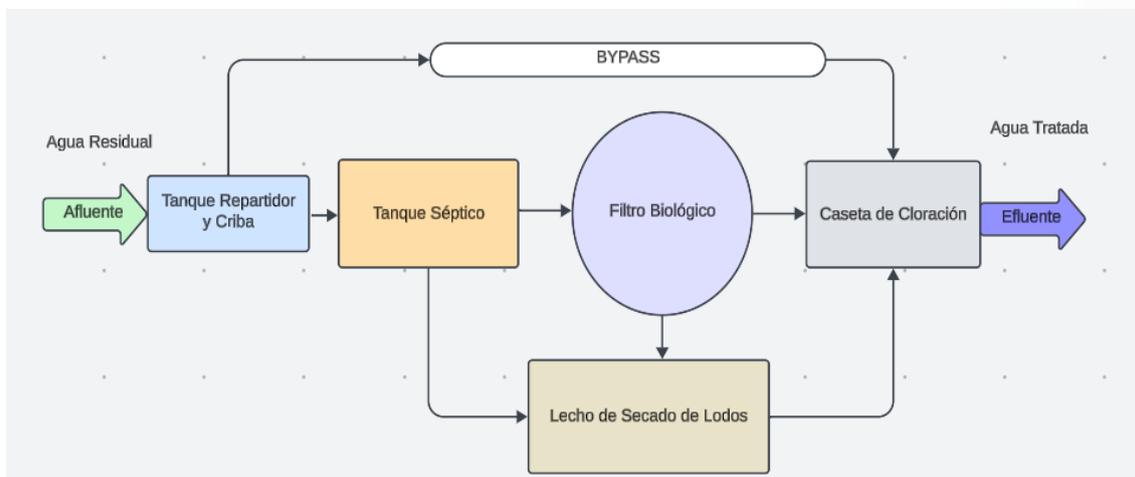
Desinfección y Tratamiento Terciario. Se incluyó un sistema de cloración para la desinfección final del efluente, mediante la adición de cloro o hipoclorito, garantizando el cumplimiento de los límites de descarga establecidos en la normativa vigente.

La metodología aplicada permite garantizar un diseño eficiente y sostenible de la planta de tratamiento de aguas residuales, contribuyendo a la mejora ambiental y sanitaria de la comunidad.

La propuesta para la planta de tratamiento de Hualcanga San Luis contempla un diseño integral que abarca varias etapas clave. En los tratamientos preliminares se incluirán un tanque repartidor, un sistema de cribado y bypass enfocados en la separación inicial de sólidos. En la etapa de tratamiento primario, se contará con un tanque séptico y un lecho de secado de lodos, diseñados para la sedimentación y el manejo adecuado de residuos sólidos. Por su parte, el tratamiento secundario se basará en un filtro biológico que permitirá la depuración adicional del agua. Finalmente, el tratamiento terciario incluirá una caseta de cloración para garantizar la desinfección y calidad del agua tratada antes de su disposición final (Altamirano et al., 2019).

Figura 1

Esquema de planta de tratamiento de aguas residuales



Nota: El esquema representa el proceso de tratamiento de aguas residuales, incluyendo etapas de separación de sólidos, filtración biológica y cloración para la depuración del agua antes de su disposición final. El diseño se basa en normativas técnicas nacionales e internacionales aplicables al tratamiento de aguas residuales.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta el dimensionamiento de cada elemento:

Tabla 2

Tanque Repartidor Propuesto

Medida	Dimensión	Unidad
Largo del tanque exterior	2	m
Ancho del tanque exterior	1.2	m
Altura total del tanque	1.5	m
Altura de Grada	0.3	m
Espesor de paredes	0.15	m
Barras	21	u
Espaciado de Barras	4.4	cm

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3

Tanque Septico Propuesto

Medida	Dimensión	Unidad
Largo del tanque interna	8	m
Ancho del tanque interna	6.5	m
Altura total del tanque interna	2.5	m
Altura de Grada	0.3	m
Espesor de paredes	0.3	m
Volumen de Sedimentación	91.39	m ³
Período de Retención	0.25	días
Volumen del Tanque	130	m ³

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

Lecho de secado de Lodos Propuesto

Medida	Dimensión	Unidad
Largo del tanque interno	8	m
Ancho del tanque interno	5	m
Altura total del tanque	1.5	m
Altura de Grada	0.64	m
Espesor de paredes	0.2	m
Volumen de lodos digeridos	318.52	$\frac{lt}{día}$
Volumen de lodos a extraerse	14.33	m ³
Área de lecho de secado de lodos	40	m ²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Filtro Biológico Propuesto

Medida	Dimensión	Unidad
Diámetro interno del tanque	7.7	m
Diámetro externo del tanque	8.3	m
Altura total del tanque	3.5	m
Espesor de paredes	0.3	m
Área superficial del filtro	46.57	m ²
Carga orgánica volumétrica total	3.54	$\frac{kg\ DBO}{m^3 \cdot día}$
Carga orgánica volumétrica en el medio filtrante	4.77	$\frac{kg\ DBO}{m^3 \cdot día}$
Tiempo de retención hidráulica real	9.93	horas
Eficiencia esperada de remoción	72.40	%
Concentración de DBO esperada en el líquido de salida	1551.40	$\frac{mg\ O_2}{l}$
Verificación de la carga hidráulica superficial	6.28	$\frac{m^3}{m^2 \cdot día}$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Caseta de Cloración Propuesta

Medida	Dimensión	Unidad
Largo	4	m
Ancho	3	m
Altura	3	m
Espacio para cilindros	12	m * Cilindro

Fuente: Elaboración Propia

3. Resultados

El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en la comunidad de Hualcanga San Luis establece mejoras en cada etapa del proceso, desde el pretratamiento hasta el tratamiento terciario. A continuación, se presentan los resultados propuestos para cada componente:

El tanque repartidor tiene dimensiones óptimas para contener y repartir el caudal entrante de 3.39 lt/s.

El cribado se diseña con una rejilla de 21 barras, lo que permite una adecuada retención de sólidos y cumple con los criterios de separación. El bypass mantiene su operatividad, aunque su línea de conducción será reubicada para optimizar el flujo hacia el filtro biológico.

En cuanto al tanque séptico, el volumen total propuesto es de 130 m³, superando el volumen teórico calculado de 123.49 m³, lo que garantiza su capacidad de almacenamiento y tratamiento.

El lecho de secado de lodos tendrá un área de 40 m², superior a los 35.83 m² requeridos, asegurando su funcionalidad. En el tratamiento secundario, el filtro biológico presenta deficiencias en la carga orgánica volumétrica (COV) y la concentración de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en el efluente. La carga orgánica volumétrica obtenida es de 3.54 kg DBO/m³día, cuando el rango recomendado es de 0.15 - 0.5 kg DBO/m³día. Asimismo, la DBO en el efluente alcanza los 1551.40 mg O₂/L, cuando el límite máximo permitido es de 100 mg O₂/L.

Para corregir estas deficiencias, se ha incorporado una caseta de cloración en el tratamiento terciario, la cual permitirá reducir los niveles de contaminantes remanentes y mejorar la calidad del agua tratada.

4. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la propuesta de rediseño optimiza significativamente la funcionalidad de la PTAR de Hualcanga San Luis. La inclusión de un sistema de cribado adecuado permite la retención eficiente de sólidos gruesos, evitando obstrucciones en las etapas posteriores del tratamiento.

El tanque séptico propuesto presenta un volumen adecuado para la sedimentación y almacenamiento de lodos, asegurando un tiempo de retención suficiente para la separación de sólidos y materia orgánica. Adicionalmente, el lecho de secado de lodos cumple con los requisitos de diseño, garantizando una gestión eficiente de los residuos generados en el proceso.

Sin embargo, el filtro biológico presenta deficiencias en el cumplimiento de los parámetros normativos. La alta carga orgánica volumétrica y la concentración elevada de DBO en el efluente indican que este sistema no es completamente eficiente en la remoción de materia orgánica. Para mitigar este problema, se ha implementado una caseta de cloración que permitirá la desinfección final del agua tratada, garantizando que el efluente cumpla con los estándares ambientales establecidos.

En general, el rediseño de la PTAR permite una mejora sustancial en la calidad del tratamiento de aguas residuales, asegurando la funcionalidad de cada etapa y permitiendo la disposición final del agua con menores riesgos de contaminación.

5. Conclusiones

- Se ha establecido un sistema de tratamiento que integra un tanque repartidor, criba, bypass, tanque séptico, filtro biológico, lecho de secado de lodos y caseta de cloración, permitiendo un manejo eficiente del caudal proyectado de 3.39 L/s y asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.
- Se determinó que el tanque séptico cuenta con un volumen de 130 m³, superior al teórico calculado de 123.49 m³, lo que garantiza una adecuada retención y sedimentación de sólidos. Además, el lecho de secado de lodos, con un área de 40 m², permite una disposición efectiva de los residuos generados en el proceso.
- Se identificó que el filtro biológico presenta una sobrecarga orgánica que impide alcanzar los niveles óptimos de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), lo que hace necesaria la incorporación de una caseta de cloración para garantizar la calidad final del efluente.
- La implementación del sistema de cloración permite reducir los contaminantes remanentes y mejorar la calidad del agua tratada, asegurando que el efluente cumpla con los estándares de calidad ambiental y minimizando el impacto de las aguas residuales en el entorno.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias bibliográficas

- Altamirano, F., Peñaherrera, C., & Almestaar Carmelino. (2019). *Reaprovechamiento de aguas grises, una revisión de las alternativas como un atenuante ambiental* [Tesis de Grado, Universidad Peruana Unión, Tarapota, Perú].
<https://repositorio.upeu.edu.pe/items/179d69b6-8f11-457c-9ff4-ca913cc3c127>

- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador* [CRE]. Decreto Legislativo 3516, Registro Oficial Suplemento 2 (31 marzo 2003), Estado Vigente. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf>
- Comisión Nacional del Agua. (2016). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Introducción al Tratamiento de Aguas Residuales Municipales*. Comisión Nacional del Agua. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>
- GAD Cantón Quero. (2022). *Plan De Uso Y Gestión Del Suelo Del Cantón Quero 2022 - 2034*. GAD QUERO. <https://quero.gob.ec/historico/index.php/component/phocadownload/category/10-rendicion-de-cuentas?download=2214:ord-pugs22>
- GAD PARROQUIAL RUMIPAMBA. (2023). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parraquia Rumipamba*. GAD Rumipamba Quero. <https://www.gadrumipambaquero.gob.ec/archivos/2022/links/PDOT-RUMIPAMBA -QUERO- TUNGURAHUA.pdf>
- Gil Rebolledo, W. J., Zambrano, C. E., & Rodríguez Gómez, P. J. (2024). Impacto socio ambiental del sistema de alcantarillado sanitario implementado por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda en el Cantón Quevedo. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 5(1), 3287 – 3297. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1833>
- Grupo Banco Mundial. (2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*. BANCO MUNDIAL. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>
- Guerra Herrera, G. C., & Logroño Naranjo, S. I. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 73-87. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783>
- López, D., Jaramillo, E., & Ramírez, A. (2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. *HOLOPRAXIS. Revista De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 4(1), 082-094. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/holopraxis/article/view/3066>

Morales, S., Morales-Fiallos, F., Mayacela, M., & Renteria, L. (2023). Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad Chiquicha Centro perteneciente al cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, Ecuador.

Investigación y Desarrollo, 18(1). <https://doi.org/10.31243/ID.V18.2023.2386>

Moya Medina, D. (2018). Metodología de Diseño del Drenaje Urbano [Trabajo de Investigación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador].

<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-tecnica-de-ambato/alcantarillado/libro-de-alcantarillado-dm/44786552>

OMS. (2022). *Agua y Saneamiento*. Organización Panamericana de la Salud.

<https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía Para El Diseño De Tanques Sépticos, Tanques Imhoff Y Lagunas De Estabilización*. Organización Panamericana de la Salud.

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OPS%202005.%20Gu%20para%20el%20dise%20de%20tanques%20s%20pticos.pdf

Ponce-Vinces, M. L., Choez-Pilay, J. G., & Murillo-Baque, D. S. (2024). Diseño de una red de alcantarillado sanitario en la ciudad de Manta, Ecuador. *MQR Investigar*,

8(3), 240-274. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.240-274>

Secretaría del Agua. (2012). Código Ecuatoriano De La Construcción De Parte IX Obras Sanitarias. Registro Oficial 6 (18 agosto 1992).

<https://inmobiliariadja.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/norma-co-10-7-602-poblacion-mayor-a-1000-habitantes.pdf>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

