

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



EFICIENCIA DE LA OZONIZACIÓN EN LA MEJORA DE LA
CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DE EFLUENTES
MUNICIPALES EN OTUZCO, 2025

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

Br. Olivares Bazán, Jimmy Franck Christian
<https://orcid.org/0000-0002-9891-7153>

ASESOR

Mg. Moya Egoavil, Carlos Gabriel
<https://orcid.org/0000-0002-8072-2796>

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad del agua y saneamiento

TRUJILLO - PERÚ

2025

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Yo, Carlos Gabriel Moya Egoavil con DNI N°40820768, como asesor del trabajo de investigación titulado **“EFICIENCIA DE LA OZONIZACIÓN EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DE EFLUENTES MUNICIPALES EN OTUZCO, 2025”**, desarrollado por el egresado Jimmy Franck Christian Olivares Bazán con DNI N° 70166936 del Programa de estudios de Ingeniería Ambiental; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Carlos Gabriel Moya Egoavil

Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MS. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

A Dios

Por ser mi guía en cada paso dado, por darme la fuerza, salud, y constancia para culminar exitosamente mi objetivo declarado, por acompañarme siempre en el camino correcto, por darme salud, la fuerza y sabiduría para poder cumplir exitosamente una de las metas más importantes de mi vida sin desvanecer en el camino.

A mis padres

Por ser el pilar de mi vida y haberme instruido como persona para obtener cada logro de mi vida profesional. Gracias a mis padres Carlos Olivares y Elia Bazán por inculcarme la constancia y perseverancia a tener en cada etapa, ser mi principal fuente de apoyo quienes no dudaron de mí y a lo largo del camino me brindan la disciplina necesaria para así concluir mis objetivos propuestos.

El autor

Jimmy Franck Christian Olivares Bazán

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, al Padre Celestial, quien se ha encargado siempre de iluminar nuestro camino, nos ha acompañado en todo momento, tanto buenos como malos, siempre brindando fortaleza, sabiduría y salud todas estas necesarias para salir adelante y luchar día a día para lograr nuestras metas propuestas, tanto académicas como profesionales.

En segundo lugar, a nuestros padres, quienes son el motor que nos ayuda a impulsarnos en esta vida, brindando esperanza para lograr nuestros sueños, quienes nos acompañaron día y noche, en los momentos difíciles y noches de desvelo y estudio. Siempre han sido nuestros mejores guías de vida. En estos momentos que concluimos nuestros estudios, nos sentimos totalmente agradecidas a ustedes y dedicamos este logro a ustedes, amados padres.

A nuestros docentes, quienes compartieron y volcaron todos sus conocimientos y experiencias en nuestra formación profesional, siempre llenos de palabras sabias, sus enseñanzas precisas y en algunos casos trato riguroso, a ustedes nuestros profesores queridos, les debemos nuestra formación profesional. Cada paso que demos, siempre estarán presentes y acompañándonos con sus sabios consejos. Todos los conocimientos transmitidos hacia nosotras germinaron como una semilla que se implantó en nuestra alma y espíritu. Gracias por toda la paciencia al momento de compartir su invaluable sabiduría y experiencia, por toda la tolerancia y dedicación al momento de dar cátedra, en especial a mi asesor Mg. Carlos Moya Egoavil, quien con sus consejos certeros siempre me ayudó a generar las ideas necesarias para culminar este proyecto que hoy se ha finalizado. Gracias por sus orientaciones, por la confianza que depositó en nosotras, por su paciencia y lo más importante por ser nuestra guía indispensable de este proyecto en base de su experiencia y sabiduría para lograr el título de Ingeniero Ambiental.

El autor

Jimmy Franck Christian Olivares Bazán

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Jimmy Franck Christian Olivares Bazán , con **DNI N.º 70166936**, egresado del **Programa de estudios Ingeniería Ambiental** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“EFICIENCIA DE LA OZONIZACIÓN EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DE EFLUENTES MUNICIPALES EN OTUZCO, 2025”**, el cual consta de un total de **58 páginas**, incluyendo tablas y figuras y **5 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

El autor



Jimmy Franck Christian Olivares Bazán

DNI 70166936

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	6
ÍNDICE.....	7
INDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE GRAFICOS.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. METODOLOGÍA	29
2.1. Enfoque, tipo	29
2.2. Diseño de investigación.....	29
2.3. Población, muestra y muestreo.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	30
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	31
2.6. Aspectos Éticos de Investigación	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	45
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Datos de la ubicación de la zona de muestreo para las muestras de efluentes municipales en Otuzco alrededor del Rio Pollo.	33
Tabla N° 2: Datos recolectados de las mediciones de los parámetros físicos como TDS, EC, Temperatura, pH y ORP antes de la exposición del ozono.	35
Tabla N° 3: Datos recolectados de las mediciones de los parámetros físicos como TDS, EC, Temperatura, pH y ORP después de la exposición del ozono.	35
Tabla N° 4: Datos recolectados del TDS de las muestras de agua, antes y después de la exposición de ozono (10 min)	36
Tabla N° 5: Tabla de la media y desviación estándar del parámetro de TDS antes y después del tratamiento	36
Tabla N° 6: Resultados de la prueba de Wilcoxon para el parámetro de TDS antes y después del tratamiento.	37
Tabla N° 7: Datos recolectados de la conductividad de muestras de agua, antes y después de la exposición de ozono (10 min)	38
Tabla N° 8: Tabla de la media y desviación estándar del parámetro de conductividad antes y después del tratamiento.	38
Tabla N° 9: Resultados de la Prueba de Wilcoxon para Conductividad (EC) antes y después del tratamiento.	39
Tabla N° 10: Datos recolectados del pH de muestras de agua, antes y después de la exposición de ozono (10 min)	40
Tabla N° 11: Medias de la media y desviación estándar de pH.	40
Tabla N° 12: Resultados de la Prueba t de Student para pH.	41
Tabla N° 13: Datos recolectados del ORP de muestras de agua, antes y después de la exposición de ozono (10 min)	42
Tabla N° 14: Medida de media y desviación estándar para el ORP antes y después del tratamiento.	42
Tabla N° 15: Resultados de la Prueba t de Student para ORP.	43
Tabla N° 16: La eficiencia del proceso de ozonización.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:Metraje de zona trabajo / rio pollo 0.86 kilómetros = 861 metros.	34
Figura N° 2:Distribución de las 10 muestras alrededor de la red de efluentes municipales.	34
Figura N° 3: Técnicas de recolección de muestras.....	57
Figura N° 4:Recolección de muestras en efluente municipal.....	57
Figura N° 5:Muestras de agua residual en laboratorio.	58
Figura N° 6:Medición de pH, ORP, TDS, Conductividad en muestras.	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica N° 1: Análisis grafico de las muestras de la tabla N° 4.....	37
Gráfica N° 2: Análisis gráfico de las muestras de la tabla N° 5.....	39
Gráfica N° 3:Análisis grafico de las muestras de la tabla N° 6.....	41
Gráfica N° 4:Análisis grafico de las muestras de la tabla N° 12.....	43

RESUMEN

El presente estudio evalúa la eficiencia del tratamiento por ozonización en la reducción de la contaminación de aguas residuales de efluentes municipales en la provincia de Otuzco, región La Libertad, Perú, durante el año 2025. Se analizaron las características físicas y químicas del agua residual antes y después del tratamiento con ozono durante 10 minutos, incluyendo pH, sólidos disueltos totales (TDS), conductividad y potencial de oxidación-reducción (ORP). Se utilizaron muestras de agua residual provenientes del alcantarillado municipal de Otuzco, se compararon los resultados antes y después del tratamiento para evaluar la eficiencia del proceso de ozonización. Como resultado del tratamiento por ozonización durante 10 minutos redujo la contaminación del agua residual en un 24%. Se observó una disminución significativa en los parámetros físicos y químicos. Los resultados del presente estudio coinciden con investigaciones previas que han demostrado la efectividad del tratamiento por ozonización en la reducción de la contaminación del agua residual. Este tratamiento puede ser utilizado para mejorar la calidad del agua y el empleo para actividades antropogénicas como el riego y procesos industriales. Se recomienda extender la investigación para evaluar el efecto de diferentes tiempos de exposición al ozono en la mejora de la calidad del agua residual.

Palabras clave: ozonización, agua residual, efluente municipal, exposición.

ABSTRACT

This study evaluates the efficiency of ozonation treatment in reducing wastewater pollution from municipal effluents in the province of Otuzco, La Libertad region, Peru, during the year 2025. The physical and chemical characteristics of the wastewater were analyzed before and after 10 minutes of ozone treatment, including pH, total dissolved solids (TDS), conductivity, and oxidation-reduction potential (ORP). Wastewater samples from the Otuzco municipal sewer system were used, and the results before and after treatment were compared to evaluate the efficiency of the ozonation process. The 10-minute ozonation treatment reduced wastewater pollution by 24%. A significant decrease in the physical and chemical parameters was observed. The results of this study are consistent with previous research that has demonstrated the effectiveness of ozonation treatment in reducing wastewater pollution. This treatment can be used to improve water quality and suitability for anthropogenic activities such as irrigation and industrial processes. Further research is recommended to evaluate the effect of different ozone exposure times on improving wastewater quality.

Keywords: ozonation, wastewater, municipal effluent, exposure.

Anexo 5: Reporte de Turnitin



19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 15% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante	Universidad Catolica de Trujillo on 2024-12-02	2%
2	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-11-29	2%
3	Internet	revista.uct.edu.pe	2%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-06-17	1%
5	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
6	Internet	dspace.unitru.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-09-25	<1%
8	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
9	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
10	Trabajos del estudiante	PREGRADO on 2025-09-30	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad de Monterrey on 2024-11-29	<1%

Anexo 6: Reporte de Escritura de Inteligencia Artificial



Página 1 de 60 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541864840

JIMMY FRANCK CHRISTIAN OLIVARES BAZAN

INFORME DE TESIS - JIMMY OLIVARES BAZÁN-

 INFORMES DE TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:541864840

Fecha de entrega

18 dic 2025, 9:37 GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2025, 11:44 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME DE TESIS - JIMMY OLIVARES BAZÁN-.docx

Tamaño del archivo

4.2 MB

58 páginas

13.511 palabras

76.251 caracteres



Página 1 de 60 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::3117:541864840

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

Aviso legal

Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

