UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

“Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA: Solansh Ludwica Ramos Lazaro

ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo

HUÁNUCO – PERÚ

2024

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76692031

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vasquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 22 del mes de octubre del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2235-2024-D-FI-UDH,** para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE UN LOMBRIFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN EN EL RIO HUANCACHUPA, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN, HUÁNUCO 2024",** presentado por el (la) Bach. **RAMOS LAZARO, SOLANSH LUDWICA,** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 16:08 horas del día 22 del mes de OCTUBRE del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO, de la investigación titulada "Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024", con asesor SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS, designado mediante documento: RESOLUCIÓN Nº 369-2022-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 31 de octubre de 2024

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

5. Ramos Lazaro, Solansh Ludwica.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	10%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1%

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a la persona que siempre estuvo a mi lado, apoyándome para lograr todas mis metas, es mi motor, mi inspiración, mi apoyo incondicional, **mi madre**

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme salud, sabiduría, fortaleza y guiarme en cada paso que doy.

A mi madre, Elizabeth Lázaro Huamán, por ser la autora principal y agradezco el hecho de que me hayas motivado, amado y apoyado, ya que ha influido en la persona en la que me he convertido hoy.

A los profesores y tutores de nuestra universidad, Mg. Perfecta Sofía Valdivia Martel, al Ing. Simeón Calixto Vargas, Mg, Frank Cámara Llanos, al Mg. Vásquez Baca, Yasser, debido a su conocimiento riguroso y precisos.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTO III
ÍNDICE IV
ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE FIGURAS VIII
RESUMEN XI
ABSTRACT XII
INTRODUCCIÓN XIII
CAPITULO I 15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL 18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 18
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN 18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN 20
1.6.1. VIABILIDAD SOCIAL 21
CAPITULO II 22
MARCO TEÓRICO 22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES 25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES 28
2.2. BASES TEÓRICAS 30
2.2.1. MARCO LEGAL SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL EN EL PERÚ 30
2.2.2. MARCO INSTITUCIONAL SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS

RESIDUALES DEL PERÚ 31
2.2.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTOS CONVENCIONALES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICOS 32
2.2.4. IMPACTOS A LA SALUD HUMANA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS 36
2.2.5. AGUA RESIDUAL 37
2.2.6. LOMBRIFILTRO 39
2.2.7. DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LOMBRIFILTRO 44
2.2.8. TASA DE RIEGO 45
2.2.9. TIEMPO DE RETENCIÓN 46
2.2.10. EFICIENCIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA 46
2.2.11. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE EISENIA FOETIDA EN LOMBRIFILTROS 47
2.2.12. MARCO LEGAL 48
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 49
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL 50
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS 50
2.5. SISTEMA DE VARIABLES 51
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE 51
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE 51
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 52
CAPITULO III 53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 53
3.1.1. ENFOQUE 53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL 53
3.1.3. DISEÑO 53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 54
3.2.1. POBLACIÓN 54
3.2.2. MUESTRA 55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 55
3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 55
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA

INFORMACIÓN 63
CAPITULO IV 64
RESULTADOS 64
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS 64
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS 85
4.2.1. PLANTEO DE LA HIPÓTESIS DEL INVESTIGADOR 85
4.2.2. ELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA 85
CAPITULO V 88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 88
CONCLUSIONES 91
RECOMENDACIONES 93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94
ANEXOS 99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Volumen de Agua Residual Doméstica del año 2015-2021 16
Tabla 2 Estándar de calidad ambiental para agua Categoría 3, D1: Riego de vegetales D2: Bebida de animales..... 49
Tabla 3 Coordenadas UTM-WGS-84 Zona 18S, Ubicación del domicilio 54
Tabla 4 Tiempo de adaptación de lombrices 58
Tabla 5 Tiempo de adaptación de cada capa 59
Tabla 6 Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras..... 62
Tabla 7 Características fisicoquímico del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstico 64
Tabla 8 Características microbiológico del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico 70
Tabla 9 Prueba de normalidad de shapiro Wilk 75
Tabla 10 Prueba de hipótesis con T Student para muestras relacionadas, indicadores fisicoquímicos 86
Tabla 11 Prueba de hipótesis con T Student para muestras relacionadas, indicadores microbiológicos 86
Tabla 12 Parámetros 87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de Tohá 40
Figura 2 Lombriz roja californiana 42
Figura 3 Ciclo de vida 44
Figura 4 Pozo séptico 54
Figura 5 Lombriz roja californiana 57
Figura 6 Características fisicoquímico del parámetro de Potencia de Hidrógeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica 65
Figura 7 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de pH 65
Figura 8 Características fisicoquímico del parámetro de turbiedad del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica 66
Figura 9 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Turbiedad 66
Figura 10 Características fisicoquímico del parámetro de color del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica 67
Figura 11 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de color ... 67
Figura 12 Características fisicoquímico del parámetro de oxígeno disuelto del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica 68
Figura 13 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de oxígeno disuelto 68
Figura 14 Características fisicoquímico del parámetro de conductividad eléctrica del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica 69

Figura 15 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de conductividad eléctrica..... 69
Figura 16 Características microbiológico del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico..... 71
Figura 17 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Demanda Bioquímica Oxígeno..... 71
Figura 18 Características microbiológico del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico..... 72
Figura 19 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Demanda Química Oxígeno..... 72
Figura 20 Características microbiológico del parámetro de Coliformes Termotolerantes del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstica..... 73
Figura 21 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Coliformes Termotolerantes..... 73
Figura 22 Características microbiológico del parámetro de Escherichia Coli del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstica..... 74
Figura 23 Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Escherichia Coli..... 74
Figura 24 Histograma de normalidad del parámetro de Ph Pre tratamiento 76
Figura 25 Histograma de normalidad del parámetro de pH Pos tratamiento 76
Figura 26 Histograma de normalidad del parámetro de Turbiedad pos tratamiento..... 77
Figura 27 Histograma de normalidad del parámetro de Turbiedad pre tratamiento..... 77
Figura 28 Histograma de normalidad del parámetro de Color pos tratamiento 78

Figura 29 Histograma de normalidad del parámetro de Color pre tratamiento 78
Figura 30 Histograma de normalidad del parámetro de Conductividad Eléctrica pre tratamiento 79
Figura 31 Histograma de normalidad del parámetro de Conductividad Eléctrica pos tratamiento 79
Figura 32 Histograma de normalidad del parámetro de Oxígeno Disuelto pre tratamiento 80
Figura 33 Histograma de normalidad del parámetro de Oxígeno Disuelto pos tratamiento 80
Figura 34 Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno pre tratamiento 81
Figura 35 Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno pos tratamiento 81
Figura 36 Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Química de Oxígeno pre tratamiento 82
Figura 37 Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Química de Oxígeno pos tratamiento 82
Figura 38 Histograma de normalidad del parámetro de Escherichia Coli pos tratamiento 83
Figura 39 Histograma de normalidad del parámetro de Escherichia Coli pos tratamiento 83
Figura 40 Histograma de normalidad del parámetro de Coliforme Termotolerante pre tratamiento 84
Figura 41 Histograma de normalidad del parámetro de Coliforme Termotolerante pos tratamiento 84

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar el efecto de efecto del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa. La metodología fue de tipo experimental con un proyecto piloto con enfoque cualitativo. Para determinar la eficacia se enviaron muestras al laboratorio de la DIRESA – HUÁNUCO se evaluaron los parámetros fisicoquímico y microbiológico que fueron comparados según lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM. Los resultados demuestran una gran reducción de 1676 NMP/100 ml a 249.20 NMP/ 100 ml Coliformes Termotolerante (85%), Echerichia Coli 4240 NMP/ 100 ml a 176 NMP/ 100 ml (95.84%); Demanda Biológica de Oxígeno 19.26 mg/L a 5.49 mg/L (71.49%); Demanda Química de Oxígeno 45.12 mg/L a 12.34 mg/L (72.65%); Oxígeno Disuelto 2.70 mg/L a 5.88 mg/L (99.2%); Turbiedad 68.20 Unt a 10.20 Unt (85%); Color 506.80 pt/co a 84.40 pt/co (83.34%); Conductividad Eléctrica 1102.60 µS/cm a 459 µS/cm (58.37%); Potencia de Hidrógeno paso de alcalina (8.06) a neutro (7.80), en conclusión el lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales tuvo un claro efecto en los parámetros de coliformes termotolerante, Echerichia coli; Demanda Biológica de Oxígeno; Demanda Química de Oxígeno; Oxígeno Disuelto; Turbiedad; Color; Conductividad Eléctrica, Potencia de Hidrógeno en la minimización de parámetros fisicoquímico y microbiológico. Esta afirmación está haciendo con un nivel de significancia de 5%.

Palabras clave: lombrifiltro, reducción, aguas residuales, parámetros fisicoquímicos y microbiológico.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of an "Aerobic Dynamic Biofilter" for the treatment of wastewater discharged into the Huancachupa River. The methodology involved an experimental approach with a qualitative pilot project. Samples were sent to the DIRESA HUANUCO laboratory for analysis of the physicochemical and microbiological parameters, which were compared according to the Environmental Quality of Water Standard (ECA-Water) Category 3: Irrigation of vegetables and animal drinker, D.S N° 004-2017- MINAM. The results showed a significant reduction from 1676 NMP/ 100 ml to 249.20 NMP/ 100 ml for thermotolerant coliforms (85%), from 4240 NMP/ 100 ml to 176 NMP/ 100 ml for E. coli (95.84%); Biological Oxygen Demand from 19.26 mg/L to 5.49 mg/L (71.49%); Chemical Oxygen Demand from 45.12 mg/L to 12.34 mg/L (72.65%); Dissolved Oxygen from 2.70 mg/L to 5.88 mg/L (99.2%); Turbidity from 68.20 NTU to 10.20 NTU (85%); Color from 506.80 Pt/Co to 84.40 Pt/Co (83.34%); Electrical conductivity from 1102.60 µS/cm to 459 µS/cm (58.37%); Hydrogen power concentration from alkaline (8.06) to neutral (7.80). In conclusion, the aerobic dynamic biofilter for wastewater treatment had a clear effect on thermotolerant coliforms, E. coli, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, dissolved oxygen, turbidity, color, conductivity electrical energy and the concentration of hydrogen power by reducing physicochemical and microbiological parameters. This statement is made considering a significance level of 5%.

Keyword: aerobic dynamic biofilter, reduction, wastewater, physicochemical and microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

La natalidad del país y crecimientos de las industrias nacionales y extranjera no solo genera problemas sociales sino, también problemas ambientales (contaminación del agua, suelo y aire). La contaminación del agua se da a partir de aguas servidas, restos de fertilizantes, residuos sólidos municipales, no municipales y hospitalarios, etc.

El aumento de la demanda del agua y energía está potencialmente relacionado con la expansión urbana y el movimiento migratorio de la población en relación al suministro del agua. La creciente demanda de agua provoca un aumento en los caudales de aguas residuales, lo que conlleva la presencia significativa de materia orgánica y nutrientes en el entorno. Es fundamental que se realice una planificación para asegurar el tratamiento de los efluentes al finalizar su recorrido por el drenaje, tanto como en a nivel nacional e internacional, en el procedimiento para tratar los efluentes, la reducción de materia orgánica es fundamental y se lleva a cabo en las PTAR a través de procesos primarios y secundarios. Este proceso permite reducir la alta concentración de contaminación presentes en los efluentes (García, 2014).

Aguas residuales: son las que se originan del consumo por parte de los seres humanos, utilizadas en las diferentes actividades cotidianas, debido a esto, se convierten en una amenaza dado que poseen diferentes sustancias y/o microorganismos capaces de perjudicar la salud tanto de las personas como los animales y el ecosistema. Bajo esta premisa, se consideran aguas de diversas fuentes, incluidas las aguas negras provienen de las viviendas y contienen heces humanas y orina humana, así como restos de papel higiénico personal, cocina y limpieza doméstica. Estos elementos se distinguen por la presencia de desechos orgánicos, microorganismos y compuestos residuales como jabones, detergentes, lejías y grasas (Araujo, lucana, 2019).

El Sistema Tohá popularmente llamado Lombrifiltro o Biofiltro Dinámico Aeróbico, este compuesto por diversas capas de filtrado en conjunto con

lombrices. Las lombrices consumen la materia orgánica que queda retenida en estas capas después de que las aguas residuales hayan pasado a través de ellas.

Este estudio está organizado en cinco capítulos, los cuales cubren distintos aspectos del tema como:

El primer capítulo, comprende desde la descripción del problema, formulación del problema, objetivo principal, justificación, limitación y viabilidad de la investigación.

El segundo capítulo comprende de antecedentes internacionales nacionales y locales, esto no da una amplia visión de la problemática, bases teóricas; definiciones para poder entender con más claridad, hipótesis, variables y operacionalización de las variables.

El tercer capítulo, comprende detallar el tipo de investigación (enfoque, alcance, diseño), población y muestra del estudio de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se usaron para el análisis del resultado obtenido.

El cuarto capítulo, comprende el procesamiento de datos y contraste de hipótesis de la investigación.

El quinto capítulo comprende presentar la contratación de los resultados del trabajo de investigación, conclusión, recomendación, referencia bibliográfica, anexos del desarrollo del proyecto de investigación.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La natalidad del país y crecimientos de las industrias nacionales y extranjera no solo genera problemas sociales sino también problemas ambientales (contaminación del agua, suelo y aire). La contaminación del agua se da a partir de aguas servidas, restos de fertilizantes, residuos sólidos municipales, no municipales y hospitalarios, etc.

Según las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI), la población peruana en el año 2016 ascendió aproximadamente 31,4 millones de habitante, con un porcentaje del 77 que correspondería a dicho índice. El 77.2% se refiere al área urbana, mientras que el 22.8% área rural. Según los registros de cobertura, se estima que en el entorno urbano la cifra llega al 94.5% del total de habitantes tiene acceso a servicios de agua potable, mientras que el 88.3% con servicios de alcantarillado. Según el ministerio de vivienda y saneamiento, en el ámbito rural y urbano, respectivamente hay 3.4 millones y 8.3 millones de peruanos que carecen de acceso a los servicios de agua potable y sistemas de alcantarillado (Ministerio de Vivienda y Saneamiento, 2017 D.S 018-2017-2021).

El aumento de la demanda del agua y energía está potencialmente relacionado con la expansión urbana y el movimiento migratorio de la población en relación al suministro del agua. La creciente demanda de agua provoca un aumento en los caudales de aguas residuales, lo que conlleva la presencia significativa de materia orgánica y nutrientes en el entorno. Es fundamental que se realice una planificación para asegurar el tratamiento de los efluentes al finalizar su recorrido por el drenaje, tanto como en a nivel nacional e internacional, en el procedimiento para tratar los efluentes, la reducción de materia orgánica es fundamental y se lleva a cabo en las PTAR a través de procesos primarios y secundarios. Este proceso permite reducir la

alta concentración de contaminación presentes en los efluentes (García, 2014).

Si bien es crucial tratar este efluente, el costo de hacerlo resulta excesivamente elevado. Actualmente, las tecnologías disponibles para tratar los efluentes no son lo suficiente sostenible como para satisfacer las necesidades; cada vez son mayores las demandas de depuración del agua, sus principales restricciones son dadas por su gran consumo energético y los elevados costos de mantenimiento significa grandes limitaciones. Por eso, en general estas alternativas no son exitosas (Crombet, Pérez y Avalos, 2013). Debido a esto, nos dice Fernández et al., (2008) que existe una gran cantidad de áreas rurales sin sistemas de drenaje adecuados que descargan aguas residuales directamente al suelo, rio, arroyos, lo cual provoca efectos perjudiciales para la salud y contaminación.

Durante el periodo 2016-2020, hubo una variación del 66.40% a 77.70%, existirá un incremento del 11.30%, SEDAPAL es responsable de los distritos del sur de lima, a partir de 2016, ha puesto en marcha la PTAR La chira que trata las aguas residuales. Esto explica el aumento mencionado anteriormente. Sin embargo, el porcentaje experimento una leve disminución en comparación con 2019 al reducir un 0.21% (Sunass, 2022).

Según la SUNASS, entre 2015 y 2021 m^3, fueron detectadas vertidos de aguas residuales provenientes de hogares sin tratamiento en el departamento de Huánuco.

Tabla 1
Volumen de Agua Residual Doméstica del año 2015-2021

Departamento	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Huánuco	10 526 166	10 181 638	10 293 541	10 724 665
	2019	**2020**	**2021**	
	11 859 623	11 280 068	11 753 126	

Nota. En la tabla 1 se visualiza que entre el año 2015 y 2021 hay un incremento considerable de Aguas Residuales Domésticas m sin previo tratamiento cada año

Por otro lado, en las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), con infraestructura deficiente, se enfrentan dificultades sobrecarga, lo que afecta la adecuada purificación de los efluentes. Además, aquellos que no están incluidos en la cobertura de saneamiento básico eliminan sus aguas residuales sin tratamiento alguno hacia cuerpos naturales, arroyos y áreas baldíos, o incluso las utilizan para regar cultivos. Esto figura un peligro para la salud como para el medio ambiente (OEFA, 2014).

Aguas residuales: son las que se originan del consumo por parte de los seres humanos, utilizadas en las diferentes actividades cotidianas, debido a esto, se convierten en una amenaza dado que poseen diferentes sustancias y/o microorganismos capaces de perjudicar la salud tanto de las personas como los animales y el ecosistema. Bajo esta premisa, se consideran aguas de diversas fuentes, incluidas las aguas negras provienen de las viviendas y contienen heces humanas y orina humana, así como restos de papel higiénico personal, cocina y limpieza doméstica. Estos elementos se distinguen por la presencia de desechos orgánicos, microorganismos y compuestos residuales como jabones, detergentes, lejías y grasas (Araujo, lucana, 2019).

El Sistema Tohá conocido también como Lombrifiltro o Biofiltro Dinámico Aeróbico. Se trata de un filtro percolador conformado por varias capas filtrantes y lombrices, Las lombrices consumen la materia orgánica que queda retenida en los distintos lechos filtrantes a través de los cuales percola el agua residual. Gracias al apoyo de FONDEF en el año 1994, se logró la construcción de la primera planta de tratamiento de aguas servidas para abastecer a una población de 1,000 personas en CEXAS, Melipilla, en la actualidad, el sistema de Tohá ha permitido implementar plantas de tratamiento tanto en chile como en otros pases como argentina, Paraguay, México, Bolivia, ecuador e India. (Sistema de Tohá).

La motivación que me llevo a realizar este trabajo de investigación es la posibilidad de ofrecer una solución mediante el lombrifiltro, es un método económico y fácil de operar. También quiero proporcionar datos que pueden servir como fundamento para estudios próximos relacionadas con esta materia de estudio.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la concentración de la materia orgánica antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?
- ¿Cuáles son las características físico-químicos del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?
- ¿Cuáles son las características microbiológico del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?

1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de la materia orgánica antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.
- Describir las características físico-químicas del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.
- Describir las características microbiológicas del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La expansión de la población y las diversas actividades humanas han dado lugar a diferentes formas de contaminación del medio ambiente, tales como el vertimiento de residuos sólidos en el agua, la emisión de gases tóxicos y la presencia de aguas residuales. Las últimas son la principal fuente de contaminación, ya que terminan en sistemas acuáticos superficiales, como ríos y pequeños cursos de agua, etc.

El 71.2 % de las zonas rurales en el Perú cuenta con accesos a aguas potable, mientras que el 24.6% en alcantarillado. Según estos datos, 3.4 y 8.3 millones de peruanos residiendo en zonas urbanas y rural que están privados de servicios imprescindible como el agua potable y alcantarillado (Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021, D.S 018 -2017-VIVIENDA).

Las aguas residuales provenientes de las viviendas circundantes están directamente contaminando este cuerpo de agua, ya que los desagües no se encuentran conectadas al sistema de alcantarillado local (Araujo, L., 2019).

Este estudio se origina debido a la urgencia de reducir la contaminación del agua en un área local determinado. El sistema Tohá se presenta como una alternativa amigable con el medio ambiente para depurar las aguas residuales tanto como de origen doméstico como industrial. Este sistema utiliza lombrices de la especie Eisenia Foetida con objetivo de eliminar o reducir los agentes contaminantes físicos, químicos, y biológicos que están presentes en estas aguas. El tratamiento produce agua debidamente tratada, así como residuos sólidos o lodos que debe ser desechado de forma segura para prevenir la generación de los malos olores y contaminantes. La contribución de esto es muy importante para la restauración del recurso hídrico y para reducir los efectos negativos en la salud y el medio ambiente (Ramón, León y Castillo, 2015).

Después de finalizar la investigación y obtener los resultados, se verificó que el incluir el lombrifiltro mejora la calidad del agua residual doméstica. Estos descubrimientos servirán como base para investigación futuras relacionadas con el tema.

Es por ello que se aporta información para que en proyectos futuros ésta sea como solución a este tipo de contaminación del agua residual doméstico mediante el uso del lombrifiltro cuyas características logren estar dentro de los parámetros límites máximo permisibles.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo esta investigación se necesitó un laboratorio de aguas acreditado por INACAL, con la cual no cuenta la Universidad de Huánuco. Por lo que se tuvo que acudir a un laboratorio acreditado para que el resultado tenga validez, que cuenta con todo el equipo necesario para analizar los parámetros y determinar la concentración, carga orgánica inicial y final del agua residual.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

En el estudio se puso énfasis en el desarrollo sostenible al tener como objetivo la optimización de los recursos y la reducción de la contaminación,

con miras a garantizar un futuro sostenible para este proyecto, teniendo en cuenta que en la actualidad las aguas residuales de zonas rurales no son tratadas, se vierte directamente a cuerpos de agua, este proyecto es económico; viable, es muy eficiente en la remoción de carga orgánica, remoción de contaminantes y microorganismos patógenos.

Desde el aspecto económico, representa una inversión accesible para aquellos interesados en implementar el lombrifiltro como tratamiento de agua residual doméstica, su mantenimiento es práctico, es económico ya que el agua es el recurso primordial para la humanidad.

Dentro de una viabilidad ambiental el lombrifiltro está a base de lombrices; la función básica es reducir la carga orgánica y ajustar los criterios que debe cumplir el agua residual.

1.6.1. VIABILIDAD SOCIAL

Está destinada desde una perspectiva social a las zonas rurales y público en general que pretendan implementar un tratamiento de agua residual, a través de nuevas soluciones para disminuir la contaminación del agua, de fácil elaboración y de costo accesible.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Bravo, (2019) *Diseño y evaluación del uso de lombrifiltro como alternativa al tratamiento de residuos líquidos industriales en el proceso de producción de carragenina chile, En resumen, nos dice:* la empresa Danisco Chile S.A se dedica a la fabricación de carragenina, un aditivo alimentario utilizado para gelificar, espesar y estabilizar en la industria de alimentos. Durante su proceso de producción, se producen desechos líquidos industriales (RILes), que actualmente son tratados a través de procesos de separación física, coagulación y floculación. Sin embargo, estos residuos presentan nivelas elevados tanto en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5). En este trabajo se buscó desarrollar una opción diferente en forma de biofiltro a nivel de laboratorio, con el propósito de disminuir los valores de DBO_5 y DQO en estos residuos, evitando la utilización de productos químicos o la generación de lodos. Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio usando un lombrifiltro compuesto por cuatro capas filtrantes, en las dos primeras capas se colocaron piedras a de diferentes tamaños, mientras que en la tercera capa se agregó arena. La última capa fue preparada con una mezcla de compost, aserrín y tierra de hoja donde fueron ubicados las lombrices, se realizaron dos pruebas utilizando la campaña 1041, una con RIL mezclando y otro sin diluir. Se utiliza un caudal de 2 litros por hora durante un periodo de retención hidráulico de dos horas. Se notó una reducción como resultado del 77% y 60% en DBO_5, un descenso del 78% y 58% en DQO, y una reducción del 98% y 97% en sólidos suspendidos totales para el RIL tratado diluido y no diluido, respectivamente. Estos valores se compararon con los datos de los resultados que han sido favorables, se ha analizado la posibilidad de implementar el sistema nivel

industrial teniendo en cuenta su viabilidad económica. Se tomó en cuenta un sistema conformado por varias capas de roca, seguida de roca fina y arena. Se cubrieron con una combinación de virutas, compost, y humus de lombrices. Según el análisis económico, se asume que el proyecto tendría viabilidad a gran escala para la campaña 1041, generando un incremento en el valor a cuál (VAN) de 2,53 millones de dólares en un periodo de 10 años. Es resumen, se comprobó la viabilidad de disminuir los niveles de DBO_5 y DQO en RIL es durante una campaña realizada por Danisco Chile. Estos resultados se confirman en otros resultados se confirman en otras campañas, esto sugeriría que la implementación y funcionamiento del lombrifiltro a gran escala el proyecto es factible tanto en términos técnicos como económicos.

Arango, (2003). *"Evaluación ambiental del sistema Tohá en la remoción de salmonella en aguas servidas domésticas" Santiago, Chile.* Es su tesis nos dice en la última década, chile ha incrementado su enfoque en la gestión ambiental del recurso hídrico. Eso se debe a medidas como la instrucción de las regulaciones ambientales y el esquema de purificación de las aguas en la región Gran Santiago. El sistema de Tohá, que emplea la tecnología del lombrifiltro, sobresale por su gran capacidad para eliminar de manera eficiente tanto materia orgánica como a organismos patógenos sin causar impacto negativo en el medio ambiente. Con el fin de determinar la capacidad del sistema para eliminar la salmonella, se recolecta 10 muestras de aguas residuales del Zanjón de la aguada entre los meses de julio y octubre. Estas muestras fueron sometidas a pruebas microbiológicas utilizando técnicas estándar como enriquecimiento, aislamientos, análisis bioquímicas y serologías. Se obtuvo una eficiencia del 80% en la eliminación de salmonella, junto con una disminución de coliformes totales y fecales en 6 escalas logarítmicas de (107 a 100). El sistema logró eliminar el 95% de DBO_5, un 80% de sólidos suspendidos totales (SST) y un 70% de nitrógeno y fósforo. Este cumple con la regulación con la Norma Chilena CHN 1.333 establece las pautas para utilizar aguas tratadas en el riego de cultivos. Se compararon dos plantas de

tratamiento para evaluar su sustentabilidad, considerando que ambas instalaciones sirven a una población de 14,000 habitantes y cumplen con las normativas de calidad del agua, la planta del Melón en la comuna de Nogales utiliza tecnologías de lombrifiltro, junto con su sistema basado en rayos ultravioleta para su desinfección. En San José de Maipo, aguas andinas ha construido otra planta que utiliza tecnología de zanjas de oxidación y cloración. Ambas plantas cumplen con los estándares de calidad del agua establecidos por las normas chilenas y la organización mundial de la salud tanto por efluentes vertidos en fuentes de agua como para su utilización en el riego. A pesar de ello, mantenimiento y operación; además de tener un menor consumo de energía, utiliza menos insumos y llevar una mejor gestión de residuos, no se incluye en esta comparativa el costo del terreno.

Castro, (2019) Estudio de viabilidad técnica y económica de la implementación del sistema tohá (lombrifiltro) para el tratamiento de las aguas residuales en el municipio de Tinjacá-Boyacá Colombia. En su tesis nos dice que el tratamiento de aguas residuales municipales antes de su vertimiento directo en cuerpos de agua es un desafío importante a nivel nacional. En el año 2016 de los 1122 municipios, solo un 62% (696) tenían sistemas de tratamientos de aguas residuales según SUPERSERVICIOS. Por otro lado, los restantes obtenían permisos para verter las aguas sin tratar, la que resultaba en la contaminación de cuerpos hídricos. En Boyaca, de sus 123 municipios, Tinjaca se encuentran entre los 84 (68%) que no disponen de un sistema de depuración de aguas residuales. Así que, se requiere establecer un sistema adecuado que tenga en cuenta tanto las necesidades como las limitaciones financieras del municipio. Por lo tanto, se plantea la posibilidad de investigar el lombrifiltro en Colombia, ya que hasta ahora ha recibido poca atención en este país. Esta tecnología podría ser una opción factible desde los aspectos técnicos y económicos para tratar las aguas residuales en Tinjaca-Boyaca. El tratamiento biológico de las aguas residuales se realizó utilizando un filtro que está compuesto por aserrín y gravas con diferentes granulometrías, esa tecnología utiliza la

tecnología aeróbica de la lombriz roja californiana (Eisenia Foetida) con método de purificación. De acuerdo a los datos obtenidos para una comunidad con 560 residentes y un caudal de agua de 1.35 l/s, se necesitan un lombrifiltro con una superficie de 117 m^2 y que tenga una duración estimada de 25 años. El costo total de la construcción es de $177.468.185,11. Los de operaciones y mantenimientos esta $38.614.288,00. Además, se aplica la metodología de Relación Beneficio Costo (RBC) para calcular que RBC es de 0,9217 en comparación con la tecnología de filtro anaeróbico ascendente (FAFA) propuesta por el equipo consultor de municipio en 2017, este sugiere que la inversión de operación y mantenimiento son prácticamente igual a los beneficios, lo cual implica una relación cercana a 1. Según sugiere esta tecnología es factible de implementar ya que en proyectos ambientales no se prevé una RBC mayo a 1.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Huisa, y Ordoñes, (2018). En su tesis: *"Eficiencia de lombrifiltro implementando la técnica de pared caliente en el tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado de Huaylacucho del distrito de Huancavelica - 2018"* En esta tesis, detalla una evaluación de efectividad del lombrifiltro, empleando la tecnología de pared caliente para la purificación del agua residual domésticas en Huaylacucho, en un centro poblado ubicado en el distrito de Huancavelica – 2018. Para iniciar el proceso del sistema de lombrifiltro, se procede a impulsar el efluente del tanque Imhoff hacia un depósito adicional con capacidad para almacenar 1100 litros. El sistema de lombrifiltro que tiene una capacidad de tratamiento de 250 Litros por día por metro cuadrado, y sus capas consisten en bolones, grava, chapas, aserrín, lombrices californianas (Eisenia Foetica) y corteza del tallo del árbol quinual. Para asegurar un riego uniforme, el agua residual se distribuye utilizando una manguera equipada con pequeños orificios. Además, se empleó la técnica de calefacción (pared caliente) para estimular el desarrollo de lombrices y

elevar la temperatura dentro del sistema de filtrado utilizando lombrices. Se realizaron las mediciones directas de pH, humedad y temperatura en el lugar, además se realizaron análisis de las aguas residuales para determinar la cantidad demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) y la presencia de coliformes termotolerantes tanto en la entrada como en la salida del lombrifiltro. La remoción alcanza por esta investigación fue de 62.5% en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) una eficiencia que puede llegar hasta el 53.25% en la concentración de coliformes termotolerantes con un tiempo de retención hidráulico de dos horas. Respecto a las condiciones del estrato habitado por las lombrices de la especie Eisenia Foetida, se controló el nivel promedio de humedad es del 80%, el pH oscila entre 6.5 y 8.5, y la temperatura media es de 15°c. en resumen, el sistema de lombrifitro demuestra la efectividad para la purificación de aguas residuales domésticas.

Quille, (2017). "*Microorganismos eficaces y lombrifiltro para la remoción de residuos lácteos de la planta quesera "la bodeguilla" – valle de Moquegua Puno, Perú".* Esta investigación tuvo como objetivo evaluar como los microorganismos eficaces y lombrifitro pueden ayudar a reducir la contaminación causada por los residuos lácteos de la industria quesera en la planta La bodeguilla – Valle de Moquegua provincia Mariscal Nieto, se instaló un sistema de filtración biológica conocido como lombrifiltro el cual consta de cuatro capas y se le añadieron lombrices. Las variables experimentales abarcaron los métodos de aplicación durante 4 semanas y la utilización de microrganismo eficaces, uso de lombrifiltro y combinación del uso de microorganismos eficaces y el lombrifiltro. Se evaluaron dos métodos en relación al parámetro de demanda química de oxígeno (DQO), el residuo lácteo tenía un DQO de 55530 mg/L, y los efluentes de los métodos aplicados presentaron las siguientes mediciones; la concentración de los microrganismos eficaces es de DQO 25200 mg/L, mientras la que del lombrifiltro DQO = 12000 mg/L, en el caso de utilizar ambos juntos, la concentración recomendada seria de DQO 13600 mg/L. El lombrifiltro demostró tener el mayor porcentaje de remoción de mayor DQO con un 78.39%, la combinación

de organismos eficaces con el lombrifiltro obtuvo buenos resultados, alcanzando un 75.51% de remoción. Por otro lado, la aplicación exclusiva de microorganismos eficaces (54.62%), a nivel estadístico se observa diferencias notables entre los métodos de aplicación en este nivel de confianza de 5%. Las características fisicoquímicas (SST, SS, DQO, DBO5, pH, A y G) de los efluentes para que cumpla con los límites máximos permitidos. Sin embargo, a excepción de la DQO y la DBO_5 para hacer vertidos la aplicación simultánea de microorganismo eficaces y lombrifiltro genera desfavorables en relación a las características microbiológicas (coliformes totales y termotolerantes) de los efluentes.

Umasi, (2020) en su tesis: *Evaluación de la eficiencia de un lombrifiltro (tres capas) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en el distrito de Cusipata-Cusco.* El objetivo de esta investigación es analizar como un sistema piloto compuesto por tres capas de biofiltro puede ser efectivo en el tratamiento de aguas residuales domésticas. El propósito de este estudio es determinar la eficacia del uso de un sistema piloto compuesto por un lombrifiltro de tres capas en el tratamiento y reutilización del agua residual con fines de riego en Cusipata. Para lograrlo, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para facilitar dicho tratamiento con el objetivo de promover la utilización y reciclaje del agua residual en el riego de plantas. de Cusipata, se procederá a realizar un examen detallado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Metodología: después de un periodo de siete días se procedió a realizar la adaptación de las lombrices antes de transferirlas al sistema de lombrifiltro. El lombrifiltro se encontraba conformado por una estructura de manera que alberga tres filtros, consiste en tres capas de material orgánico (compost y aserrín) junto con organismos vivos (Eisenia Foetica), culminando en una última capa compuesta de piedra, grava mediana y arena. Además, se contaba con un tanque que almacenaba agua residual y la suministra de forma constante al sistema (flujo continuo). El lombrifiltro funciono con una retención hidráulica de 8 horas y un flujo de caudal igual 0.77 litros por minuto. Los parámetros de DBO_5. DQO, SST, Escherichia Coli

obteniendo los siguientes resultados: la especie Eisenia foetida fue capaz de disminuir el DBO_5 en un 86%, 86% DQO, 95% SST y 99% Escherichia Coli, Concluyéndose lograron alcanzar valores aceptables para el uso de agua para el riego vegetal, tanto como restringido y como no restringido, así como el consumo por animales, tal y como lo estable el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Herrera (2022) en su tesis *"Efecto de la moringa (moringa oleífera) para la depuración de aguas residuales, de la localidad de Huancapallac del distrito de Quisqui, Huánuco - 2021"* el objetivo de la tesis fue demostrar como el uso de la moringa ayuda en la depuración de aguas residuales, en Huancapallac, se empleó una metodología de tipo cuantitativo, con un enfoque que busca explicar y un diseño experimental. La población considerada fue el agua residual municipal de Huancapallac, ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 sur Norte: 8904551.47 y Este. 347901.38. Según los resultados del informe de ensayo del laboratorio INCODECSA PERU SAC, antes de la aplicación de la moringa se obtuvieron los siguientes promedios: la cantidad de turbiedad es de 27.135 (NTU), el nivel de oxígeno disuelto 1.225 (mg/L), demanda bioquímica de oxígeno = 455 (mg/L), conductividad = 470 (Us/cm) y para pH7.10, según las conclusiones, se observa una notoria disparidad entre las cantidades de moringa utilizadas para tratar el agua residual, lo que conduce a desechar la hipótesis nula y respaldar la hipótesis de la investigación, se observó a través de la prueba de HDS Tukey que se alcanzó la máxima eficacia en el tratamiento de aguas residuales utilizadas una dosis T6 (Dosis 100 ml/L moringa).

Maita (2022) "Efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (phragmites australis) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis

– *Huánuco"* el objetivo de la investigación fue determinar cómo las aguas residuales en instituciones educativas del distrito de amarilis, Huánuco pueden ser biorremediación a través del uso de humedad artificial con plantas acuáticas como él (Phragmites australis). Con el fin de reducir los contaminantes presentes en el agua residual, se optó por la instalación de humedales artificiales de flujo superficial en la I.E N° 33313 del C.P de Rosapampa y la I.E N° 32678 del C.P Chicchuy. En estos humedales se empleó piedra redonda como sustento y la planta Phragmites australis, con una densidad de 25 plantas por metro cuadrado. Se aplicó una metodología experimental con un enfoque cuantitativo y diseño experimental, la población del estudio estuvo compuesta por el agua que quedo después de tratar los residuos en ambas instituciones educativas, y la muestra incluyo un litro tanto del agua que entraba como del agua tratada en los humedales artificiales. Durante los meses de junio y julio de 2022, se llevaron a cabo un total de 28 muestras se evaluaron los parámetros requeridos por el decreto supremo 003-2010-MINAM, incluyendo sólidos totales en suspensión, temperatura y para análisis físicos, aceites y grasas DBO, (demanda bioquímica de oxígeno) DQO (demanda química de oxígeno), los resultados obtenidos en la I.E N° 33313 e I.E N° 32678 son lo siguiente el 85,13% y 71,26%; de los sólidos totales en suspensión fueron removidos, la temperatura de 18,71°C, aceites y grasas se evidenció una eliminación completa de 100% y 90%, la DBO_5 disminuyo en un 26,47% y 33,85%. La DQO se redujo en un 63,76% y 62,59%. Se logró disminuir de contaminación en el agua, como resultado, el pH paso de ser básico a neutro con una reducción del 9,82% y 8,49%. Siendo el porcentaje del pH en el efluente de 7,82 y 7,68. Según los hallazgos, se puede afirmar que el humedal artificial de flujo superficial con la utilización de Phragmites australis, resulta altamente eficiente para la biorremediación de las aguas residuales en las escuelas del distrito de amarilis, Huánuco. Se logró reducir los parámetros evaluados (microorganismos, químicos y físico).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MARCO LEGAL SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL EN EL PERÚ

- **La Constitución Política**

En su artículo 22, la constitución política del Perú establece que; cada individuo tiene el derecho de experimentar paz, serenidad y aprovechar su tiempo libre para descansar. Además; tienen el derecho de disfrutar un entorno equilibrado y propicio que favorezca su desarrollo personal. La constitución política del Perú de 1993 resalta la relevancia de conservación en un entorno ambiental saludable, poniendo énfasis en el agua como elemento vital para el desarrollo humano y el bienestar general.

- **Ley N° 28611, Ley General del Medio Ambiente**

Según el artículo 121, se requiere de una autorización previa para la disposición de aguas residuales por parte de cualquier individuo u organización. El propósito de esta medida es prevenir cualquier daño a los cuerpos de aguas y asegurar que el vertido no genere impactos negativos en el medio ambiente. El artículo 122 especifica que aquel individuo o entidad que produce aguas residuales tiene la responsabilidad de tratarlas con el fin de disminuir su nivel de contaminación. Es fundamental que el tratamiento garantice que las aguas residuales cumplen con los límites máximos permisibles (LMP), para preservar la calidad del entorno según lo establecido en la ley general del medio ambiente N°28611, 2008.

- **Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA**

Aprobación del Protocolo de Monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales – PTAR.

- **Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM**

Aprueban límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticos y municipales.

- **Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**

Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares de calidad ambiental (ECA) de agua.

- **Ley de Recursos Hídricos N° 29338**

D.L N°1285: que modifica el artículo 79 de la ley N° 29338, que se refiere a los Recursos Hídricos e introduce clausulas para garantizar una transición gradual hacia la autorización de vertimientos y los instrumentos municipales de gestión.

- **Resolución Jefatura N° 224-2013-ANA**

Norma para conceder permisos de vertimientos y reutilización de aguas residuales

- **Ley N° 26842, Ley General de Saneamiento**

El suministro del agua, el tratamiento de aguas residuales, el tratamiento de excrementos, la utilización de aguas residuales y tratamiento de residuos sólidos están bajo la responsabilidad del ministerio de salud.

2.2.2. MARCO INSTITUCIONAL SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PERÚ

Gobiernos locales

- **Municipalidades provinciales**

En su jurisdicción, las autoridades provinciales se ocupan de la regulación y supervisión del manejo adecuado de desechos sólidos, líquidos e industriales verter. Para cumplir con esto, tienen la opción de realizar directamente la administración o contratar los servicios de una empresa prestadora de servicio (EPS) u otra entidad que brinde este tipo de servicio, también tienen la responsabilidad de asegurar que los servicios de saneamiento sean accesibles y brindados adecuadamente en su provincia.

- **Municipalidades distritales**

En conjunto con la municipalidad provincial, tiene a responsabilidad de gestionar y regular los servicios de agua potable, alcantarillado y desagüe, ya sea a través de administración directa o mediante contratos con terceros. Se opta por centralizar estos servicios a nivel provincial cuando resulta más eficiente debido a las ventajas de economía de escala.

2.2.3. SISTEMAS DE TRATAMIENTOS CONVENCIONALES DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICOS

- **Tanques sépticos con zanjas de infiltra**

Usualmente rectangular, esta cámara séptica se divide en dos a mas compartimientos para retener las espumas y objetos flotantes, sedimentar los sólidos y dirigir progresivamente la materia orgánica sedimentada. A pesar de esto, estas operaciones unitarias no consiguen una eliminación notable de materia orgánica, tal como DBO, en consecuencias, se reuniere llevar a cabo un tratamiento adicional con el fin de eliminar los contaminantes disueltos que están presentes en el efluente.

- **Tanques Imhoff**

Este dispositivo de tratamiento primario ofrece una eficiencia superior en la eliminación de materia orgánica en comparación con el tanque séptico. Además, está específicamente diseñado para satisfacer las necesidades de poblaciones más grandes que aquellas atendidas por un tanque séptico convencional. Este sistema se compone de un tanque que posee dos comportamientos interconectados, lo cual permite sedimentar los sólidos, separarla espuma y llevar a cabo la digestión anaeróbica de los sólidos en el fondo del lecho. Los sólidos se depositan a través de las rendijas situadas en la parte inferior del comportamiento superior y son transferidos en el comportamiento inferior para ser

digeridos a temperatura ambiente. El comportamiento de sedimentación se llena de espuma que gradualmente sube a la superficie, impidiendo así que los sedimentos se mezclan nuevamente. En el transcurso del proceso anaeróbico, se producen gases extremadamente dañinos en el depósito, los cuales pueden ser liberados hacia la superficie para que se dispersen en la atmosfera, no obstante, la evacuación muestras una deficiencia de la tecnología al contribuir a generar impactos negativos en relación con efecto invernadero.

- **Filtro percolador**

Los filtros percoladores funcionan como sistemas de tratamiento secundario biológico que utilizan un medio adhesivo o asistido. Durante este proceso, el agua residual atraviesa un medio filtrante en el cual se desarrolla gradualmente una comunidad de bacterias y otros microorganismos. Estos organismos se adhieren al medio formando una película biológica, esta película biológica. Esta película tiene las responsabilidades de llevar a cabo el proceso de disponibilidad llevar a cabo en el proceso de descomposición biológica de los residuos orgánicos que se encuentra en el agua. El filtro puede estar hecho de roca volcánica, piedra chancada o materiales plásticos con configuraciones especiales. El diseño de estos materiales busca maximizar la superficie de contacto para promover el crecimiento de la masa biológica requerida en el proceso. Los microorganismos presentes en el filtro se alimentan de la materia orgánica, absorbiendo las sustancias del líquido que ingresa y produciendo un efluente con una carga contaminada mucho más bajo.

- **Humedales artificiales**

Los biofiltros, también conocidos como humedales artificiales, están formados por camas de gravas o piedra volcánica que están plantadas con vegetación acuática. Estos sistemas permiten el paso del agua residual pre tratada a través de ellos en un flujo vertical u horizontal. Las bacterias que se encargan de descomponer la materia

orgánica se adhiere a la superficie del lecho filtrantes creando una capa bacteriana que potencia su habilidad para descomponer los contaminantes. Para asegurar la eficacia de los humedales artificiales, es fundamental llevar a cabo un tratamiento inicial que garantice una eliminación efectiva de los sólidos suspendidos y prevenga el bloqueo del lecho filtrado. Para este propósito, es posible considerar la instalación de una rejilla, un desarenador y unidades de sedimentación como opciones preliminares. Entre las alternativas adecuadas se encuentran el tanque Imhoff, el tanque séptico y otros similares. El tratamiento biológico en un lecho filtrado horizontal se categoriza como facultativo, lo cual denota que el filtro cuenta con áreas tanto oxigenadas como no oxigenadas. Las raíces de las plantas juegan un papel importante al permitir que el aire de la atmosfera ingresa al suelo, aportando así oxígeno al agua y promoviendo el desarrollo de bacterias aeróbicas encargadas de descomponer la metería orgánica. El agua procedente de un tanque Imhoff, cámara séptica u otra fuente se distribuye homogéneamente por toda la superficie del lecho filtrante y se infiltra hacia el área de recolección, es fundamental regular el flujo de agua hacia el filtro cuando sea necesario, para garantizar la total infiltración del agua y permitir que los espacios vacíos en el lecho se llenan de aire. También es aconsejable construir dos humedales artificiales en forma paralela para simplificar el mantenimiento del sistema.

- **Lodos activados de aireación extendida**

El proceso de lodos activados, incluyendo los lodos activados de aireación extendida, tiene una amplia adopción global en la tecnología de tratamiento. La materia orgánica en el afluente se convierte principalmente en partículas sólidas aglutinadas, mediante esta técnica. Al comienzo, el agua residual atraviesa un proceso de pretratamiento que implica la eliminación de sólidos grandes y pequeños mediante cribas o tamices, además de desarenadores asimismo se renueven aceites y grasas en una trampa específica para ello. Después, el agua

fluye hacia un estanque de aireación. Aquí se introduce una gran cantidad de aireación mediante sopladores que emiten desde la parte inferior y salen a través de difusores en la superficie. Durante este proceso se mezcla la materia orgánica y se mantiene en suspensión al mismo tiempo que proporciona oxígeno a las bacterias responsables de su descomposición. En este ambiente nutrido, las bacterias aeróbicas prosperan y se multiplican rápidamente, generando una comunidad activa llamada biomasa activa que descompone de manera eficiente los componentes orgánicos presentes en las aguas residuales. Después de ser tratado, el líquido es dirigido hacia un estanque de sedimentación secundaria, donde se deja reposar para que los lodos activados pueden asentarse en el fondo. Mientras una parte de estos lodos sedimentados se recircula al estanque de aireación para mantener la concentración adecuada, el resto es enviado a un estanque de digestión de lodos con el fin de ser estabilizado y posteriormente deshidratado. Por último, se lleva a cabo una etapa adicional de filtración y desinfección del agua del estanque de sedimentación con el objetivo de eliminar microorganismos patógenos. Esta puede ser realizada mediante métodos como la cloración, luz ultravioleta u ozono. Como otra opción: en última instancia, se realiza un proceso extra para obtener un efluente clarificado con una concentración mínima de patógenos, el cual es apto para su uso en riego.

- **Lagunas de estabilización**

Los estanques de estabilización son lagunas diseñadas para purificar las aguas residuales utilizando procesos naturales que implican la interacción entre biomasa (algas y bacterias aeróbicas) y la materia orgánica presente en el agua. Se sugiere especialmente este tipo de tratamiento cuando se requiere una alimentación eficiente de organismos patógenos sin utilizar procedimientos como cloración, oxidación o radiación UV. Se les llama lagunas primarias a aquellas que reciben agua residual sin tratamiento, mientras que a los que reciben el efluente de las lagunas primarias se les denomina secundarias, así

sucesivamente. Además de las lagunas primarias, existen otros tipos como las lagunas terciarias, cuaternarias, entre otras. Por lo general, se utilizan en secuencia dos o tres lagunas consecutivas. Es importante tener en cuenta la temperatura del agua durante el mes más frío del año al diseñar las lagunas facultativas, ya que esto permite determinar la carga superficial de la materia orgánica en Kg de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) por hectáreas y por día. Se evaluará la eliminación de bacterias, específicamente los coliformes fecales, mediante la aplicación de coeficientes de mortalidad bacteriana ajustados para cada unidad dentro del modelo hidráulico de flujo disperso. Es recomendable no usar información que provenga del modelo de mezcla completa. Para asegurar una eliminación efectiva de parásitos, como los nematodos intestinales, se requiere que al menos uno de las lagunas tenga un periodo mínimo de retención de 10 días. Para evitar la proliferación de los parásitos protozoarios, es importante controlar el nivel del agua para que no se desborde. Asimismo, en el caso de utilizar combinaciones de lagunas que empiezan con una laguna anaeróbica, las lagunas siguientes a partir de la segunda también se pueden ser designadas como lagunas de acabado, maduración o pulimento.

2.2.4. IMPACTOS A LA SALUD HUMANA DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Estas aguas se vuelven extremadamente peligrosas debido a la presencia de organismo patógenos, principalmente del tracto intestinal, especialmente al ser vertidas en la superficie terrestre, el subsuelo o cuerpos de agua. Las bacterias del grupo entérico son responsables de este riesgo, ya que pueden transmitir enfermedades a través del agua como la fiebre tifoidea, paratifoidea, disentería y cólera. La presencia de virus en las aguas residuales puede causar enfermedades como la polio y la hepatitis infecciosas. Por otra parte, estos cuerpos de agua pueden albergar microrganismo que dan lugar a enfermedades como la disentería amebana y la biharziasis, entre muchas otras.

Componentes perjudiciales en las aguas residuales

- **Malos olores**

La descomposición de los complejos orgánicos, derivados de sustancias extrañas y compuestos asociados, produce gases como resultados del proceso anaeróbico.

- **Acción tóxica**

La presencia de compuestos minerales y orgánicos en las aguas residuales tiene un impacto negativo tanto en la flora y fauna de los cuerpos receptores como en aquellos que utilizan esta agua para consumo.

- **Potencialidad infectiva**

Los compuestos encontraron en las aguas receptores pueden transmitir enfermedades, lo que representan un peligro para las comunidades expuestas. El riego de plantas alimenticias con estas aguas ha provocado brotes de amebiasis, a la vez que su liberación en el océano ha resultado en la contaminación de áreas de cultivo para ostras y peces.

- **Modificación de la apariencia física**

La descarga de efluentes contaminantes causa un notable deterioro estético en las áreas recreativas Hector, P. (2017) *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*.

2.2.5. AGUA RESIDUAL

Es necesario tratar las aguas que han sido modificadas por actividades humanas antes de poder ser utilizadas, vertidas en cuerpos de agua naturales o desechadas en el sistema de alcantarillado, debido a su calidad alterada (OEFA).

1. Tipo de aguas residuales

- **Aguas residuales domésticas**

Son desechos fisiológicos y otros residuos generados por la actividad humana en áreas residenciales y comerciales; deben ser gestionados adecuadamente dispuestos según lo recomendado por OEFA.

- **Aguas residuales municipales**

Las aguas residuales domésticas pueden contener una mezcla de agua de lluvia y aguas industriales previamente tratadas antes de ser introducidas en sistemas combinados de alcantarillado, según lo establecido por el OEFA.

- **Aguas residuales industriales**

Las emisiones se producen en diferentes procesos de producción, como la minería, agricultura, energía y agroindustria, según OEFA.

2. Característica de las aguas residuales domésticas

- **Característica física**

Sólidos totales: El residuo resultante después de evaporarse el agua a alta temperatura entre 103 y 102 °C (cono de imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos. (Metcalf & Eddy)

- **Características químicas**

- **Materia orgánica:** La composición incluye sólidos que proviene de organismos vivos y actividades humanas relacionadas con la producción de compuestos orgánico, los cuales están formados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. También se pueden encontrar otros elementos presentes como azufre, fósforo y hierro. Según Metcalf & Eddy, los componentes orgánicos predominantes en las aguas residuales son las proteínas (40-60 por 100), los

hidratos de carbono (25-50 por 100) y los lípidos o grasas aceites (10 por 100).

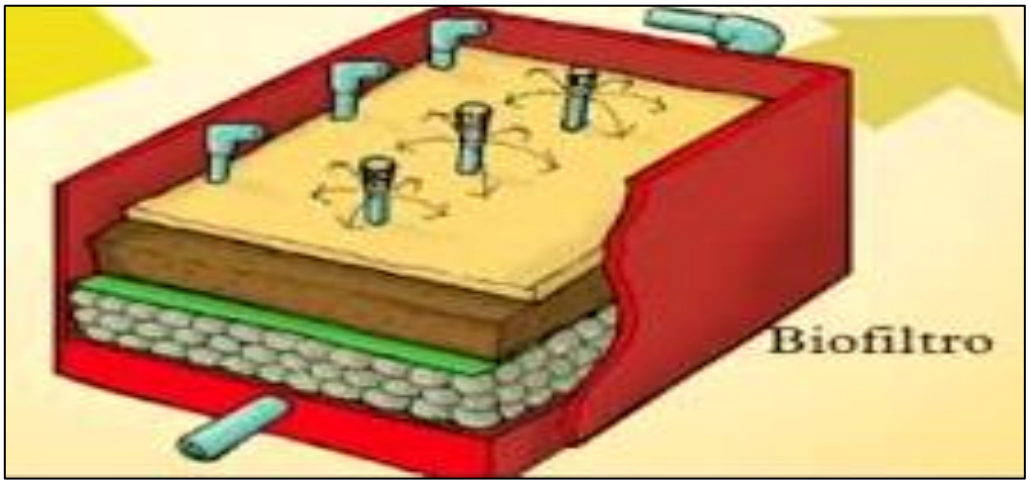
- **Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO**): La autoridad nacional del agua (ANA, 2016) establece que este parámetro cuantificada la cantidad de oxígeno disuelto requeridos por los microorganismos para la oxidación bioquímica de materia orgánica en condiciones específicas de tiempo y temperatura. Específicamente realizadas a lo largo de cinco días y a 20°C.
- **Demanda química de Oxígeno (DQO):** Señala la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica. En general, la DQO tiende a ser superior a DBO debido a que existen más compuestos susceptibles de oxidación química comparación con los que pueden degradarse biológicamente. (Blog, INOTEC (2021).
- **Carbono orgánico total (COT**): La determinación se realiza mediante la medición de la cantidad de CO_2 producida durante la oxidación de la materia orgánicas bajo condiciones específicas. Las proteínas son el componente principal de la materia orgánica, mientras que los hidratos de carbono y las grasas se encuentran en menor cantidad Blog, INOTEC (2021).
- **Materia inorgánica:** Después de que las aguas residuales se evaporan, el agua queda principalmente con sustancias inorgánicas. Para evaluar la calidad del agua, es fundamental examinar ciertos parámetros Blog, INOTEC (2021).
- **PH:** Problemas en los procesos biológicos pueden ser causados por una concentración inadecuada de iones de hidrógeno Blog, INOTEC (2021).

2.2.6. LOMBRIFILTRO

El método de tratamiento de aguas residuales conocidos como Sistema Tohá o lombrifiltro, también llamado biofiltro aeróbico dinámico, es un tratamiento de agua residual que fue desarrollado en el laboratorio

de Biofísica de la Universidad de Chile por el profesor José Tohá Castella y su equipo. El sistema comprende un filtro de goteo con múltiples capas filtrantes y la presencia de lombrices (Sistema de Tohá, 2018). Una de las principales ventajas que presenta es la capacidad de descomponer casi por completo los sólidos orgánicos, sin generar lodos inestables y evitando la obstrucción del lecho filtrante mientras se mantiene su permeabilidad. La alta permeabilidad del filtro se logra gracias a la acción constante de las lombrices, quienes crean canales. Las lombrices dirigen la materia orgánica sólida encontrada en las aguas residuales, a diferencia de otros filtros que se obstruyen o cubren con estos mismos sólidos (Ramón et al., 2015). De acuerdo a Salazar (2005), las lombrices y los microorganismos adheridos utilizan la materia orgánica retenida en el mismo filtro para descomponerla, utilizando, así como alimento y fuente de energía. Después de descomponer la materia, las lombrices generan humus a través de sus secreciones, el cual se puede extraer regularmente y emplear como abono natural para enriquecer el suelo.

Figura 1
Sistema de Tohá



Nota. En la figura 1 se observa el diseño de un lombrifiltro o sistema de Tohá, están divididas por capas y el método de riego es por medio de aspersores

1. Eisenia foetida o lombriz roja de California

Dentro de las escasas especies de lombrices que se pueden criar en cautiverio, destaca la lombriz roja californiana. Se han creado diversas variedades de esta especie a través de selección, permitiendo su cría en terrenos al aire libre en áreas con clima mediterráneo sin requerir estructuras permanentes. Es un principio, el enfoque de la selección se dio en incrementar la ingesta alimentaria con el propósito de mejorar la producción del humus. No obstante, al no obtener resultados favorables, se decidió enfocar la atención en aumentar la longevidad de las lombrices y mejorar su capacidad reproductiva. El tamaño de una lombriz roja adulta oscila entre 5 y 6 centímetros de largo. Mientras que su diámetro varía entre 3 y 5 milímetros. El color que tiene es rojo oscuro y pesa aproximadamente un gramo. Bajo condiciones óptimas, consume cada día una cantidad de comida que es igual a su peso corporal y elimina aproximadamente el 60% en forma de humus. La lombriz tiene una esperanza de vida máxima de 16 años y en condiciones óptimas de temperatura y humedad se reproduce semanalmente. El tiempo de incubación de las cápsulas de lombrices roja varía entre 14 y 21 días, dependiendo de la temperatura del ambiente, y cada una puede producir de 2 a 20 crías al eclosionar. Cuando las lombrices nacen, son de color blanco, luego se tornan rosadas y después de 5 y 6 días, y finalmente adquieren un tono rojo oscuro pasados los 15 o 20 días. A los 7 meses es cuando los individuos alcanzan su tamaño adulto. Durante los meses fríos y calurosos, se registra una disminución en la actividad sexual, mientras que durante los meses templados alcanza su punto máximo cuando la temperatura promedio es de aproximadamente 20 grados centígrados. A diferencia de las lombrices comunes, que suele alejarse de su lugar original, la lombriz roja californiana tiende a permanecer en las cercanías de su habitad, excepto cuando se enfrenta a condiciones extremadamente desfavorable, también la lombriz roja evita depositar sus excrementos en la superficie del suelo para que no sean arrastrados por el viento o el agua. Según fuentes (1987) se estima que un grupo inicial de lombrices rojas puede reproducirse entre 8 y 12 veces durante el transcurso del año.

Figura 2
Lombriz roja californiana

Nota. Lombrices Californianas o Eisenia Foetica, normalmente se encuentra en la tierra negra, tiene una capacidad de adaptación rápida.

Ciclo de vida de la Eisenia Foetida o lombriz roja de california

Esta especie es hermafrodita, lo cual tiene ambos órganos sexuales ubicados en la misma estructura.

- **Acoplamiento**

La lombriz roja tiene la capacidad de ser hermafrodita, con los testículos ubicados cerca de la boca y el órgano reproductor femenino en el extremo opuesto del cuerpo. Durante el proceso de apareamiento, las dos lombrices se intercambian espermatozoides maduros, los cuales son almacenados hasta que ocurra la fecundación. Según Cuellar (2013) el cocón que sale es un huevo resultante de este proceso es en forma de pera y mide entre 2 y 4 mm de grosor.

- **Formación de Capullos**

Se estima que el proceso tiene una duración de alrededor de una semana, durante la cual se forman entre uno o dos capullos, también conocidos como cocones o huevos. Los cocones son depositados aproximadamente de 48 horas después de la cópula. Según Domínguez y Gomes- Brandon (2010) y Vargas machuca et al. (2008), el periodo de incubación de los cocones oscila entre 21 y 30 días.

- **Eclosión de lombrices**

Durante este periodo, entre 2 y 4 lombrices de tono rosado translucidos emergen de cada cocón (Domínguez y Gomes- Brandon, 2010; Vargas Machuca et al., 2008)

- **Desarrollo del clitelo (Posnatal o juvenil)**

Después de salir del cocón, la lombriz roja californiana comienza su fase de emersión, durante la cual se produce notar una falta de pigmentación en su piel que permite ver algunos órganos a través de ella. Durante este proceso, se desarrolla el clitelo, una estructura es forma de anillo completo que es distinta de los anélidos. Según Cuellar (2013) la duración de esta fase es de 51 a 75 días a una temperatura de 24°C, aunque resulta complicado determinar el momento exacto del paso a la fase post natal juvenil.

Cuando la lombriz nace, mide alrededor de 1 mm y presenta un tono crema en su coloración, después de una semana, su tamaño aumenta en 7 mm y adquiere un tono blanco. Después de un periodo de 15 a 20 días, su tonalidad se vuelve rosa y alcanza una medida entre los 12 y 15 mm. Al llegar a los 90 días el ejemplar ya es capaz de reproducirse; adquiere un rojo intenso y comienza a reproducirse semanalmente. La lombriz tiene una esperanza de vida hasta 16 años y llega a su tamaño adulta entre 6 y 7 meses. Midiendo aproximadamente entre 3 a 5 mm. Una vez que alcanza esta etapa, deja de crecer y se concentra en la producción de cuanto está en cautiverio, la lombriz roja californiana se queda en su lecho y alcanza la madurez sexual entre el segundo y tercer mes de vida. Durante este periodo, pone cápsulas que contienen aproximadamente 10 huevos cada una, aunque a veces puede llegar hasta los 20 según Medina (2003), las capsulas se abren y liberan lombrices que son capaces de moverse y alimentarse inmediatamente luego de 14 a 21 días.

Figura 3
Ciclo de vida

Nota. Ciclo de vida de la lombriz californiana o Eisenia Foetica, se divide en cuatro etapas 1. Formación de Capullos, 2. Eclosión de Lombrices, 3. Desarrollo de Cutelo, 4. Acoplamiento

2.2.7. DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE LOMBRIFILTRO

En la capa inicial del lombrifiltro se utiliza una combinación de aserrín o viruta de madera junto con las lombrices. Para lograr resultados óptimos, es aconsejable utilizarse un grosor de 25 cm, en el cual puede ajustarse según el caudal y la calidad de agua que se desea tratar. Según Gallegos (2019), el aserrín tiene la capacidad de descomponer fácilmente, actuando como un lecho filtrante y soporte que retiene los sólidos y otros contaminantes presentes en el agua. La principal función de este es servir como alimento para las lombrices, especialmente cuando el agua no tiene suficiente carga contaminante presente en el agua. La principal función de este es servir como alimento para las lombrices, especialmente cuando el agua no tiene suficiente carga contaminante, es recomendable usar principalmente aserrín de madera blanca, ya que el aserrín de madera rojiza, que contiene taninos, resulta tóxico para lombrices. También cuando la carga contaminante es baja, este material se transforma en humus de lombriz y contribuye a alimentar a las lombrices (Saboya, 2018).

- **Gravas**

Según Rodríguez (2017), la capa de gravas está formada por partículas que oscilan entre dos y los 64 mm, estas pueden ser tanto naturales como creadas por el ser humano. La grava cumple la función de sostener el medio filtrante, impidiendo que se distribuya homogéneamente del agua al momento de lavar para evitar la formación de chorros. El construir un lombrifiltro según Rojas et al., (2017) se requiere colocar manualmente este martirial.

- **Piedra**

Las piedras que se utiliza en el lombrifiltro son extraídas de las orillas de los ríos y tiene un origen natural, presentado formas redondeadas y superficiales lisas debido a la constante erosión causadas por el flujo del agua. Las piedras se utilizan como estratos filtrantes en el tratamiento de aguas (lima, J 2016). La presencia constante de las piedras estimula el desarrollo de bacterias que promueven la degradación de los elementos orgánicos presentes en el agua que atraviesa, sin haber sido filtrada previamente por las capas superiores del lombrifiltro (Pérez, A, Peres, 2016).

- **Carbón activado**

Según la investigación realizada por el equipo de Rojas et al., (2017), se ha demostrado que el carbón activado posee una gran capacidad de absorción, lo cual lo convierte en una opción eficaz para la filtración. La utilización de estos filtros rápidos permite una notable mejora en la eliminación de sustancias contaminadas.

2.2.8. TASA DE RIEGO

El diseño del lombrifiltro se fundamenta en un equilibrio de masas que tiene en cuenta la densidad de lombrices por unidad de área. La capacidad de procesamiento de materia orgánica de estas lombrices y el límite máximo para regar el lecho sin comprometer la oxigenación

necesaria para las lombrices. Según A.V.F. Ingeniería Ambiental, el 2003, la tasa máxima es de 1 m3 /m2 /día.

$$\boldsymbol{T_{riego}} = \frac{Q}{A} \leq 1m^3/1m^2/\text{dia}$$

Si se conoce el caudal de diseño y asume una tasa de riego adecuado, es factible determinar el tamaño del terreno requerido para realizar el tratamiento.

2.2.9. TIEMPO DE RETENCIÓN

Según Osorio y Rodríguez (2014), el TRH se refiere al tiempo promedio que el agua residual permanece en el tanque, pasando desde su entrada hasta su salida. Determinar la eficiencia del proceso de tratamiento es crucial es este momento, ya que determina el tiempo promedio requerido para procesar el sustrato orgánico. La fórmula para calcular el TRH es la siguiente fórmula para calcular el TRH es la siguiente:

$$\mathbf{TRH} = \frac{V}{Q}$$

donde:

V: Volumen

Q: Caudal

2.2.10. EFICIENCIA DE REMOCION DE MATERIA ORGANICA

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales, se busca maximizar la eliminación eficiente de las sustancias contaminantes se calcula mediante la siguiente formula: (Young, 1991)

$$\mathbf{E} = \frac{\mu - \overline{X}}{\mu} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del Lombrifiltro (%).

$\overline{x}$: Salida carga contaminante en (mg de DQO, DBO5 o SST/L).

μ: Entrada de la carga contaminante en (mg de DQO, DBO5 o SST/L).

2.2.11. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DE EISENIA FOETIDA EN LOMBRIFILTROS

- **Humedad**

Las lombrices se desarrollan de manera óptima en ambientes húmedos que varían entre el 70% y el 80%. Los niveles de humedad por debajo del 70% no son ideales, e incluso una humedad inferior al 55% puede resultar mortal para las lombrices. No obstante, las lombrices pueden adaptarse y aprovechar al máximo el medio en caso de que no se encuentren condiciones ambientales (Paico, 2017).

- **Temperatura**

La temperatura óptima para el hábitat de las lombrices es alrededor de los 20°C, mientras que las variaciones aceptables ven desde los 15°C hasta los 24°C. cuando la temperatura cae por debajo de 15°C, las lombrices entran en un estado de latencia que disminuye su actividad y detiene su crecimiento, reproducción y producción de humus. También, cuando las temperaturas son bajas, los huevos no eclosionan y los embriones se detienen, prolongando el ciclo evolutivo hasta que las condiciones ambientales sean favorables (Paico, 2017).

- **pH**

Las lombrices rojas californianas se desarrollan de manera óptima en entornos con un Ph que oscila entre 6.5 y 7. Además, son capaces de soportar sustratos que tiene un pH de 4.5 a 8.5 una vez que están fuera de este rango, las lombrices entran en una fase latente. En sustratos que tienen un pH menor a 7 puede surgir una infestación conocida como planaria (Paico, 2017).

- **Aireación**

El biofiltro se beneficia de la presencia de las lombrices, ya que estas mejoran tanto la aireación como la conductividad hidráulica en el sistema. Cuando se desplazan las lombrices descomponen las

partículas, logrando moverlas para crear pequeños canales que faciliten tanto la circulación de oxígeno como la ventilación del sistema. Según Gallegos, (2019), esto facilita la descomposición en ambiente con oxígeno y evita la generación de gases mal olientes.

2.2.12. MARCO LEGAL

El Perú se han aprobado varias normativas con el objetivo de promover una cultura ambiental en las actividades económicas desarrolladas en el país.

- **Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Aprueba estándares de calidad ambiental para agua**

El objetivo principal de este decreto es determina las concentraciones de elementos o sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, considerando su papel como receptor y elementos fundamentales de los ecosistemas acuáticos de manera que no representen un riego significativo para la salud de las personas ni para el medio ambiente (MINAM, 2017).

Los resultados obtenidos del laboratorio se compararon con el Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM. Esta comparación permitio verificar si los parámetros de calidad del agua tratada cumplen con los límites permisibles en la normativa, asegurando así su idoneidad para reutilizarse en el riego de vegetales y como bebida para animales. Los parámetros monitoreados en el efluente de aguas residuales (PTAR) se alinean con esta normativa, la cual establece límites más estrictos y proporciona criterios más actualizados y específicos. De esta manera, se garantiza que el agua tratadas cumple con los estándares de calidad necesario para proteger la salud de los consumidores y el medio ambiente.

Tabla 2
Estándar de calidad ambiental para agua Categoría 3, D1: Riego de vegetales D2: Bebida de animales

Parámetros	Und	ECA Cat 3, Riego de vegetales y Bebida de animales
Color	Color verdadero escala Pt/Co	100(a)
Conductividad eléctrica	µS/cm	2500
Oxígeno disuelto	mg/L	≥
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
pH	unidad	6,5-8,5
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 ml	1000
Escherichia coli	NMP/ 100 ml	1000

Nota. ECA para agua D.S N° 004-2017 MINAM

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Lombrifiltro:** Se trata de un método para tratar aguas residuales que emplea un sistema de filtración por goteo formado por diferentes capas filtrantes y lombrices. De acuerdo con (Ramón et al., 2015), este sistema es capaz de descomponer la mayoría de los materiales sólidos orgánicos sin generar lodos inestables, lo que previene la obstrucción y deterioro del lecho filtrante.

- **Límite máximo permisible (LMP):** El límite máximo permisibles, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que se pueden encontrar en una emisión determinada. Sobrepasar este límite puede provocar daños a la salud, al bienestar de las personas y al entorno natural (Resolución Ministerial Nº 003-2010-MINAM).

- **Agua Residual Municipal:** Hace referencia a las aguas que provienen de actividades domésticas, así como también el agua proveniente del drenaje pluvial o industrial después de haber sido tratado, antes de ser aceptadas en los sistemas combinados de saneamiento.

- **Agua residual:** Estas aguas han sido modificadas por acciones humanas, lo cual ha afectado sus características naturales, antes de ser liberadas es necesario tratarlas debido a su baja calidad.

- **Agua residual doméstica:** El agua residual que proviene de hogares, negocios y organizaciones, la cual contiene desechos corporales y otros originados por actividades humanas como cocinar y aseo personal.

- **Afluente:** Se refiere a cualquier tipo de agua residual o líquido que se introduzca en un depósito o instalación para su posterior tratamiento.

- **Efluente:** Líquido que se libera en un receptor una vez ha sido procesado.

- **Cadena de custodia:** El registro crucial para el monitoreo de la calidad del agua es aquel que asegura la autenticidad, en registro y la supervisión de los datos obtenidos durante el análisis llevado a cabo en el laboratorio.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha. El lombrifiltro tiene efecto en el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024

Ho. El lombrifiltro no tiene efecto en el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

Ha. La concentración de la remoción de materia orgánica disminuye después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ho. La concentración de la remoción de materia orgánica no disminuye después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ha. Las características físico - químicas cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ho. Las características físico - químicas cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ha. Las características microbiologicas cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ho. Las características microbiológicas no cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

2.5. SISTEMA DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Agua residual doméstico

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Lombrifiltro

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“EFECTO DEL LOMBRIFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGAN EN EL RÍO HUANCACHUPA, EN EL DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRÁN, HUÁNUCO 2024”

Variables	Dimensión	Indicador	Valor final	Instrumento de medición	Escala de medición
Variable independiente Lombrifiltro	Eisenia foetida o Lombriz Roja de California	Altura de capas	cm		Numérica continua
		TRH	h	**RH** $= \frac{V}{Q}$	
	Remoción de materia orgánica	Eficiencia de remoción	%	**E** $= \frac{\mu - \overline{X}}{\mu} * 100$	
Variables dependientes Tratamiento de agua residual domestica	Características fisicoquímicas	Turbidez Sólidos Totales Temperatura PH	< = 5UNT < = 150 ml/L <35° <6,5 a 8,5>	Multiparámetro	Numérica continua
		DBO DQO	< = 100 mg/L < = 200 mg/L	Análisis de laboratorio acreditado por INACAL	
	Característica microbiológica	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	Análisis de laboratorio acreditado por INACAL	Numérica continua

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio es de naturaleza cuantitativa y se fundamenta en la utilización de técnicas estadísticas para recolectar información (Supo & Zacarías, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El presente trabajo de investigación es aplicativo, pretende mejorar o buscar una solución, ya que el objeto a realizar es tratar el agua residual doméstica en función al lombrifiltro, se busca una mejora luego de la intervención. (Supo & Zacarías, 2020).

3.1.3. DISEÑO

La investigación tiene como objetivo la mejora continua en el futuro y se basa en un análisis exhaustivo, con intervención y seguimiento a largo plazo (Supo & Zacarías, 2020). Este estudio se lleva a cabo en un laboratorio y utiliza un diseño cuasi-experimental enfocado en el análisis de muestras. Además, se utiliza un enfoque parecido para evaluar el impacto de la especie conocida como lombriz californiana (Eisenia Foetida) en la intervención.

GE: O1------X--------O2

Donde:

GE: Grupo de estudio

O1: Vigilancia antes de evaluar la eficacia del tratamiento con la especie Eisenia Foetica (lombriz californiana) en la remoción de material biológico del agua residual doméstico.

X: Intervención del tratamiento con la Eisenia Foetica (lombriz californiana).

O2: Evaluación de la eficacia del tratamiento con la especie Eisenia Foetica (lombriz californiana) en la remoción del material de origen biológico del agua residual.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

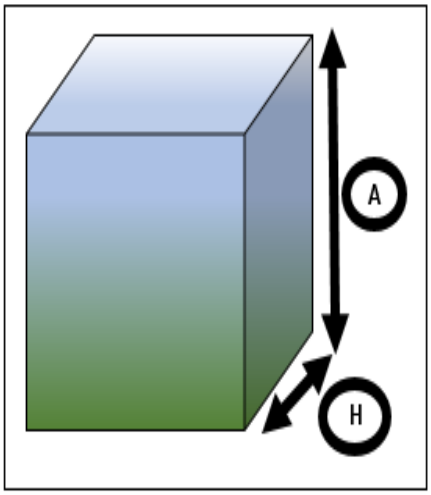
3.2.1. POBLACIÓN

Esta investigación, se definió como población al efluente (agua residual domestica) de un pozo que ha estado empozado durante 3 años en un domicilio situado en el pasaje Meramendi en el centro poblado de Huancachupa, distrito de San Francisco de Cayrán, departamento de Huánuco 2024. Ver en el **Anexo F** Plano de ubicación.

Tabla 3
Coordenadas UTM-WGS-84 Zona 18S, Ubicación del domicilio

Lugar de investigación	Coordenadas de ubicación	
	Este	Norte
Domicilio pasaje Meramendi del centro poblado de Huancachupa	362490	8896120

Figura 4
Pozo séptico



TOMA DE MUESTRA PARA EL TRATAMIENTO	
MEDIDA DEL POZO SÉPTICO	
ALTURA	BASE
3 M	2 M

Nota. Como se observa en la figura 4 se especifica las dimensiones exactas del pozo del agua cual se tomaron las muestras para la investigación

3.2.2. MUESTRA

Las muestras empleadas para el desarrollo del estudio se consideraron aguas residuales provenientes del efluente de un pozo (almacenado durante 3 años) de una vivienda en el centro poblado de Huancachupa que se vierten al rio sin un previo tratamiento, el estudio es probabilístico porque la recolección del agua se efectúa en distintos momentos y ubicados, lo que introduce variabilidad en los datos recolectados realizó antes que se vierta al río Huancachupa, se recolectó 100 litros para el tratamiento de agua residual, se dividió por 5 capas, la primera está conformado por rocas grandes, según roca mediana, tercera capa arena fina, cuarta etapa carbón activado y quinta capa por aserrín mas Eisenia Foetica (lombriz roja californiana) para la reducción de material de origen biológico del agua residual, se llevó al laboratorio de la DIRESA - Huánuco para el análisis del parámetro de DBO_5, DQO, turbidez, SST, Coliformes Termotolerantes, Oxígeno Disuelto, Escherichia Coli.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Es la relación de información se utilizaron diferentes herramientas, como; observación, realización de pruebas estadísticas y capturas de fotografías. Se documentaron las propiedades del agua residual antes y después de su tratamiento en el sistema, tomando fotografías que documentaron cada paso del proceso. La importancia de estos registros visuales radica en la capacidad que tiene para procesar los datos obtenidos y comparar los resultados con las regulaciones actuales (normas), permitiendo evaluar la efectividad del lombrifiltro en el tratamiento de aguas residuales.

Se obtuvo en cuenta lo siguiente:

- Observación directa, verifico el comportamiento.
- Pruebas estadísticas
- Fichas de campo

- Fotografías
- Materiales para la construcción del lombrifiltro

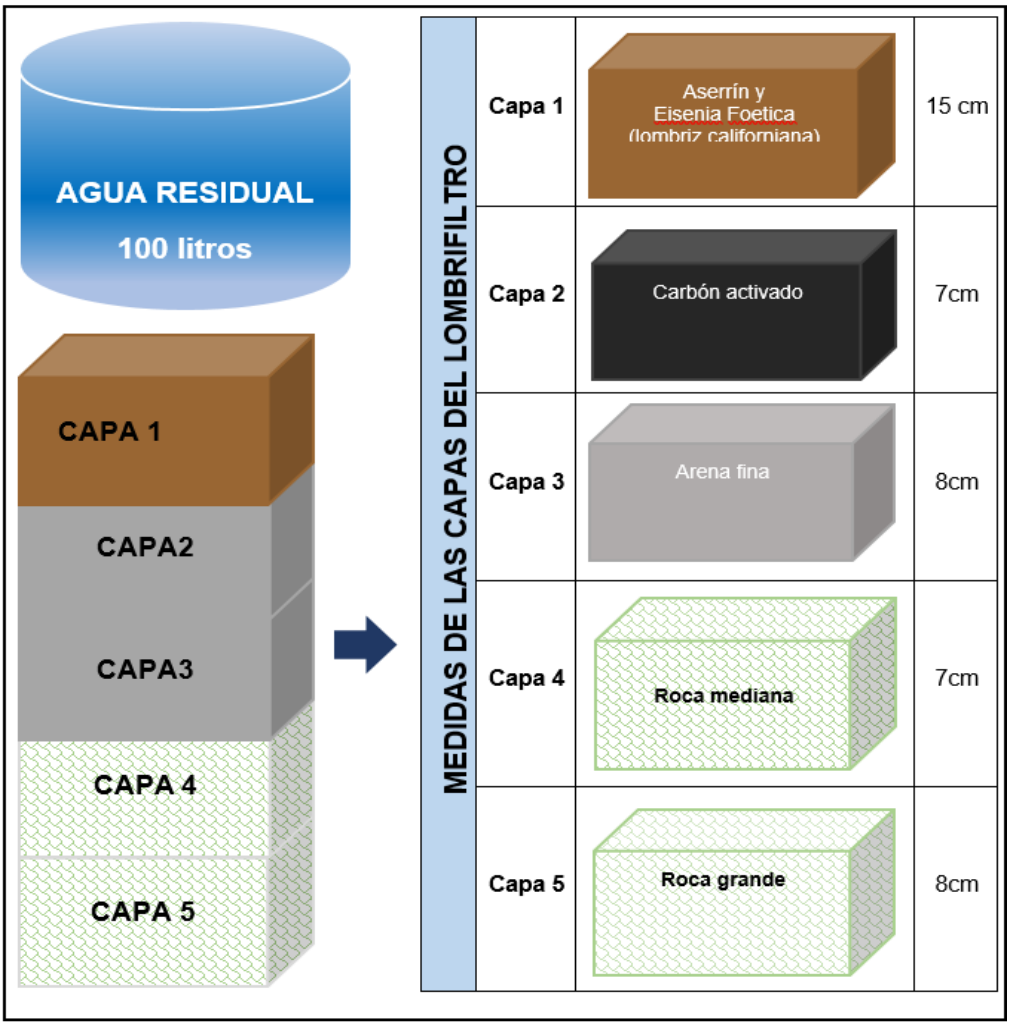
3.3.1.1. RECOLECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL LOMBRIFILTRO

- Para el diseño del lombrifiltro, se consiguieron dos kilos de Eisenia Foetica (lombriz roja californiana). Pasados unos días en reposo, las lombrices serán retiradas del balde y se procederá con la selección.
- Se recolecto alrededor de un costal lleno de aserrín y viruta proveniente de una carpintería.
- Se recogieron piedras y gravas medianas de 2 cm del río Huancachupa.
- Se adquirió carbón activado.

3.3.1.2. CONSTRUCCIÓN DEL LOMBRIFILTRO

- Se adaptó un balde de 100 L, para almacenar y permitir el ingreso al sistema de agua residual doméstica.
- Fuentes de ingreso, se construyó con tubos PVC de media pulgada, 2 llaves de control para el sistema, según la medida de la caja
- Para la construcción se adecuará 4 cajas de plástico para el tratamiento de aguas residuales, se colocó la caja una sobre otra, cada capa tiene una dimensión de 15 cm la primera capa, 7 cm la segunda capa, 8 cm la tercera capa, 7 cm cuarta capa, 8 cm quinta capa; las piedras fueron obtenidas del río y previamente lavadas; la arena fina se obtuvo del rio, el carbón activado se compró, la lombriz californiana se compró de un vivero (Lima) y el aserrín o viruta se obtuvo de la carpintería, se colocó una caja adicional para recoger el agua trata para su posterior análisis.

Figura 5
Lombriz roja californiana



Nota. En la figura 5 se describe cada capa y la medida de las capas del lombrifiltro

3.3.1.3. ADAPTACIÓN DE LAS LOMBRICES

Para garantizar la eficacia del tratamiento de aguas residuales, es crucial que las lombrices se adapten correctamente. Dado que su piel es muy sensible a las variaciones en el entorno, especialmente cuando hay contaminantes en el agua residual (Saboya, R. 2018), se llevó a cabo una adaptación siguiendo el procedimiento recomendado por Loro (2018), durante 7 días se llevó a cabo un proceso en que se regaba diariamente una cantidad significativa de las aguas residuales domésticas sobre una tina con sustrato (humus) donde las lombrices habitaban. La tina estaba diseñada con agujeros en la base para permitir que el exceso de agua se filtra, al mismo tiempo que garantiza la humedad necesaria del sustrato para las lombrices respirar (Loro, 2018).

Tabla 4

Tiempo de adaptación de lombrices

Día	Hora	T°	pH	Alimento	N° de lombriz
01	7:00	28	7	100 ml	800
	11:00	29	7		
	15:00	29	7		
	19:00	28	7		
02	8:00	28	7	250 ml	800
	12:00	29	7		
	16:00	28	7		
	20:00	27	7		
03	8:00	27	7	300 ml	800
	12:00	28	7		
	16:00	27	7		
	20:00	27	7		
04	8:00	27	7	350 ml	800
	12:00	29	7		
	16:00	28	7		
	20:00	28	7		
05	8:00	27	7	400 ml	800
	12:00	29	7		
	16:00	28	7		
	20:00	28	7		
06	9:00	27	7	450 ml	800
	13:00	28	7		
	17:00	26	7		
	20:00	26	7		
07	8:00	27	7	500 ml	800
	12:00	27	7		
	16:00	26	7		
	20:00	26	7		

Nota. En la tabla 4 se visualiza el tiempo de adaptación de la lombriz californiana o Eisenia Foetica, el proceso duro 7 días, cada día se midió la temperatura, pH y se añadieron entre 50 a 100 ml de agua residual doméstica sin tratamiento, la adaptación fue un éxito

3.3.1.4. MEDICIÓN DEL CAUDAL Y TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO

Basadas en los estudios de Ramón et al. (2015) y Cáceres et al. (2021) en sus conclusiones mostro buen resultado de eficacia al usar el caudal de 0.05 lt/min que afirma que se obtuvo alto porcentaje de reducción al tratar agua residual, se tomó de referencia el caudal mencionado anteriormente.

3.3.1.5. TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA

Tabla 5
Tiempo de adaptación de cada capa

Descripción	TRH
Capa 1 (Aserrín + Lombriz)	2 y 30 H
Capa 2 (Carbón Activado)	3 H
Capa 3 (Arena Fina)	2 y 30 H
Capa 4 (Roca Pequeña)	30 min
Capa 5 (Roca Grande)	15 min
TOTAL	**8 horas y 45 min**

Nota. En la tabla 5 se visualiza el tiempo de retención por cada capa del proyecto de investigación

3.3.1.6. RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Las siguientes muestras fueron evaluadas conforme a las pautas establecidas en el protocolo de monitoreo para evaluar la calidad de los efluentes generados por plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas o municipales, como lo especifica la RM N° 273-2013-VIVIENDA. El objetivo de este plan es supervisar la calidad de los desechos que se manejan en las plantas encargadas del tratamiento de aguas residuales provenientes tanto de hogares como municipios.

a) **Punto de monitoreo:** se establecen dos puntos de monitoreo, uno en la entrada y otro en la salida de la PTAR. Si es necesario, se puede agregar un punto adicional entre el dispositivo de salida y el

punto donde se vierte, según sea necesario. La decisión de permitir otras descargas estará en manos de la autoridad ambiental competente del sector. (RM N° 273-2013-VIVIENDA)

b) Preparación de materiales y equipos. Tiene como objetivo principal para tener en cuenta llevar todo el elemento necesario para monitorear adecuadamente, se debe considerar tener listo 1 día antes todo los materiales y equipos para no tener ningún inconveniente, tener en cuenta cada equipo utilizado debe estar correctamente calibrado.

- **Materiales**
  - Ficha de registro de campo
  - Cadena de custodia
  - Papel toalla
  - Cinta adhesiva
  - Plumón indeleble
  - Frasco debidamente rotulado
  - Caja térmica
  - Pizeta
  - Agua destilada
- **Equipos**
  - Gps
  - Cámara fotográfica
  - Cinta de Ph
  - Termómetro
- **Indumentaria de protección**
  - Gafas de seguridad
  - Guantes quirúrgicos
  - Casco
  - Mascarilla

c) Ubicación del punto de monitoreo

Se empleó el sistema de GPS para establecer la localización, anotando las coordenadas UTM bajo el sistema de referencia WGS84.

d) Medición de parámetros en campo y registro de información

Los parámetros de campo son: pH y temperatura. ya que se tiene 15 minutos para obtener los resultados verídicos.

- Se revisó y calibro el equipo antes de comenzar con el trabajo de campo.
- En lugar de realizar las mediciones directamente en el flujo se agua residuales, se optó por recolectar una muestra en un recipiente adecuado y esterilizado.
- Se registró la información obtenida del parámetro de pH en el formato de registro de datos de campo.

e) Toma de muestras de agua, preservación, etiquetado, rotulado y transporte

- **Según (Ministerio de Vivienda, 2013)** Es necesario considera todo el parámetro específico al tomar muestras. Esto implica el cumplimiento de las instrucciones generales de preservación, embalaje y transporte de las muestras, que se describen en detalle en la tabla 2. Es necesario etiquetar o rotular los frascos que contienen las muestras antes de tomarlas, para garantizar su correcta identificación y manejo.
- El personal responsable de recopilar las muestras debe usar guantes desechables, que den desecharse al finalizar la recolección en cada punto para prevenir la contaminación de las muestras y garantizar su higiene.

Tabla 6

Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras

DETERMINACIÓN/ PARÁMETRO	RECIPIENTE	VOLUMEN MÍNIMO DE MUESTRAS	PRESERVACIÓN Y CONCENTRACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE DURACIÓN
FISICOQUÍMICO				
T°	P,V	1000 ml	No es posible	15 min
pH (2)		50 ml	No es posible	15 min
DBO5 (3)	P,V	1000 ml	Refrigerar a 4°C	48 Horas
DQO(3)	P,V	100 ml	Analizar lo más pronto posible o agregar H_2SO_4 hasta PH < 2 ;refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos totales (SST)	P,V	100 ml	Refrigerar 4°C	7 días
MICROBIOLOGICO				
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP)	V, esterilizado	250 agregar tiosulfato en plantas con cloración	Refrigerara 4°C agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 Horas

Nota. En la tabla 6. (1) no existe una restricción particular sobre el tamaño máximo de la muestra que se de recolectar (2) en el caso de la laguna estabilizadora con el fin de evitar que la actividad fotosintética intensa durante las horas de máxima radiación solar afecta al equilibrio del sistema carbonatado, se recomienda tomar la medición del efluente entre las 10:00 y las 11:00 horas (3) en caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras en estas situaciones, es necesario utilizar un filtro con una porosidad menor o igual a 1 micra para eliminar las algas y asegurar que la medición precisa de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), ya sea una forma soluble o filtrada. Cuerpos de agua lénticos para evitar la eliminación del elemento importante para evaluar la calidad del agua es recomendable no filtrar las muestras si se vierten los efluentes en cuerpos de aguas lénticos como lagunas, lago o bahías. (Ministerio de Vivienda, 2013)

Leyenda:

P = frasco de plástico o equivalente

V = frasco de vidrio

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Los datos se utilizaron en estadístico Microsoft Excel para la elaboración de gráficos y tablas, media aritmética, análisis de varianza (T de Student) y SPSS versión 24

CAPITULO IV
RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

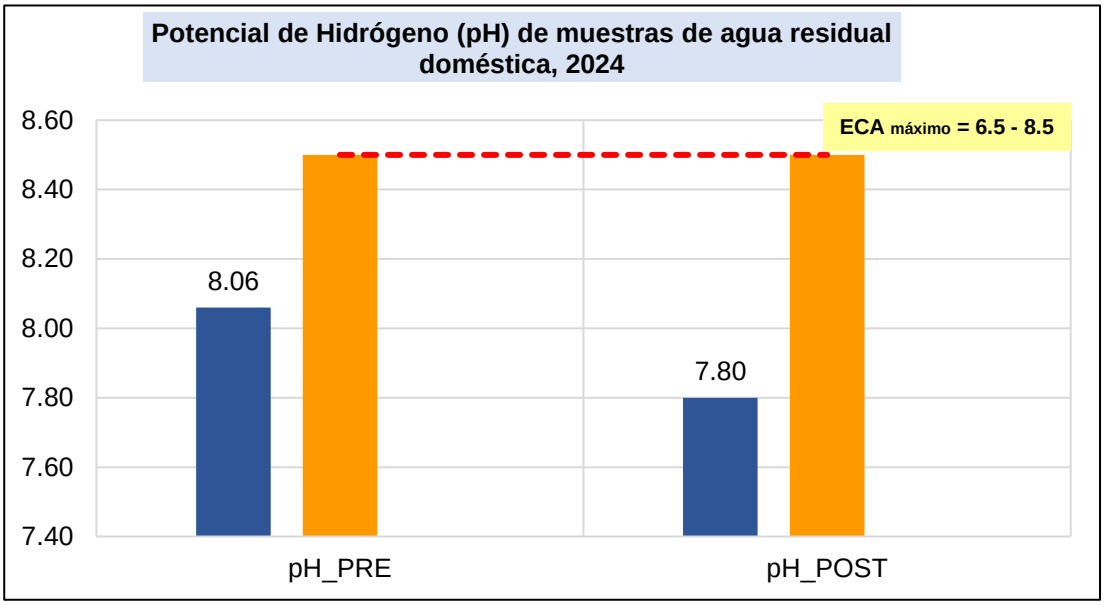
Tabla 7
Características fisicoquímico del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstico

	Media	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
pH_PRE	8.06	0.06	7.94	8.17
pH_POST	7.82	0.25	7.31	8.29
CE_PRE	1,102.60	3.10	1,096.52	1108.67
CE_POST	459.00	139.01	186.54	731.46
OD_PRE	2.70	0.16	2.38	3.02
OD_POST	5.88	0.49	4.92	6.84
TURB_PRE	68.20	0.37	67.47	68.93
TURB_POST	10.20	2.73	4.85	15.55
COLOR_PRE	506.80	11.84	483.59	530.00
COLOR_POST	84.40	23.05	39.22	129.58

Nota. Característica fisicoquímica del indicador medido antes y después del proceso de tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la reducción de parámetros fisicoquímico y microbiológico presente en el agua residual doméstico

Figura 6

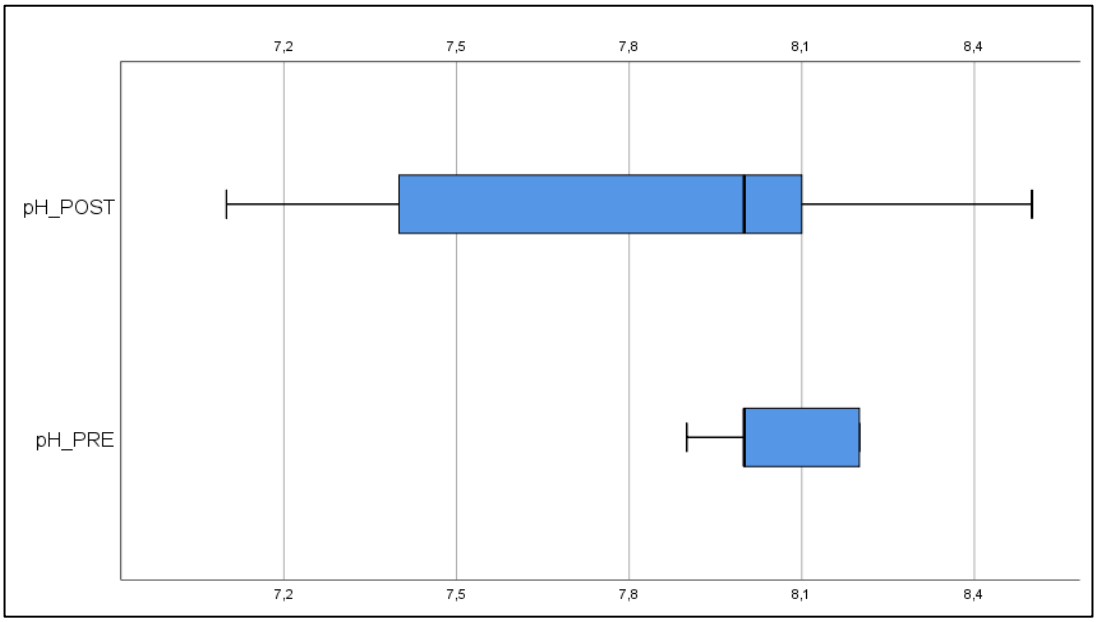
Características fisicoquímico del parámetro de Potencia de Hidrógeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición del pH (Potencial de Hidrógeno) cuya concentración (Figura 6) según lo establecido es de 6,5-8,5 en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo a los resultados del pre y post tratamiento analizados por el laboratorio de la DIRESA - HUÁNUCO se mantiene dentro de los parámetros para agua

Figura 7

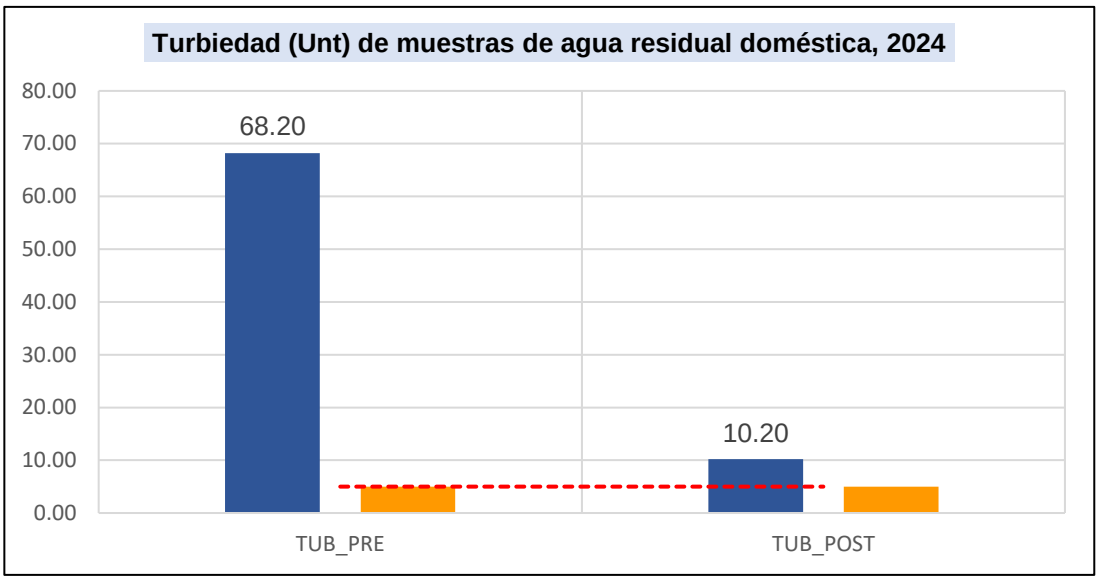
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de pH



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición del pH

Figura 8

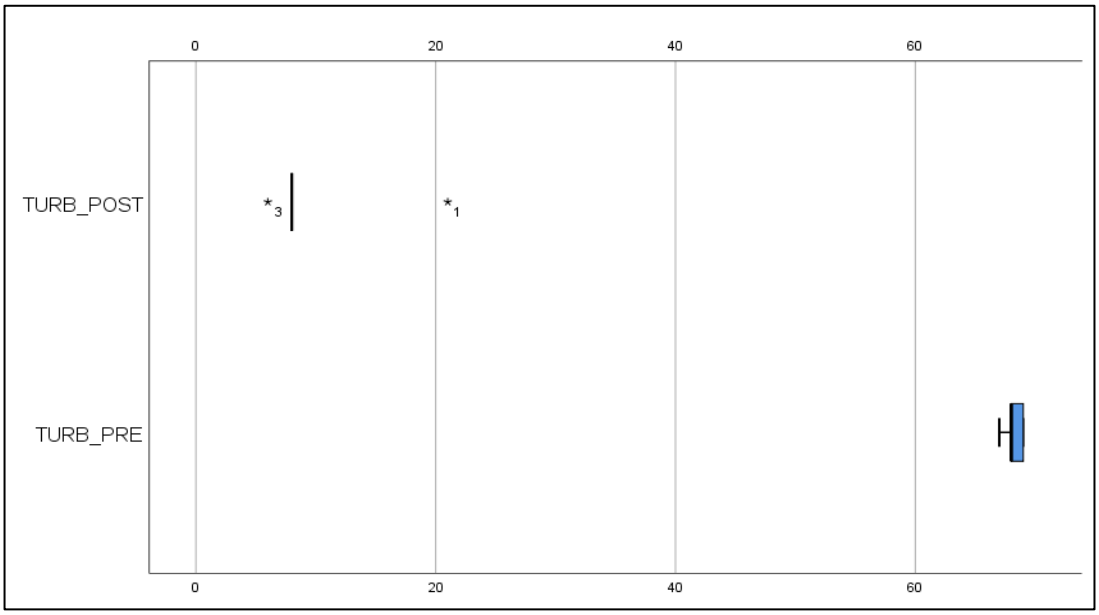
Características fisicoquímico del parámetro de turbiedad del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición del turbiedad (Unt) fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 68.20 (Unt) y post tratamiento es 10.20 (Unt) cuya concentración (Figura 8) no se identificó un parámetro establecido en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia foétida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstico

Figura 9

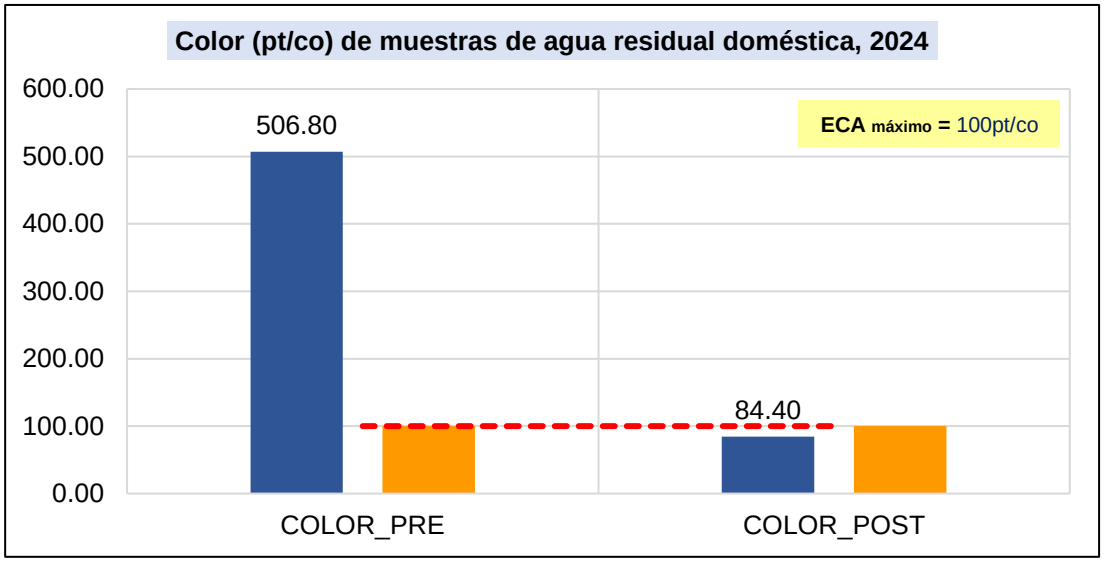
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Turbiedad



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de turbiedad

Figura 10

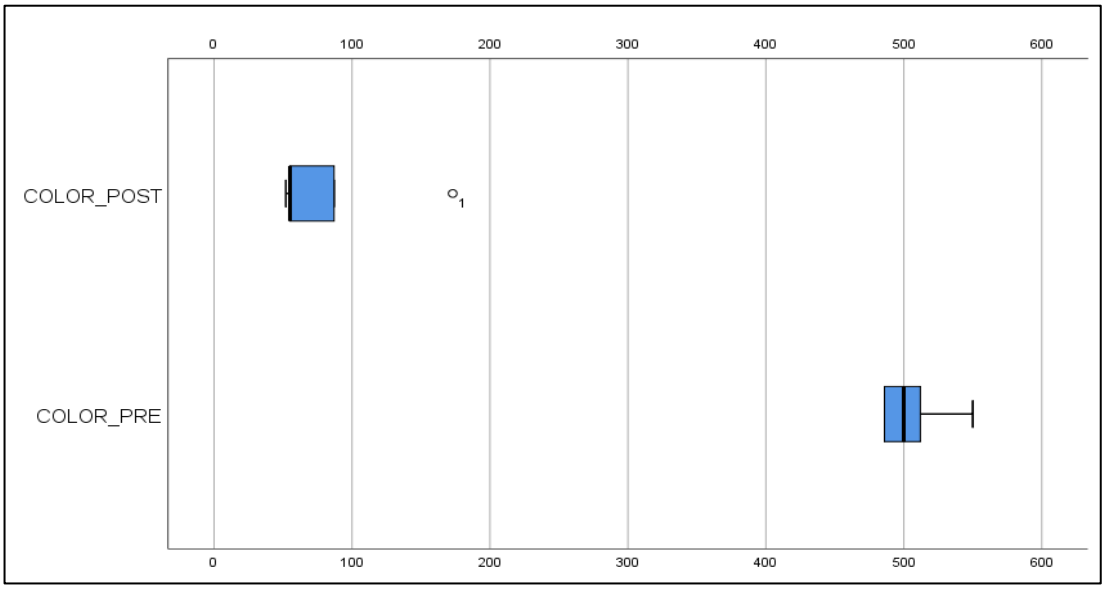
Características fisicoquímico del parámetro de color del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición de color disueltos fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 506.80 (pt/co) transgrede lo establecido y post tratamiento es 84.40 (pt/co) no transgrede los parámetros; cuya concentración (Figura 10) según lo establecido es de 100 (pt/co) en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (eisenia foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstico

Figura 11

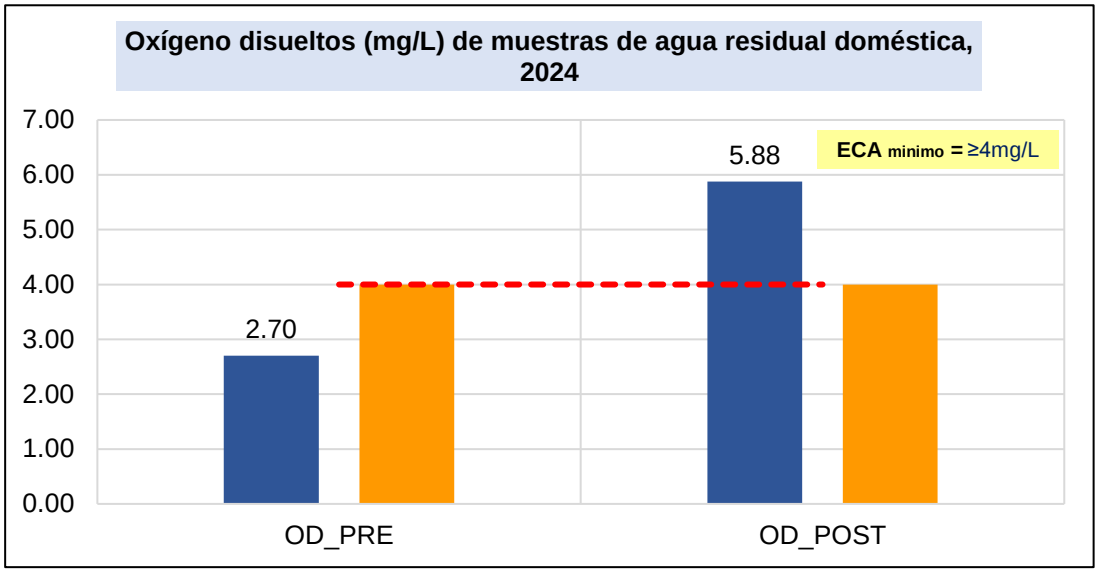
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de color



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición del color disuelto

Figura 12

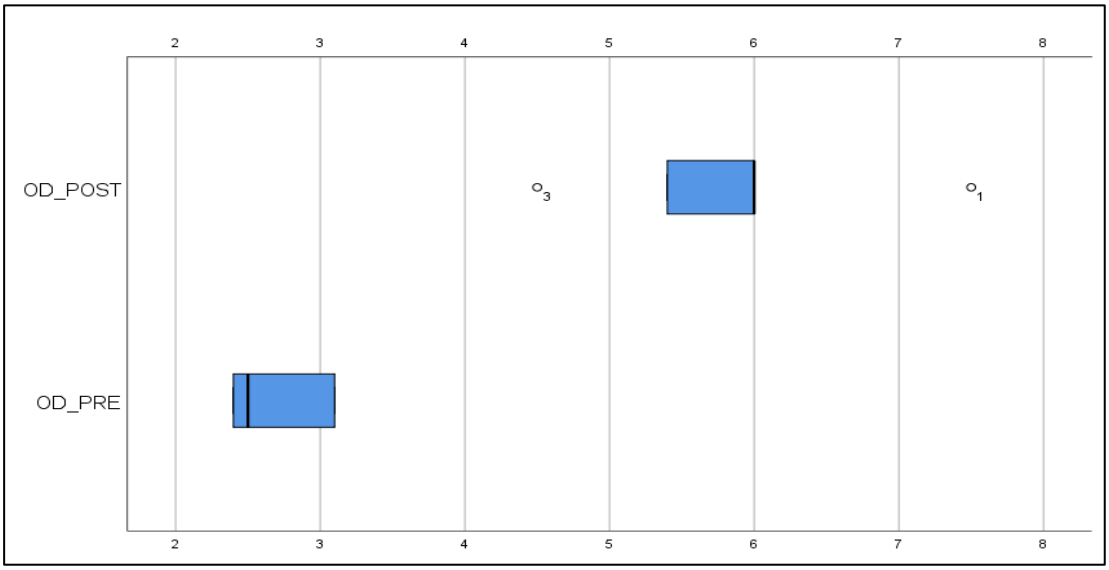
Características fisicoquímico del parámetro de oxígeno disuelto del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición de Oxígeno disueltos fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 2.70 mg/L está por debajo y post tratamiento es 5.88 mg/L no transgrede los parámetros; cuya concentración (Figura 12) según lo establecido es de ≥ 4 mg/L en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstico

Figura 13

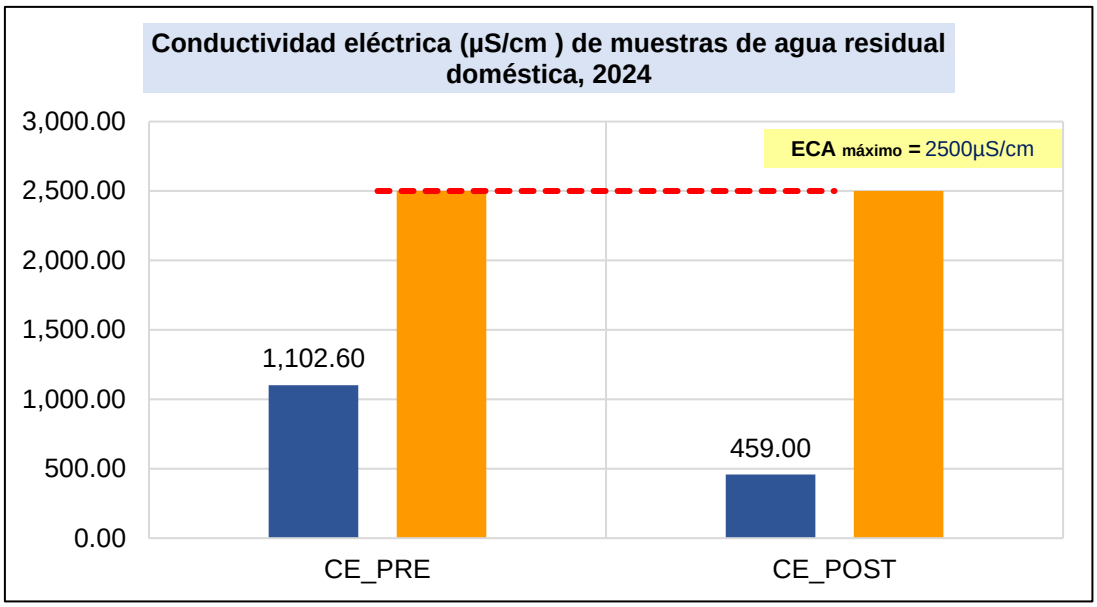
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de oxígeno disuelto



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de oxígeno disueltos

Figura 14

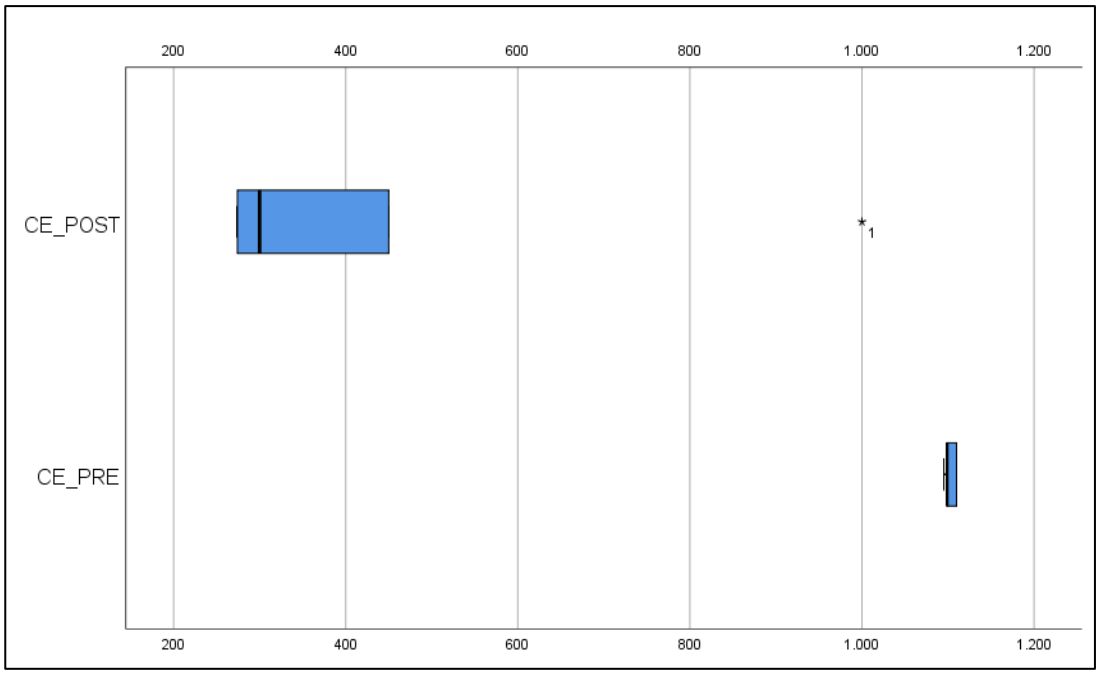
Características fisicoquímico del parámetro de conductividad eléctrica del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros fisicoquímico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición de conductividad eléctrica cuya concentración (figura 14) según a lo establecido es de 2500 µS/cm ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo a los resultados del pre y post tratamiento analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUÁNUCO se mantiene dentro de los parámetros del ECA para agua

Figura 15

Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de conductividad eléctrica



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de conductividad eléctrica

Tabla 8

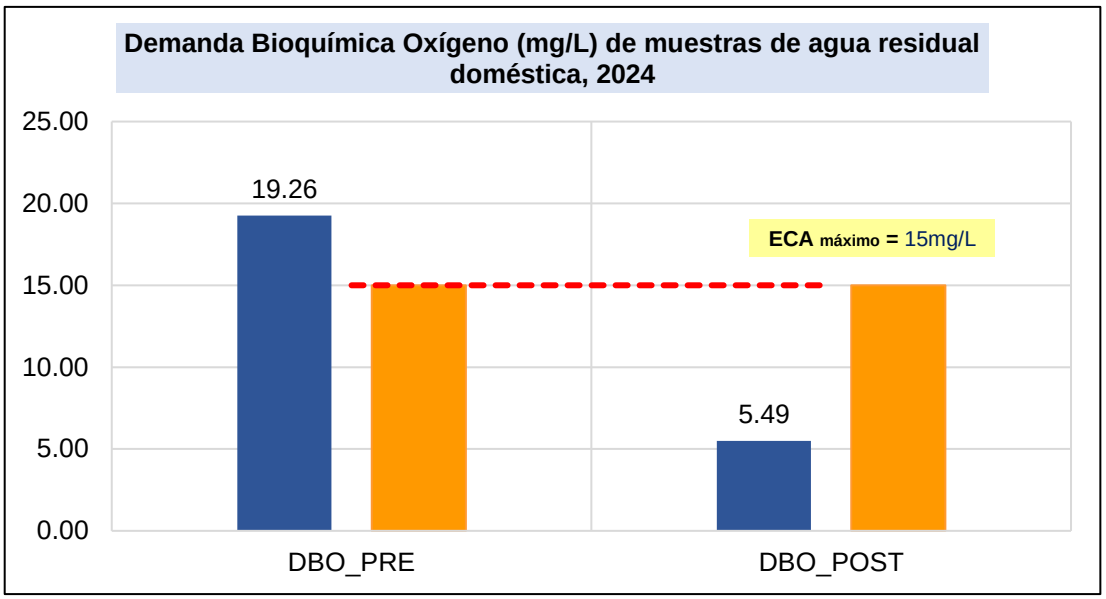
Características microbiológico del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

	Media	**Error estándar**	**Límite inferior**	**LÍmite superior**
DBO_PRE	19.26	0.24	18.79	19.73
DBO_POST	5.49	0.40	4.71	6.27
DQO_PRE	45.12	1.31	42.54	47.69
DQO_POST	12.34	0.41	11.55	13.14
E.COLI_PRE	4,240.00	74.83	4,093.33	4,386.66
E.COLI_POST	176.00	25.02	126.96	225.04
CTT_PRE	1,676.00	32.34	1,612.61	1,739.38
CTT_POST	249.20	45.14	160.73	337.67

Nota. Características microbiológico indicador medido antes y después del proceso de tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de California) en la reducción de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

Figura 16

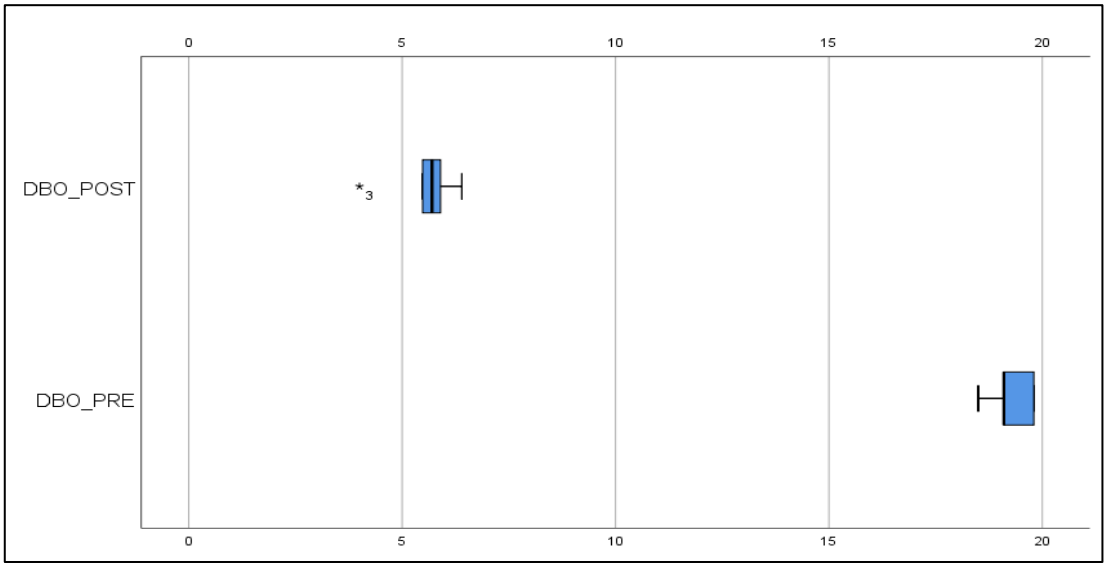
Características microbiológico del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico



Nota. Los resultados de medición de Demanda Bioquímica Oxígeno fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 19.26 (mg/L) transgrede lo establecido y post tratamiento es 5.49 (mg/L) no transgrede los parámetros; cuya concentración (figura 16) según lo establecido es de 15 (mg/L) en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

Figura 17

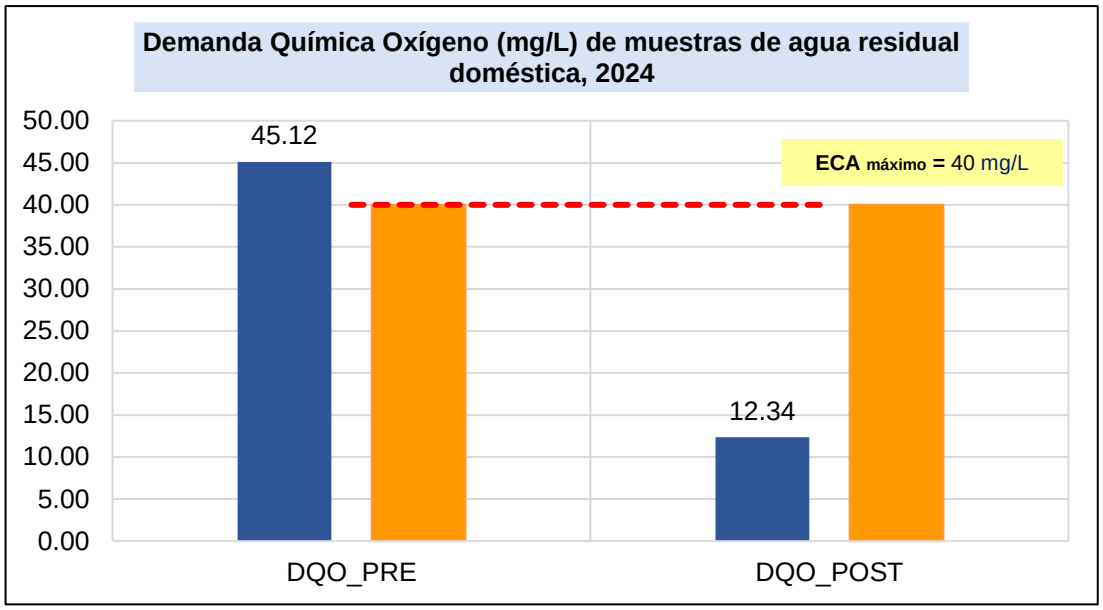
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Demanda Bioquímica Oxígeno



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de demanda bioquímica oxígeno

Figura 18

Características microbiológico del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico



Nota. Los resultados de medición de Demanda Química Oxígeno fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 45.12 (mg/L) transgrede lo establecido y post tratamiento es 14.34 (mg/L) no transgrede los parámetros; cuya concentración (figura 18) según lo establecido es de 40 (mg/L) en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (eisenia foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

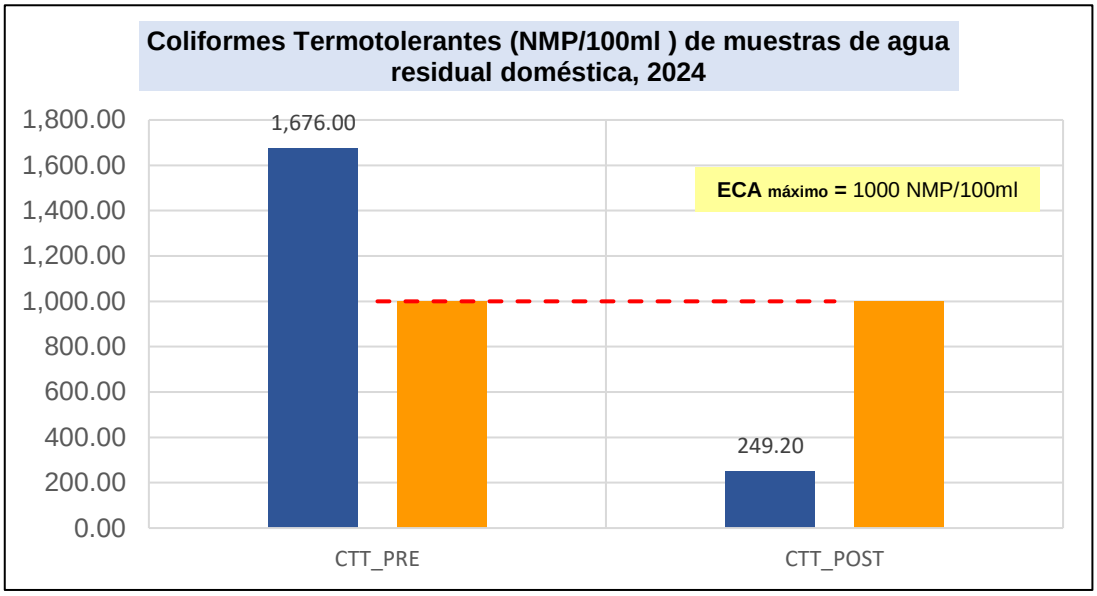
Figura 19

Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Demanda Química Oxígeno

Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de demanda química oxígeno

Figura 20

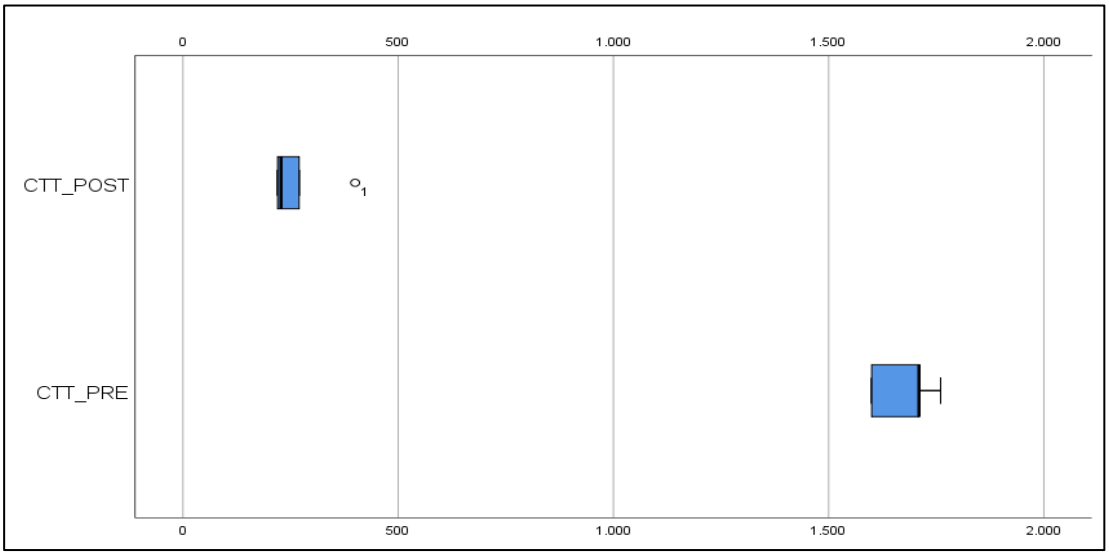
Características microbiológico del parámetro de Coliformes Termotolerantes del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición de Coliformes Termotolerantes fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 1676.00 (NMP/ 100 ml) transgrede lo establecido y post tratamiento es 249.20 (NMP/ 100 ml) no transgrede los parámetros; cuya concentración (figura 20) según lo establecido es de 1000 (NMP/ 100 ml) en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (eisenia foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

Figura 21

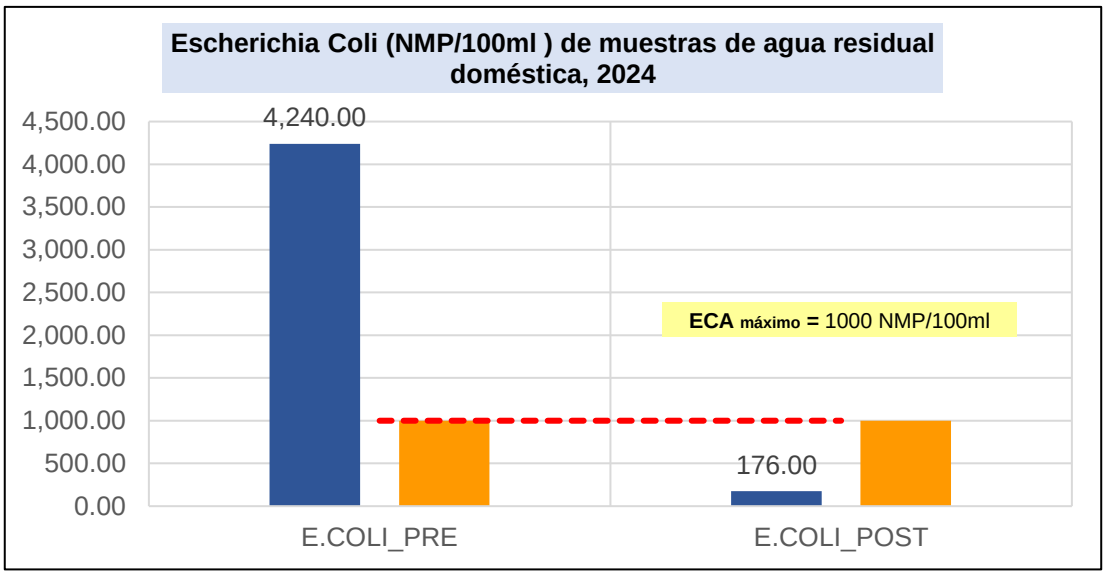
Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Coliformes Termotolerantes



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de Coliformes Termotolerantes

Figura 22

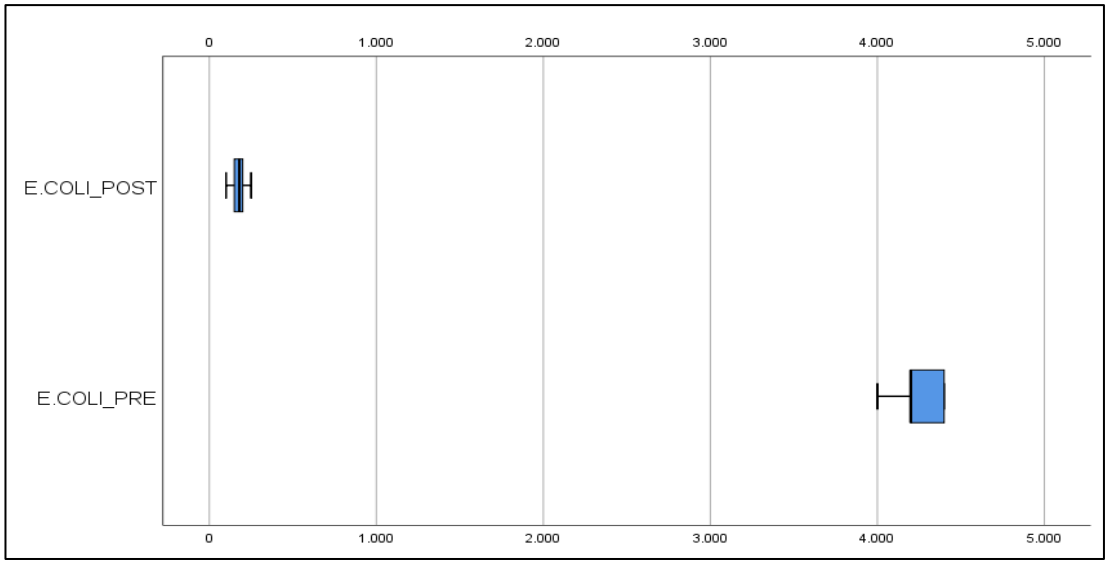
Características microbiológico del parámetro de Escherichia Coli del pre tratamiento y post tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) en la minimización de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstica



Nota. Los resultados de medición de Escherichia Coli fueron analizados por el laboratorio de la DIRESA- HUANUCO, de acuerdo a los resultados del pre tratamiento es 4240.00 (NMP/ 100 ml) transgrede lo establecido y post tratamiento es 176.00 (NMP/ 100 ml) no transgrede los parámetros; cuya concentración (figura 22) según lo establecido es de 1000 (NMP/ 100 ml) en el ECA - Agua, Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004-2017-MINAM; de acuerdo al gráfico se verifica una diferencia considerable, el tratamiento con el lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) es efectivo para la reducción de parámetros microbiológico presente en el agua residual doméstico

Figura 23

Diagrama de caja de bigote o Box Plot del parámetro de Escherichia Coli



Nota. Diagrama elaborado por la investigadora con datos de los resultados de medición de Escherichia Coli

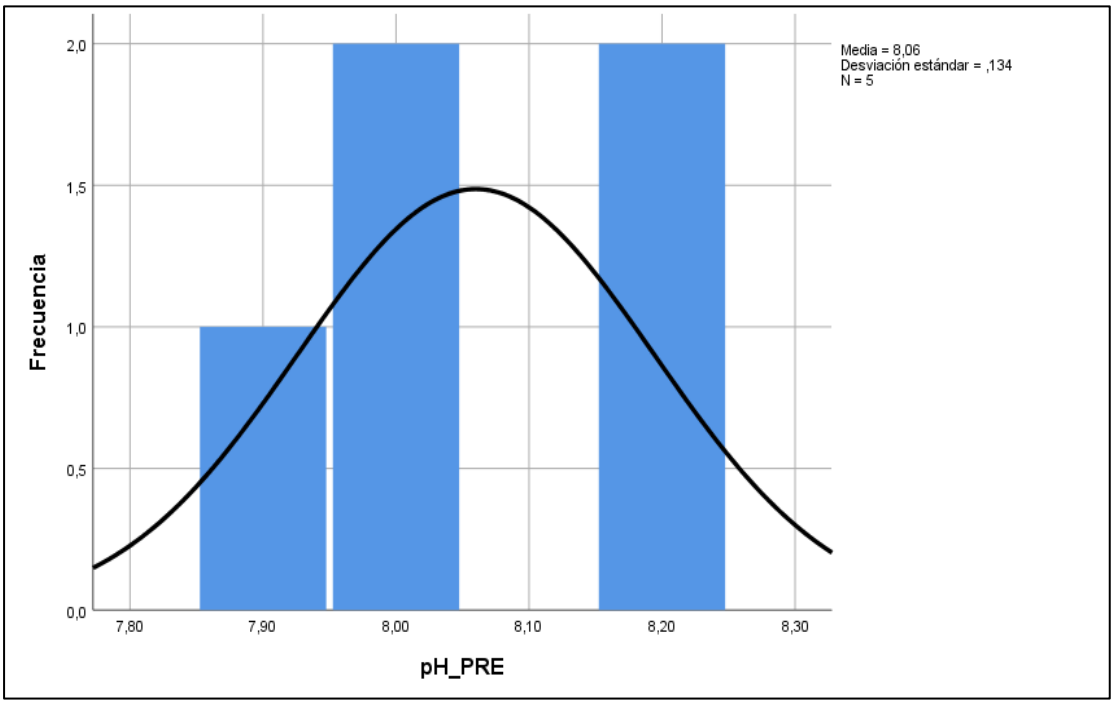
Tabla 9
Prueba de normalidad de shapiro Wilk

	N	Parámetros normales	Sig.	Límite inferior	Límite superior
pH_POST	5	0.96	0.76	7.10	8.50
CE_POST	5	643.6	0.01	74.02	845.50
OD_POST	5	-3.18	0.77	4.52	7.23
TURB_POST	5	58	0.10	2.62	17.77
COLOR_POST	5	422	0.10	20.37	148.42
DBO_POST	5	13.77	0.32	4.37	6.61
DQO_POST	5	32.78	0.94	11.21	13.47
E.COLI_POST	5	4064	0.99	106.53	248.46
CTT_POST	5	1409	0.69	123.80	374.54

Nota. Los resultados de la prueba indica que p-valor mayor a 5% (0.05) podemos concluir que la distribución de los datos analizados satisface el supuesto de normalidad. Por lo tanto, resulta necesario utilizar una prueba paramétrica como la T de Student. En caso de muestras relacionadas, se procede a analizar un grupo de estudio luego de una intervención en la que la variable es numérica

Figura 24

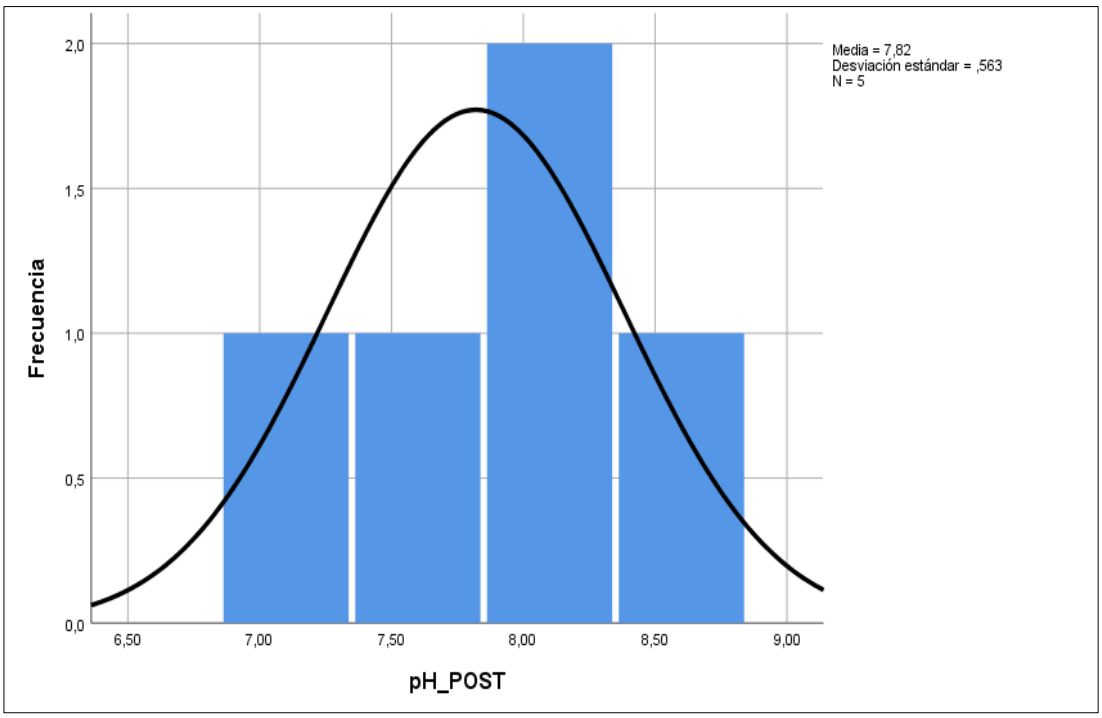
Histograma de normalidad del parámetro de Ph Pre tratamiento



Nota. En la figura 24 nos indica que es una distribución normal simétrica

Figura 25

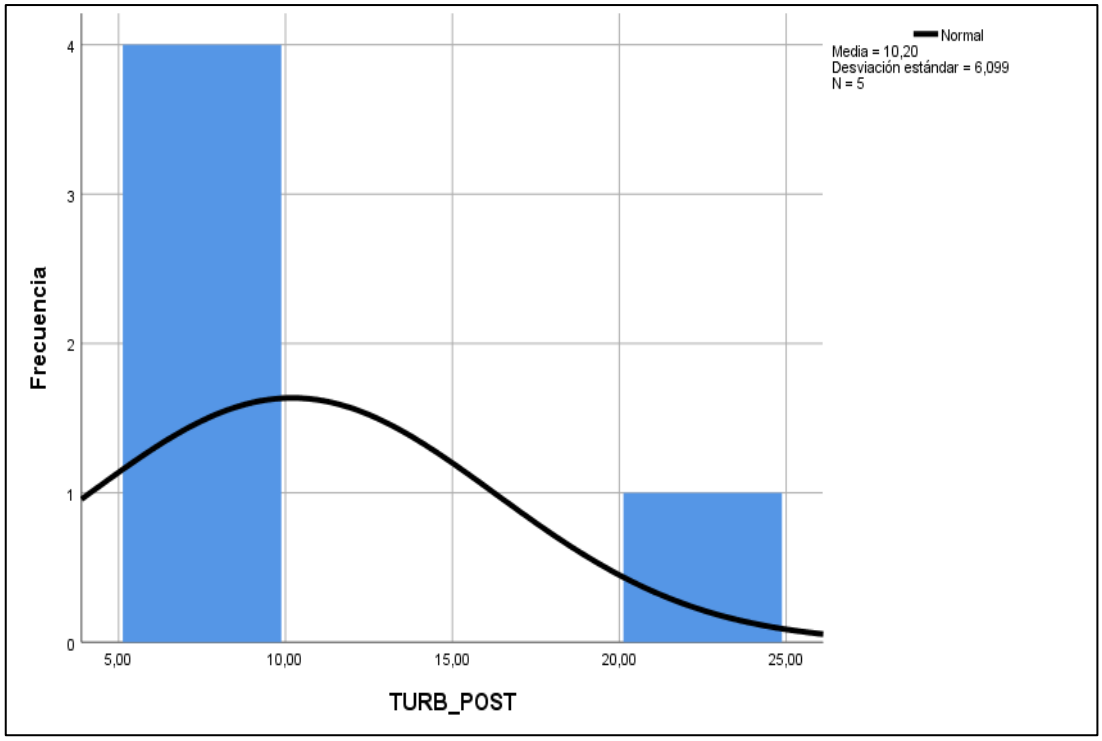
Histograma de normalidad del parámetro de pH Pos tratamiento



Nota. En la figura 25 nos indica que es una distribución normal simétrica

Figura 26

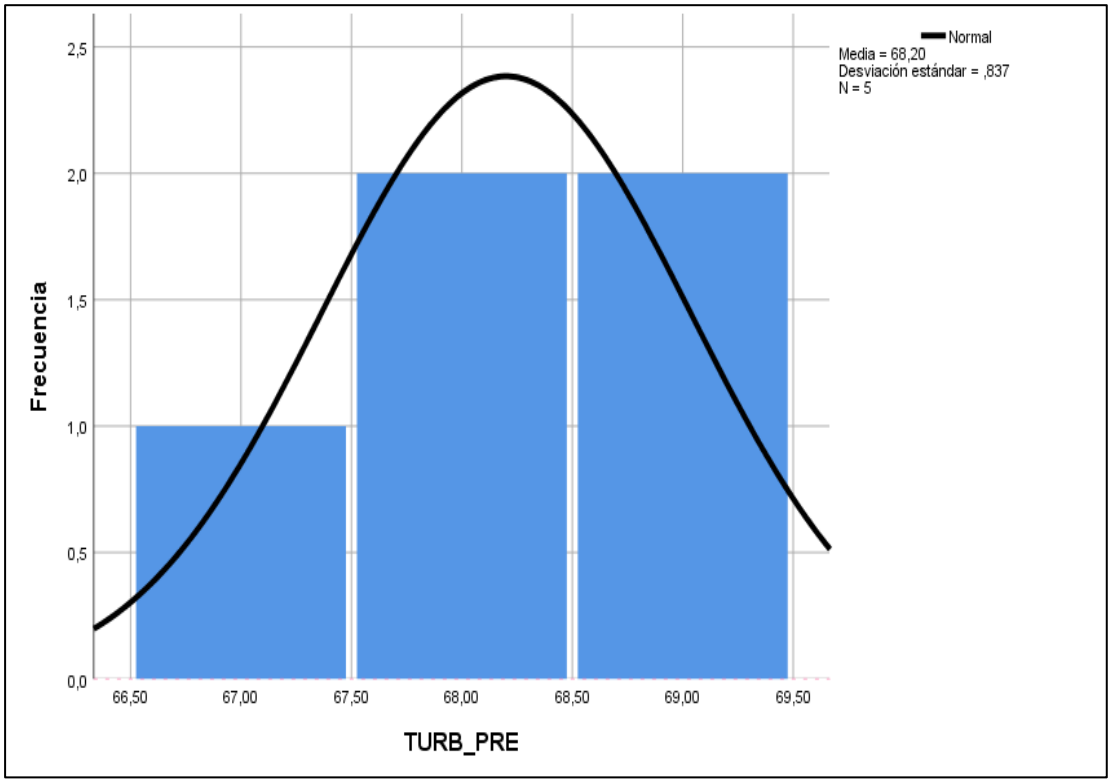
Histograma de normalidad del parámetro de Turbiedad pos tratamiento



Nota. En la figura 26 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 27

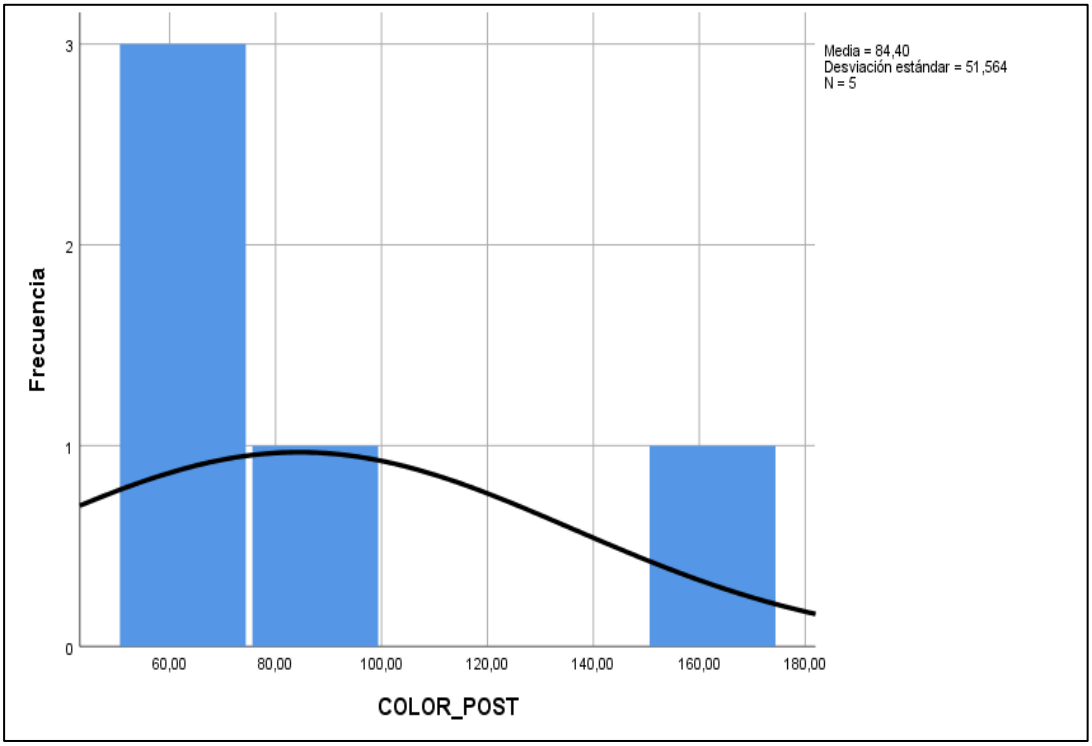
Histograma de normalidad del parámetro de Turbiedad pre tratamiento



Nota. En la figura 27 nos indica que es una distribución normal leptocúrtica

Figura 28

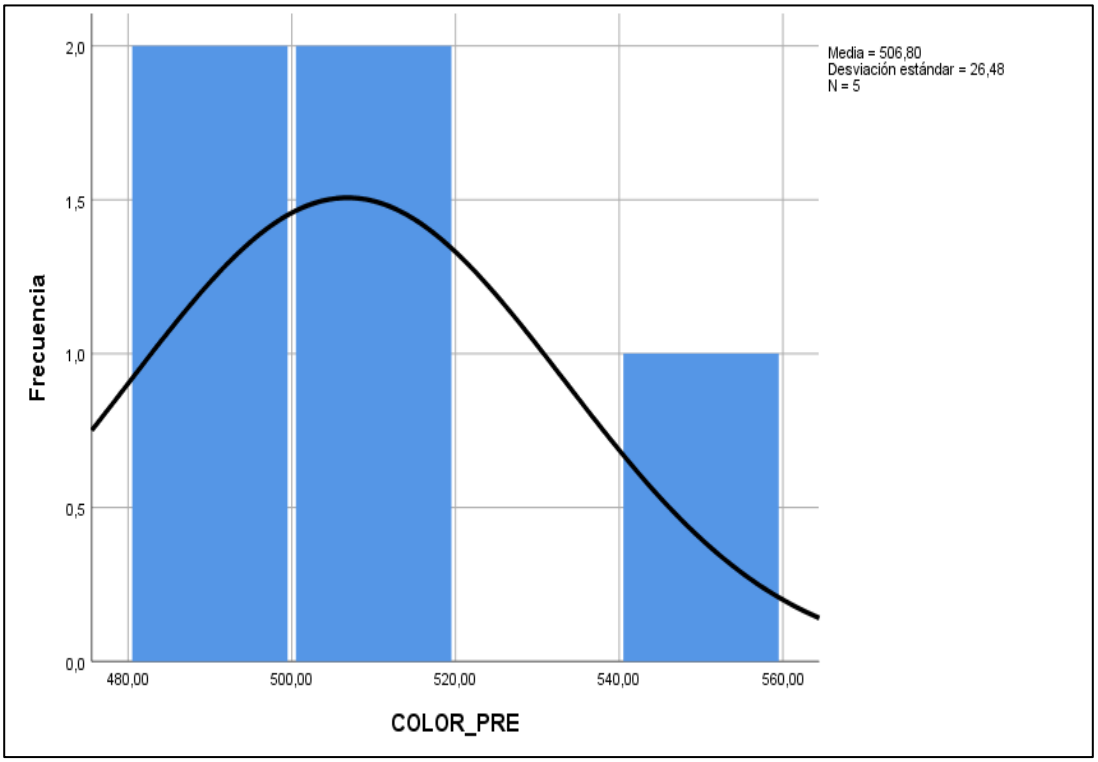
Histograma de normalidad del parámetro de Color pos tratamiento



Nota. En la figura 28 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 29

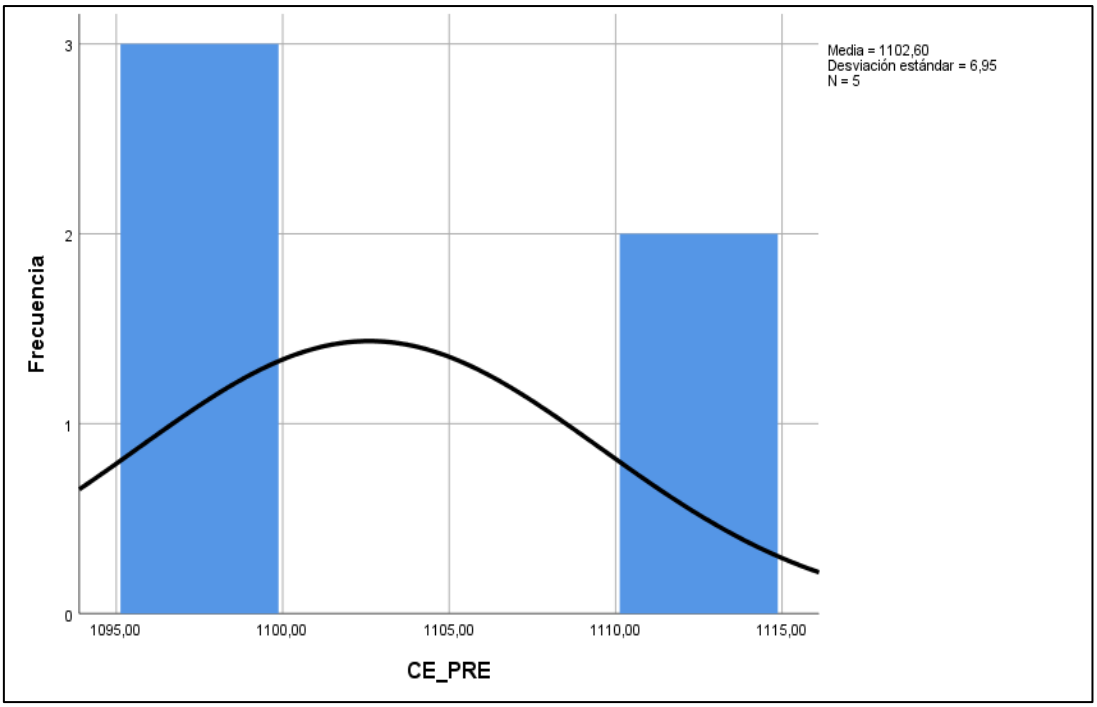
Histograma de normalidad del parámetro de Color pre tratamiento



Nota. En la figura 29 nos indica que es una distribución normal mesocurtica

Figura 30

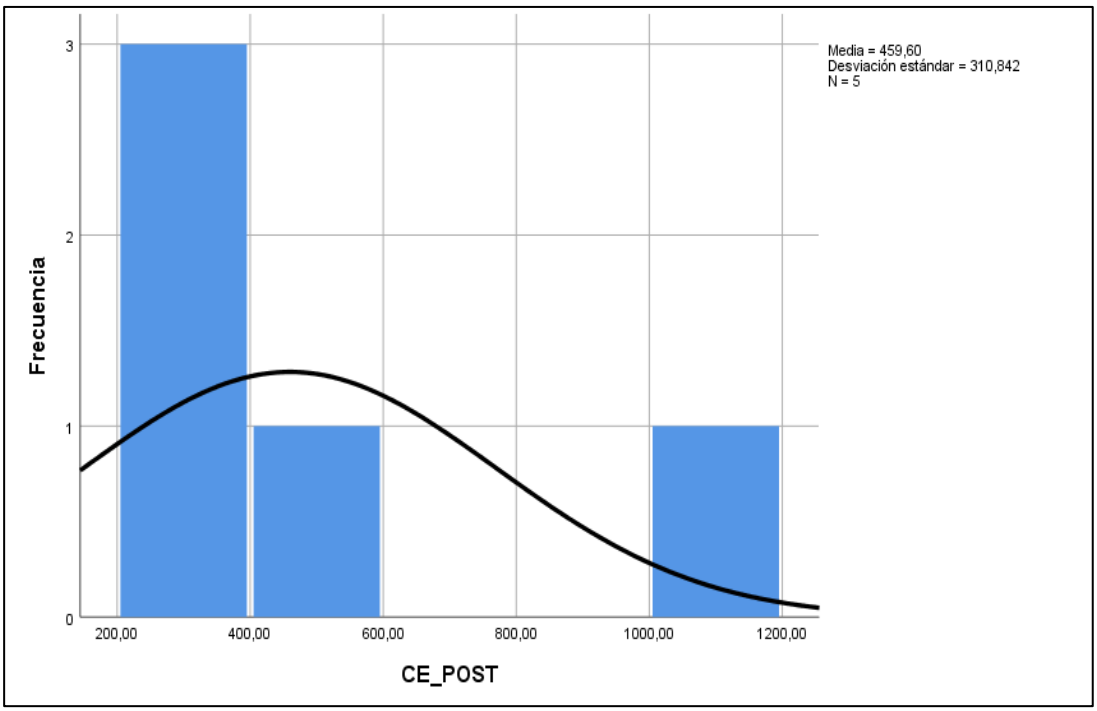
Histograma de normalidad del parámetro de Conductividad Eléctrica pre tratamiento



Nota. En la figura 30 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 31

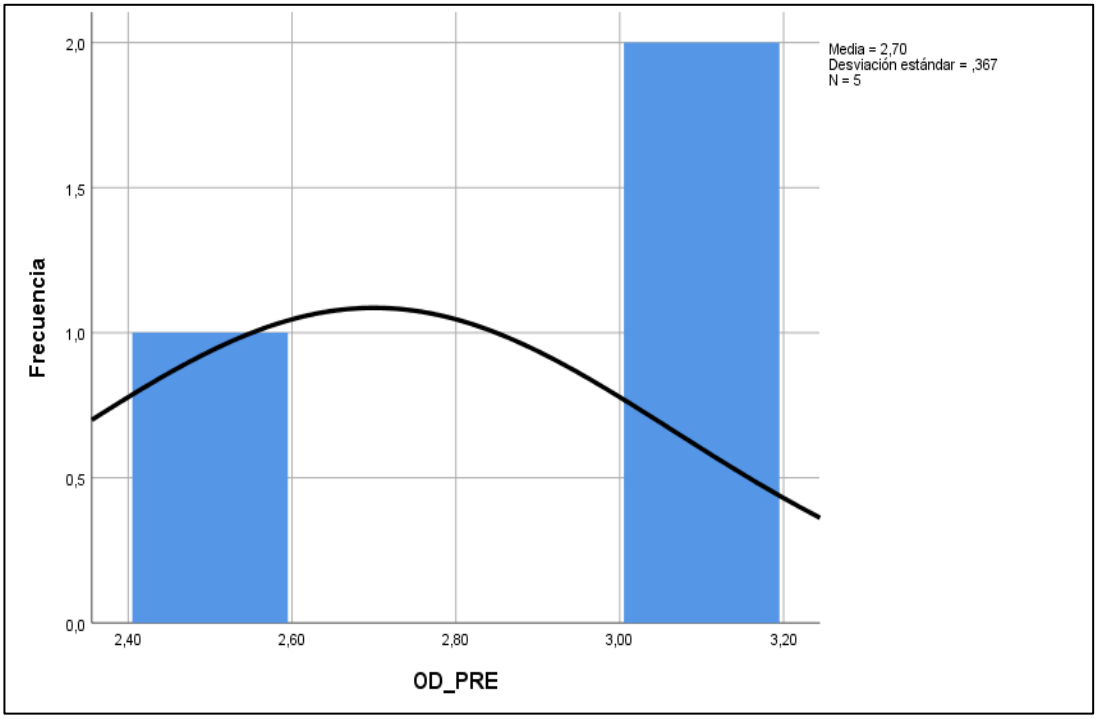
Histograma de normalidad del parámetro de Conductividad Eléctrica pos tratamiento



Nota. En la figura 31 nos indica que es una distribución normal con la asimetría a la derecha

Figura 32

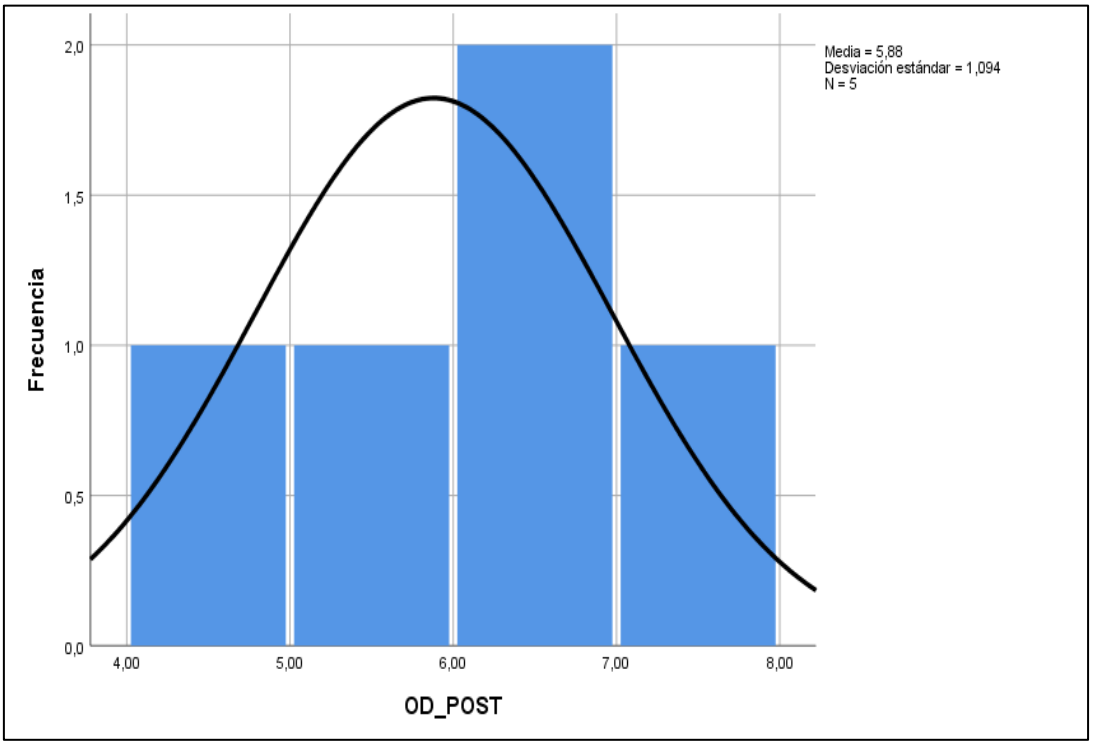
Histograma de normalidad del parámetro de Oxígeno Disuelto pre tratamiento



Nota. En la figura 32 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 33

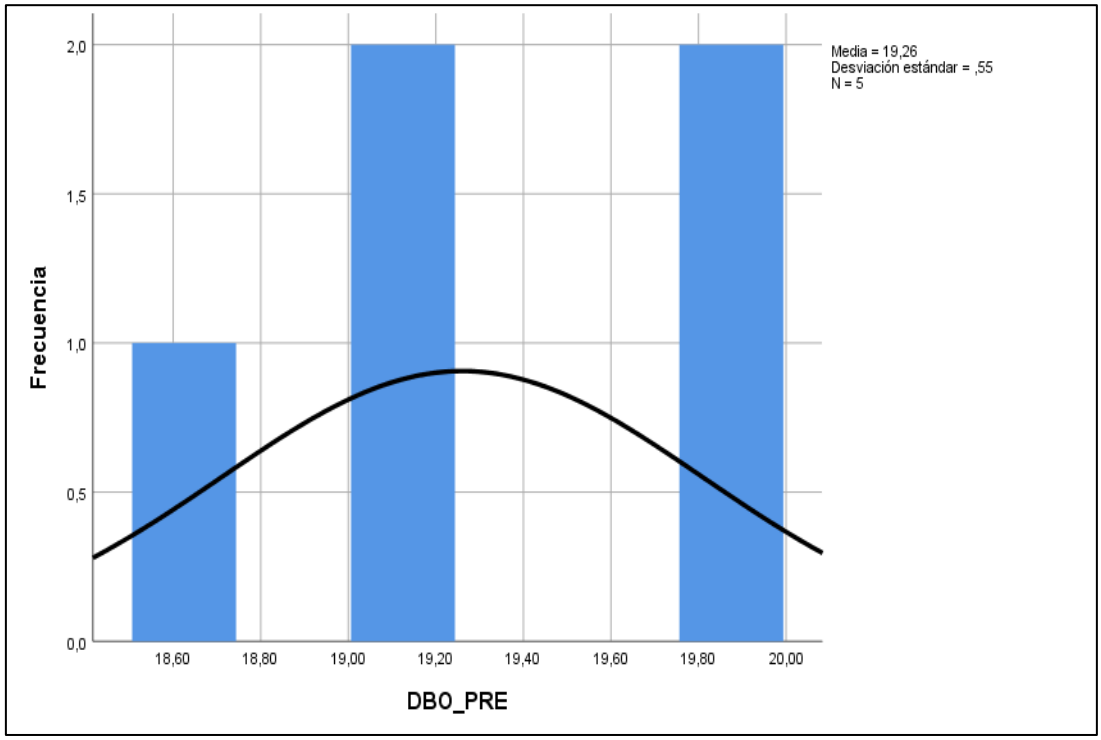
Histograma de normalidad del parámetro de Oxígeno Disuelto pos tratamiento



Nota. En la figura 33 nos indica que es una distribución normal leptocurtica

Figura 34

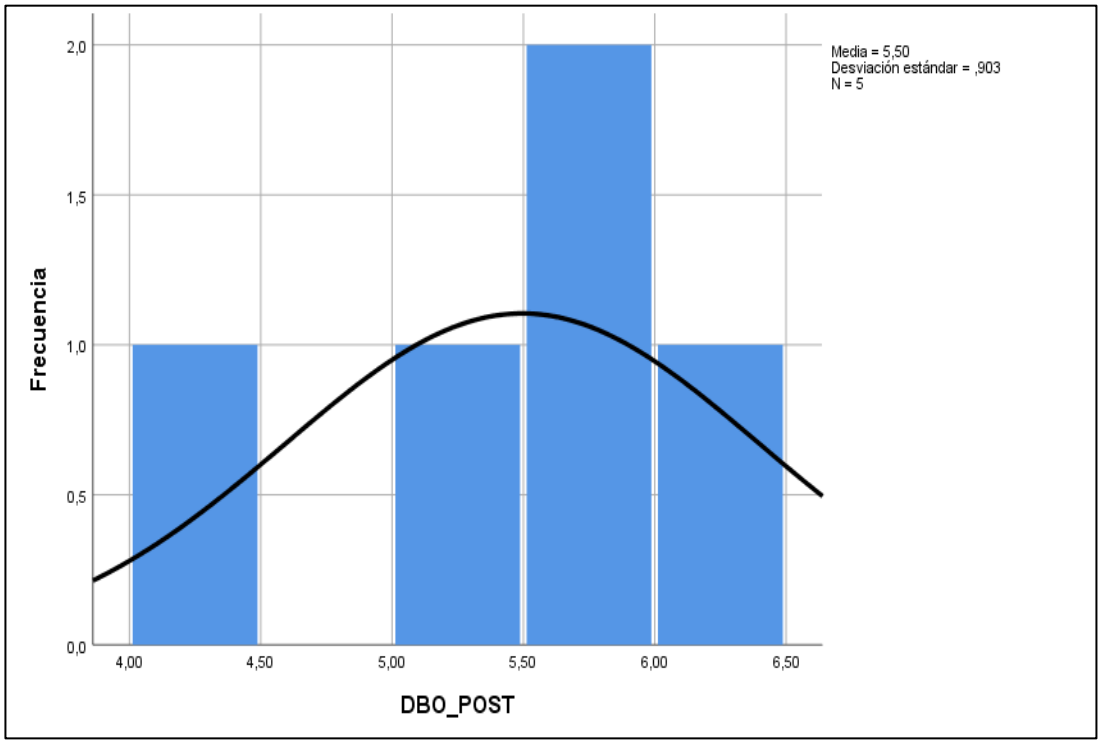
Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno pre tratamiento



*Nota***.** En la figura 34 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 35

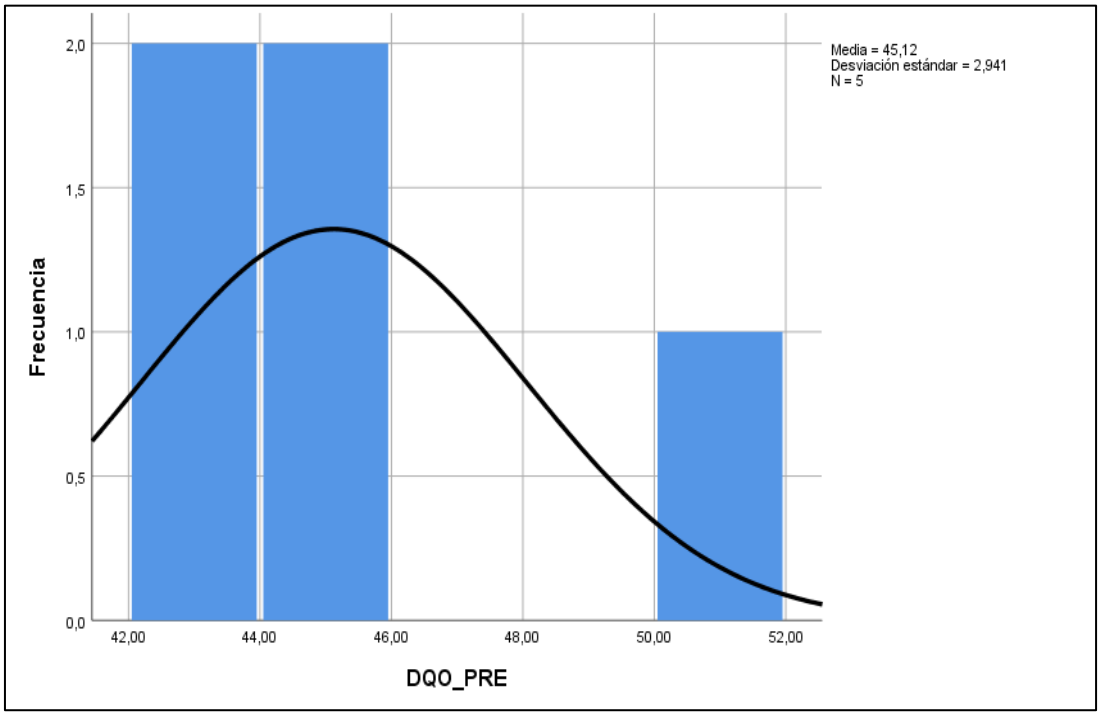
Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno pos tratamiento



Nota. En la figura 35 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 36

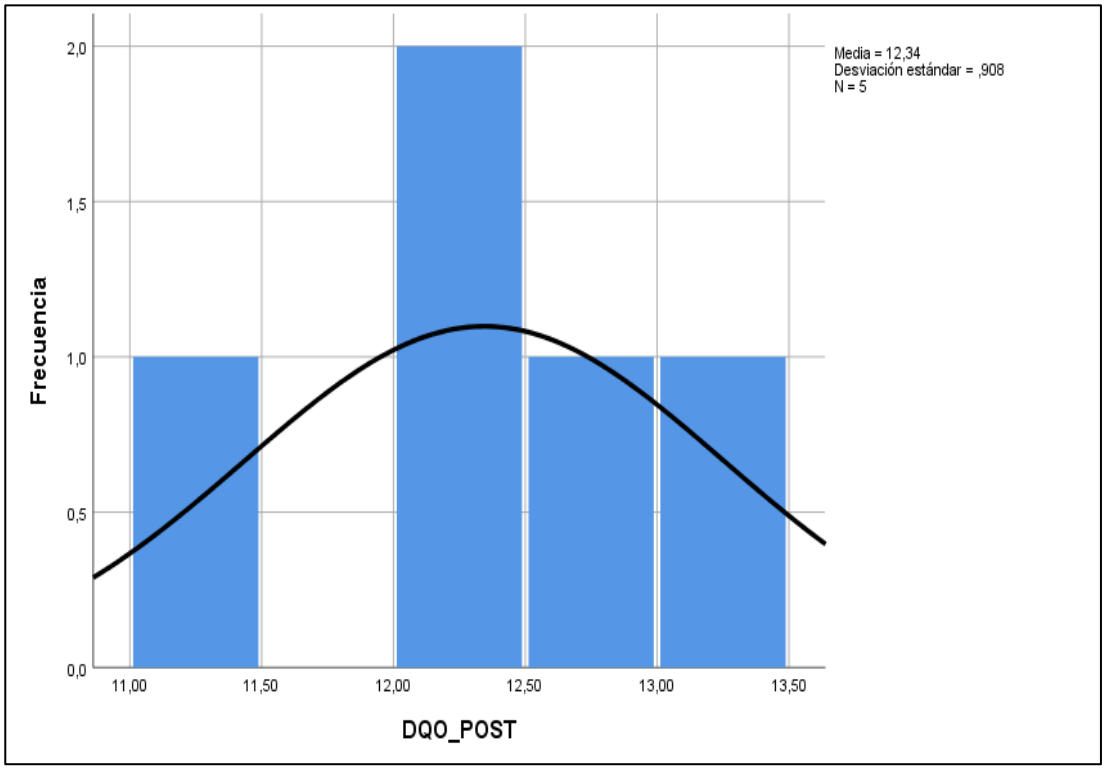
Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Química de Oxígeno pre tratamiento



Nota. En la figura 36 nos indica que es una distribución normal mesocúrtica

Figura 37

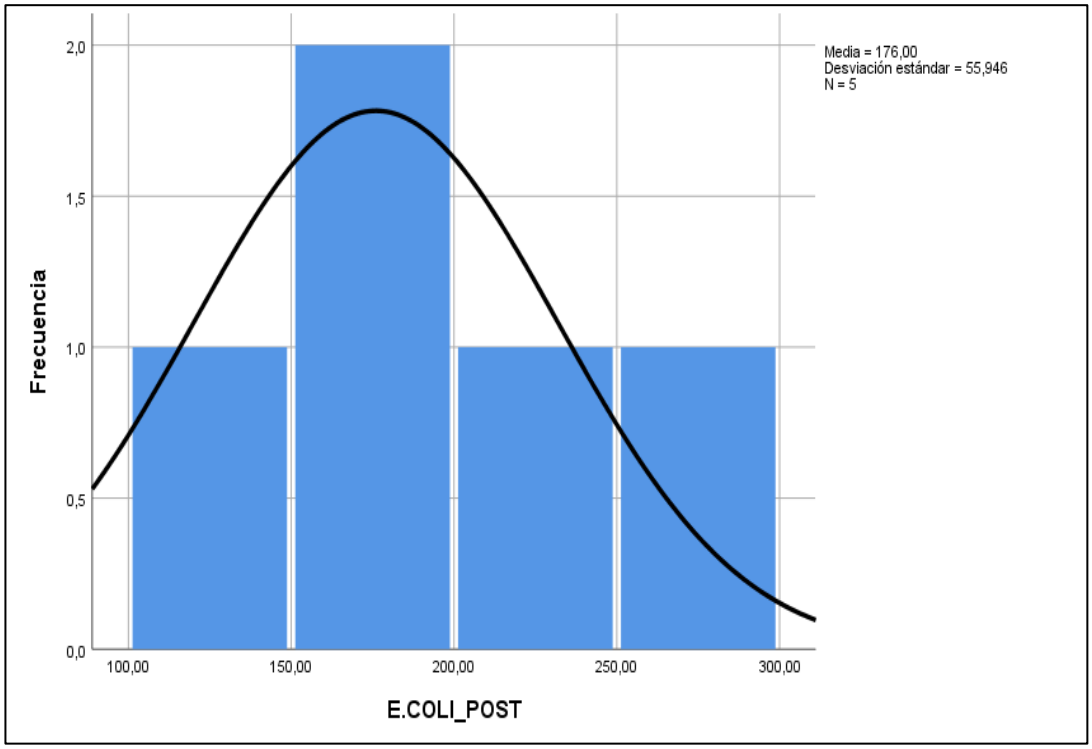
Histograma de normalidad del parámetro de Demanda Química de Oxígeno pos tratamiento



Nota. En la figura 37 nos indica que es una distribución normal platicurtica

Figura 38

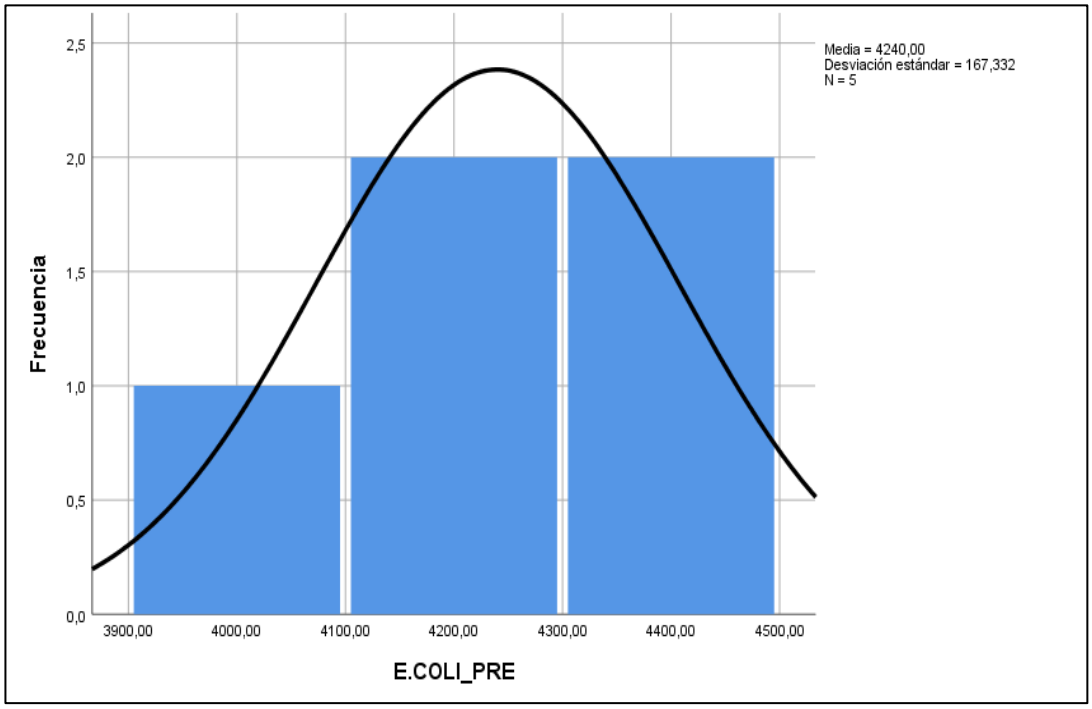
Histograma de normalidad del parámetro de Escherichia Coli pos tratamiento



Nota. En la figura 38 nos indica que es una distribución normal leptocúrtica

Figura 39

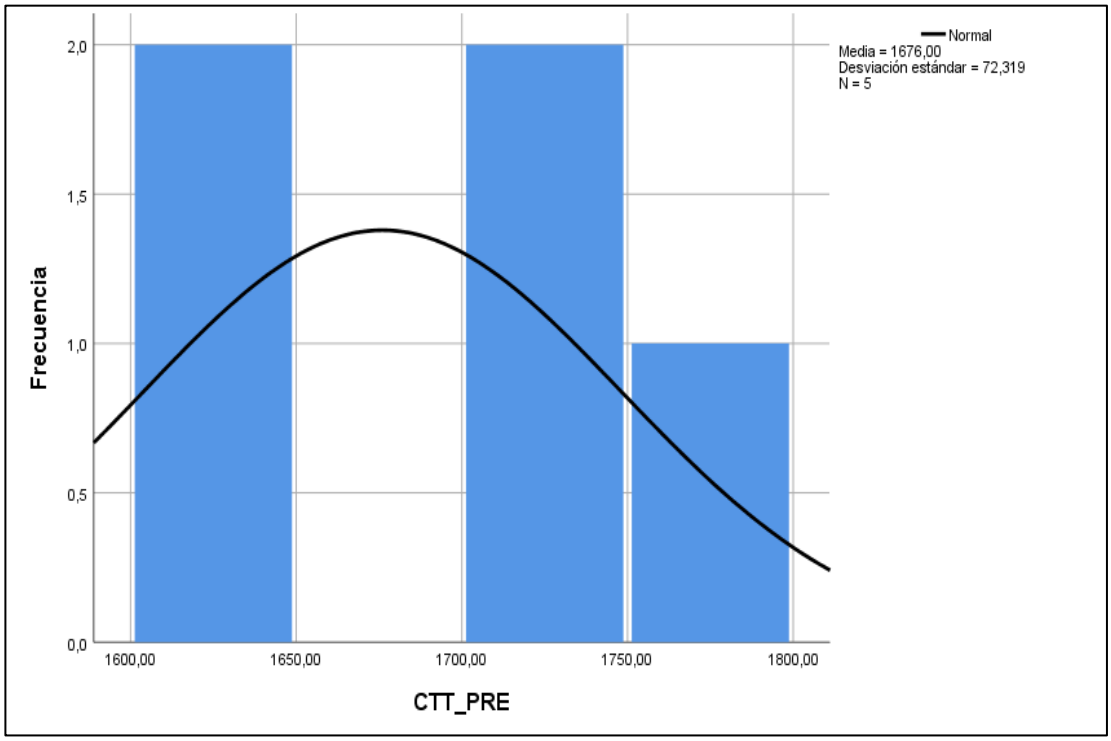
Histograma de normalidad del parámetro de Escherichia Coli pos tratamiento



Nota. En la figura 39 nos indica que es una distribución normal leptocurtica

Figura 40

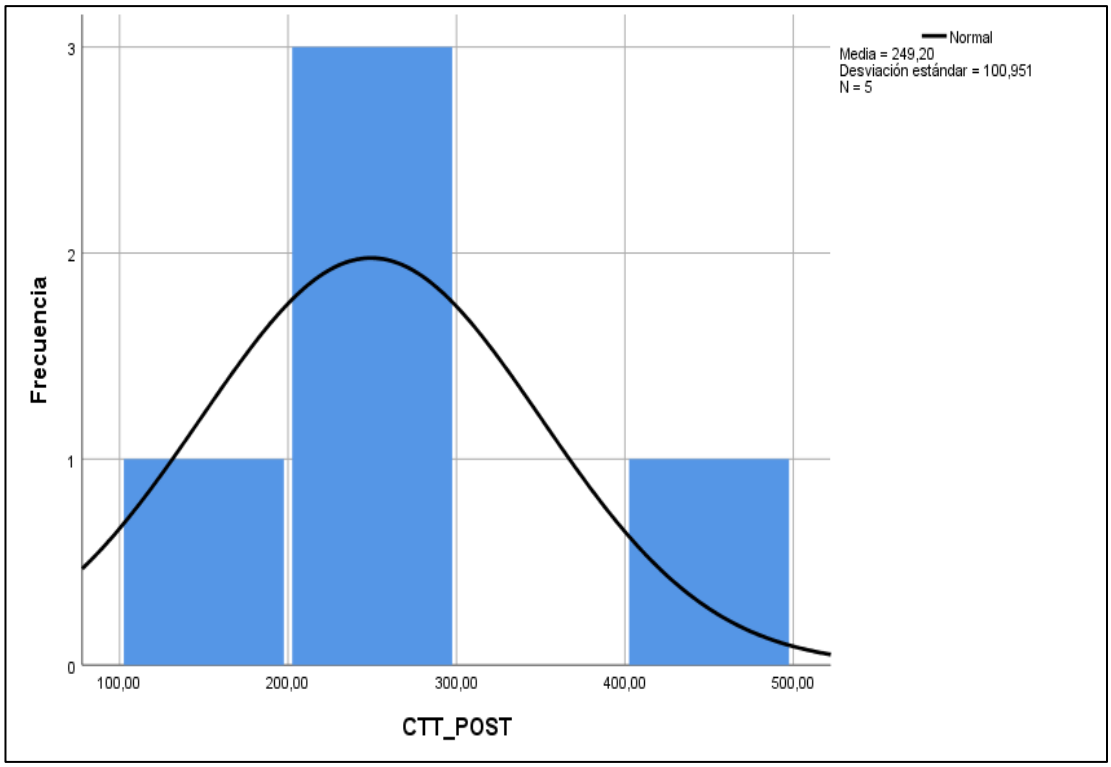
Histograma de normalidad del parámetro de Coliforme Termotolerante pre tratamiento



Nota. En la figura 40 nos indica que es una distribución normal mesocúrtica

Figura 41

Histograma de normalidad del parámetro de Coliforme Termotolerante pos tratamiento



Nota. En el gráfico 35 nos indica que es una distribución normal simétrica

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

A continuación, se expone la hipótesis que permite analizar los datos a través del método para determinar su importancia.

4.2.1. PLANTEO DE LA HIPÓTESIS DEL INVESTIGADOR

Ho: La concentración de la reducción de parámetros microbiológicos y fisicoquímico no muestra una disminución después del tratamiento previo con el lombrifiltro en relación de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Ha: La concentración de la reducción de parámetros microbiológicos y fisicoquímico muestra una disminución después del tratamiento previo con el lombrifiltro en relación de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.

Nivel de significancia: 0.05=5%

4.2.2. ELECCIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA

T de Student para muestras relacionadas porque se trata de un mismo grupo evaluados en dos ocasiones (pre y post tratamiento)

Tabla 10

Prueba de hipótesis con T Student para muestras relacionadas, indicadores fisicoquímicos

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	Media	Desviación	desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
pH_PRE - pH_POST	0.48	0.23	0.10	0.20	0.76	4.7	4	0.0
CE_PRE - CE_POST	643.00	312.13	139.59	255.44	1030.56	4.6	4	0.0
OD_PRE - OD_POST	-3.18	1.41	0.63	-4.93	-1.43	-5.1	4	0.0
TURB_PRE - TURB_POST	58.00	6.32	2.82	50.14	65.85	20.5	4	0.0
COLOR_PRE - COLOR_POST	422.40	29.81	13.33	385.38	459.42	31.7	4	0.0

Nota. Se encontró una diferencia significativa en los valores de la tabla debido a que el p-valor obtenido fue inferior al nivel de significancia establecido

Tabla 11

Prueba de hipótesis con T Student para muestras relacionadas, indicadores microbiológicos

Prueba de muestras emparejadas								
Diferencias emparejadas								
	media	desv. Desviación	desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
DBO_PRE - DBO_POST	13.76	1.22	0.55	12.25	15.28	25.2	4	0.0
DQO_PRE - DQO_POST	32.78	2.50	1.12	29.67	35.88	29.3	4	0.0
E.COLI_PRE - E.COLI_POST	4064.00	163.49	73.12	3861.00	4267.00	55.6	4	0.0
CTT_PRE - CTT_POST	1426.80	127.74	57.13	1268.18	1585.41	25.0	4	0.0

Nota. Se ha detectado una diferencia estadísticamente significativa en los valores de la tabla, ya que el p- valor obtenido fue menor al nivel de significancia establecido

Tabla 12
Parámetros

Parámetros	Unidad de medida	ECA - D.S 004-2017-MINAM	Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01		Resultados ARD-01	
		D1: Riego de Vegetales	PRE-T		POST-T		POST-T		PRE-T		POST-T		POST-T		PRE-T		POST-T	
			2/04/2024		9/04/2024		16/04/2024		23/04/2024		23/04/2024		30/04/2024		7/05/2024		7/05/2024	
Color UCV escala	pt/co	100	550	No cumple	173	No cumple	87	Cumple	486	No cumple	55	Cumple	52	Cumple	512	No cumple	55	Cumple
Turbiedad	Unt	….	68		21		8		69		6		8		67		8	
pH	unidad de Ph	6,5-8,5	8.2	Cumple	8.5	Cumple	8.1	Cumple	8	Cumple	8	Cumple	7.4	Cumple	7.9	Cumple	7.1	Cumple
Conductividad eléctrica	µS/cm	2500	1099	Cumple	1000	Cumple	274	Cumple	1110	Cumple	275	Cumple	450	Cumple	1095	Cumple	300	Cumple
Sólidos totales disueltos	mgL	….	550	-----	500	-----	137	-----	540	-----	138	-----	139	-----	541	-----	145	-----
Temperatura	°C	….	18	-----	23	-----	23	-----	19	-----	23.4	-----	22.9	-----	20	-----	21.9	-----
Oxígeno disuelto	mg/L	≥4	2.4	No cumple	7.5	Cumple	6	Cumple	3.1	No cumple	4.5	Cumple	5.4	Cumple	2.5	No cumple	6	Cumple
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	15	19.1	No cumple	6.4	Cumple	5.7	Cumple	19.80	No cumple	4	Cumple	5.90	Cumple	18.50	No cumple	5.48	Cumple
Demanda química de oxígeno	mg/L	40	42.8	No cumple	11.02	Cumple	12	Cumple	45	No cumple	12.4	Cumple	13.4	Cumple	50	No cumple	12.9	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO																		
Escherichia Coli	NMP/100ml	1000	4400	No cumple	250	Cumple	150	Cumple	4200	No cumple	200	Cumple	100	Cumple	4000	No cumple	180	Cumple
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	1710	No cumple	400	Cumple	270	Cumple	1600	No cumple	228	Cumple	120	Cumple	1760	No cumple	220	Cumple

Nota. La siguiente tabla nos ayuda a entender si esas diferencias ocasionadas en el cambio se encuentran dentro del parámetro de Estándar de Calidad Ambiental para Agua Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S. N° 004- 2017-MINAM

CAPITULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo principal es determinar el efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024, la especie Eisenia Foetida consiguió disminuir los parámetros de coliformes termotolerante, Echerichia coli; Demanda Biológica de Oxígeno; Demanda Química de Oxígeno; Oxígeno Disuelto; Turbiedad; Color; Conductividad Eléctrica; Potencia de Hidrógeno; se establece que se alcanzaron niveles apropiados para el uso del agua de acuerdo al Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM; esto se asemeja a los resultados de Umasi, (2020) en su tesis: *Evaluación de la eficiencia de un lombrifiltro (tres capas) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en el distrito de Cusipata-Cusco*. El propósito de este estudio es determinar la eficacia del uso de un sistema piloto compuesto por un lombrifiltro de tres capas en el tratamiento y reutilización del agua residual con fines de riego en Cusipata. El lombrifiltro se encontraba conformado por una estructura de manera que alberga tres filtros, consiste en tres capas de material orgánico (compost y aserrín) junto con organismos vivos (Eisenia Foetica), culminando en una última capa compuesta de piedra, grava mediana y arena. Además, se contaba con un tanque que almacenaba agua residual y la suministra de forma constante al sistema (flujo continuo). El lombrifiltro funciono con una retención hidráulica de 8 horas y un flujo de caudal igual 0.77 litros por minuto. Los parámetros de DBO_5. DQO, SST, Escherichia Coli obteniendo los siguientes resultados: la especie Eisenia foetida fue capaz de disminuir el DBO5 en un 86%, 86% DQO, 95% SST y 99% Escherichia Coli, Concluyéndose lograron alcanzar valores aceptables para el uso de agua para el riego vegetal, tanto como restringido y como no restringido, así como el consumo por animales, tal y como lo estable el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM**.**

De acuerdo al primer objetivo específico planteado concluir la concentración de la materia orgánica antes y después del lombrifiltro para el

tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024; los resultados obtenido muestran una disminución significativa de los niveles de contaminación orgánico, lo que respalda a la eficacia del método aplicado, se logró reducir un 85% de Coliformes Termotolerante, Echerichia coli a 95.84%; Demanda Biológica de Oxígeno a 71.49%; Demanda Química de Oxígeno a 72.65% y Oxígeno Disuelto alcanzo una mejora del 99.2%; además se registró una reducción del 85% en Turbiedad, del 83.34% en Color y del 58.37% en Conductividad Eléctrica. El Potencia de Hidrógeno paso de un nivel alcalino (8.06) a uno neutro (7.80); estos resultados indican que el tratamiento implementado es efectivo para la reducción de carga orgánica del agua, lo que abre oportunidades para su uso sostenible.

Basado en el segundo objetivo específico de caracterizar las propiedades físico - químicas del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024; En los resultados obtenidos del laboratorio de la DIRESA – HUÁNUCO, se evidencia una reducción significativa en los parámetros, lo que indica que la especie Eisenia Foetida logro disminuir la Demanda Biológica de Oxígeno 19.26 mg/L a 5.49 mg/L (71.49%) y Demanda Química de Oxígeno 45.12 mg/L a 12.34 mg/L (72.65%) indica que el proceso de biodegradación está funcionando adecuadamente, eliminando una gran cantidad de materia orgánica. EL Oxígeno Disuelto de 2.70 mg/L aumento a 5.88 mg/L (99.2%) este parámetro es importante para la salud de los organismos acuáticos, Turbiedad 68 Unt a 10.20 Unt (85%); Color 506.80 pt/co a 84.40 pt/co (83.34%); Conductividad Eléctrica 1102.60 µS/cm a 459 µS/cm (58.37%); Potencia de Hidrógeno paso de alcalina (8.06) a neutro (7.80), es notable que todo los parámetro analizados cumplen con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua) Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004-2017-MINAM, Esto no solo valida la eficacia del lombrifiltro como método de tratamiento, sino que también sugiere que esta tecnología puede ser una solución viable para la gestión de aguas residuales en la región, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental.

De acuerdo al tercer objetivo específico planteado describir las características microbiológicas del agua antes y después del lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024. En los resultados obtenidos del laboratorio de la DIRESA – HUÁNUCO, se evidencia una reducción significativa en los parámetros, lo que indica que la especie Eisenia foetida logro disminuir Coliformes Termotolerante 1676 NMP/ 100 ml a 249.20 NMP/ 100 ml lo que representa una reducción de 85% y Echerichia Coli 4240 NMP/ 100 ml a 176 NMP/ 100 ml (95.84%) este descenso es crucial, ya que estos parámetros son indicadores que existe contaminación fecal y su presencia en el agua puede implicar riesgos a la salud.

En el sistema del lombrifiltro de 5 capas se desarrolló con los datos que influyen directamente en el resultado, el caudal fue de 0.50 ml/L que permitió la alimentación adecuada para la lombriz californiana (Eisenia Foetida), su elección fue por la alta remoción de los contaminantes sobre todo en la materia orgánica, se tomó de referencia el caudal propuesto por Ramón et al. (2015) y Cáceres et al. (2021) en su tesis sobre ”*Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de las aguas urbanas por medio de la técnica de lombrifiltro utilizando la especie Eisenia foetida”*

CONCLUSIONES

Se concluye con relación al objetivo principal el lombrifiltro (Eisenia Foetida) tuvo efecto favorable en el parámetro Coliformes Termotolerante, Echerichia Coli; Demanda Biológica de Oxígeno; Demanda Química de Oxígeno; Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Color, Conductividad Eléctrica; Potencia de Hidrógeno se encuentra dentro del ECA-AGUA. Este argumento se fundamenta en un nivel de confianza del 95%.

Se concluye con relación al primer objetivo específico tuvo resultado en el tratamiento para la reducción de carga orgánica del agua, a su vez que tiene efectividad en la calidad de un recurso tan crucial como el agua. También, esta reducción permite el rehúso del agua tratada en diferentes funciones, lo que otorga un mejor aprovechamiento de los recursos en el agua, los datos mostrados nos muestran la necesidad de mejorar y optimizar este proceso de tratamiento para disponer de un agua más pura y segura para la salud y entorno.

Se concluye con relación al segundo objetivo específico, tuvo efecto en la características físico - químicos del agua después del tratamiento, se observa en el parámetro de Conductividad Eléctrica y Ph se mantiene después del tratamiento y una disminución considerable en el parámetro Demanda Biológica de Oxígeno; Demanda Química de Oxígeno; Oxígeno Disuelto, Turbiedad, Color, no transgrede el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM**.** Este argumento se fundamenta en un nivel de confianza del 95%.

Se concluye con relación al tercer objetivo específico, tuvo efecto en la característica microbiológico del agua después del tratamiento de aguas residuales se observa una disminución considerable en el parámetro coliformes termotolerante; Echerichia coli; no transgrede el Estándar de Calidad Ambiental para Agua (ECA- Agua) Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, D.S N° 004- 2017-MINAM. Este argumento se fundamenta en un nivel de confianza del 95%.

Se generó conocimiento principal en el estudio sobre la aplicación del lombrifiltro para tratar aguas residuales, ya que se observará una reducción de los parámetros analizados. Esto fue posible gracias a la intervención de la lombriz californiana (Eisenia Foetida), cuya capacidad para generar humus y tolerar altas concentraciones de materia orgánica.

RECOMENDACIONES

- Concientizar a la población de Huancachupa sobre la contaminación del agua y sobre los diversos tratamientos de aguas residuales.

- Realizar convenio con la municipalidad de San Francisco de Cayrán para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales o implementar un Lombrifiltro (Eisenia Foetida o lombriz roja de california) que es más efectivo y económico.

- Se recomienda llevar a cabo otra investigación con el propósito de elaborar sistemas de tratamiento mediante Lombrices que empleen distintas especies, con la meta de disminuir o mitigar la contaminación causadas por variados efluentes, durante un periodo más prolongado

- Realizar supervisiones de la planta de tratamiento de aguas residuales mantengan un manejo adecuado y eficiente, lo cual debe eliminar contaminación bacteriana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.V.F. Ingeniería Ambiental (2003). Fundación para la Transferencia Tecnológica. Universidad de Chile. *Programa de Descontaminación de Aguas, Biofiltro*.

ANA, (2016) *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*.

Arango, J. (2003). *Evaluación ambiental del sistema tohá en la remoción de salmonella en aguas servidas domésticas*. Santiago, Chile.

Araujo, R., Lucana, P. (2019). *Eficiencia del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la quebrada Charhuayacu en el sector Shango, Moyobamba 2019.*

Blog, INOTEC, (2021) https://www.innotec-laboratorios.es/la-importancia-y-caracteristicas-de-las-aguas-residuales/

Bravo, M. (2019). *Diseño y evaluación del uso de lombrifiltro como alternativa al tratamiento de residuos líquidos industriales en el proceso de producción de carragenina*, Chile.

Castillo, J., and Chimbo, J. (2021). *Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (Eisenia foetida) en aguas residuales domésticas para zonas rurales*. Enfoque UTE, 12(2), 80–99. https://doi.org/10.29019/enfoqueute.746

Castro, E. (2019) *Estudio de viabilidad técnica y económica de la implementación del sistema tohá (lombrifiltro) para el tratamiento de las aguas residuales en el municipio de Tinjacá-Boyacá Colombia*

Crombet, G., Perez, P., & Avalos, R. (2013). *Caracterización de las Aguas residuales de la comunidad "Antonio Maceo" de la Universidad de Oriente*. Revista Cubana de Química, 134-142. Obtenido- Biodegradación de la materia orgánica y producción de Bioelectricidad en Celdas de Combustible Microbiano (CCM) a partir del agua residual doméstica – Lima/ Condori y torres

Cuéllar, D. (2013). *Diseño Experimental: Un enfoque a la reproducción de las Lombrices.* https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/76623/1/dise%C3%B1o_experimental_enfoque.pdf .

Fernández, M., Rodríguez, S., & Terry, A. (2008). *Principios para el diseño y aplicación de reactores anaerobios en el tratamiento de aguas residuales industriales*. Tecnología Química, 28(1), 65-69.

Fuentes, J. (1987). *La crianza de la lombriz roja. ministerio de agricultura, pesca y alimentación.* Madrid, España.

Gallegos, D. (2019). *Evaluación del lombrifiltro como tratamiento primario del sistema de tratamiento de aguas residuales del proyecto Manchay Verde* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Villa El Salvador, Perú.

García, C. (2014). *Minimización de la carga orgánica de efluentes municipales típicos empleando celdas de combustibles microbianas* (Tesis de Pregrado). México: Instituto Politécnico Nacional.

Huisa, J. Ordoñes, N. (2018). En su tesis: *Eficiencia de lombrifiltro implementando la técnica de pared caliente en el tratamiento de aguas residuales domésticas del centro poblado de huaylacucho del distrito de Huancavelica-2018*.

Herrera, L. (2022). *Efecto de la moringa (moringa oleífera) para la depuración de aguas residuales, de la localidad de Huancapallac del distrito de Quisqui, Huánuco – 2021*.

Hector, R. (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*- Blog

Lima, J. (2016). *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de biofiltración con lombrices (Eisenia foetida) para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la crianza de cerdos en la propiedad de la familia Lima ubicada en el barrio Playas La Florida, cantón Yantzaza*

provincia de Zamora Chinchipe (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Zamora Chinchipe, Ecuador.

Loro, A. (2018). *Evaluación de la eficiencia del tratamiento secundario de aguas residuales domésticas utilizando un biofiltro con Eisenia foetida y un biofiltro convencional* (tesis de pregrado). Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

Metcalf & Eddy (1995) Libro: *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertimiento y reutilización*- Volumen I.

Maita, Z. (2022) *Efecto del humedal artificial de flujo subsuperficial con plantas acuáticas (phragmites australis) en la biorremediación de aguas residuales, en las instituciones educativas del distrito de Amarilis – Huánuco.*

Medina, Ing. Agr. Misc. Leoner. *Lombricultura*. Coro: s.n., 2003.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Lima: https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827. Lima, Perú

Osorio, G., & Rodríguez, R. (2014). *Estudio de la influencia del tiempo de retención celular sobre la reducción de materia orgánica carbonácea y nitrógeno en una nueva configuración del sistema de estabilización por contacto tratando agua residual doméstica* (tesis de pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia

Paico, D. (2017). *Sistema Tohá, para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Cesar Vallejo* (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú

Perez, A., Perez, Y. (2016). *Proyecto de instalación de una planta de procesamiento de las aguas residuales domésticas del distrito de Motupe usando el sistema Tohá*.

Quille, L. (2017). *Microorganismos eficaces y lombrifiltro para la remoción de residuos lácteos de la planta quesera la bodeguilla-valle de Moquegua Puno, Per*ú.

Ramón, J., León, J., & Castillo, N. (2015). *Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie Eisenia foetida*. Revista Mutis, 5(1), 46-54

Rodríguez, E. (2017). *Análisis de grava como filtro en el tratamiento de aguas residuales proveniente de lavadora y lubricadora "RIDA" ubicada en la ciudad de Patate – Provincia de Tungurahua* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador

Rojas, J., Rojas, A., & Vega, H. (2017). *Evaluación de la eficiencia del sistema FIME en unidades de polipropileno utilizando lechos filtrantes alternativos*. El Centauro, 12(1), 12

Saboya, X. (2018). *Eficiencia del método de lombrifiltro en la remoción de los contaminantes de las aguas residuales domésticas en el distrito de Chachapoyas-Amazonas* (tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Salazar, M. (2005). *Sistema Tohá; una alternativa ecológica para el tratamiento de aguas residuales en sectores rurales* (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

Sistema Tohá. (2018). *Sistema Tohá*. Obtenido de http://sistematoha.cl/newSistematoha/proyectos/

Sunass (2022) *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de Aguas Residual (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras*. Informe pág. 82

Sampiere, (2016). *Metodología de la Investigación.*

Umasi, E. (2020) *Evaluación de la eficiencia de un lombrifiltro (tres capas) para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en el distrito de Cusipata-Cusco*

Vivienda, construcción y saneamiento; Diario Oficial El Peruano D.S N°018-2017-VIENDA “Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021”

Young, J. Factors affecting the design and performance of upflow anaerobic filters. Water Science and Technology. 1991

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ramos Lazaro, S. (2024) *Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024* [Tesis pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. http://...

ANEXOS

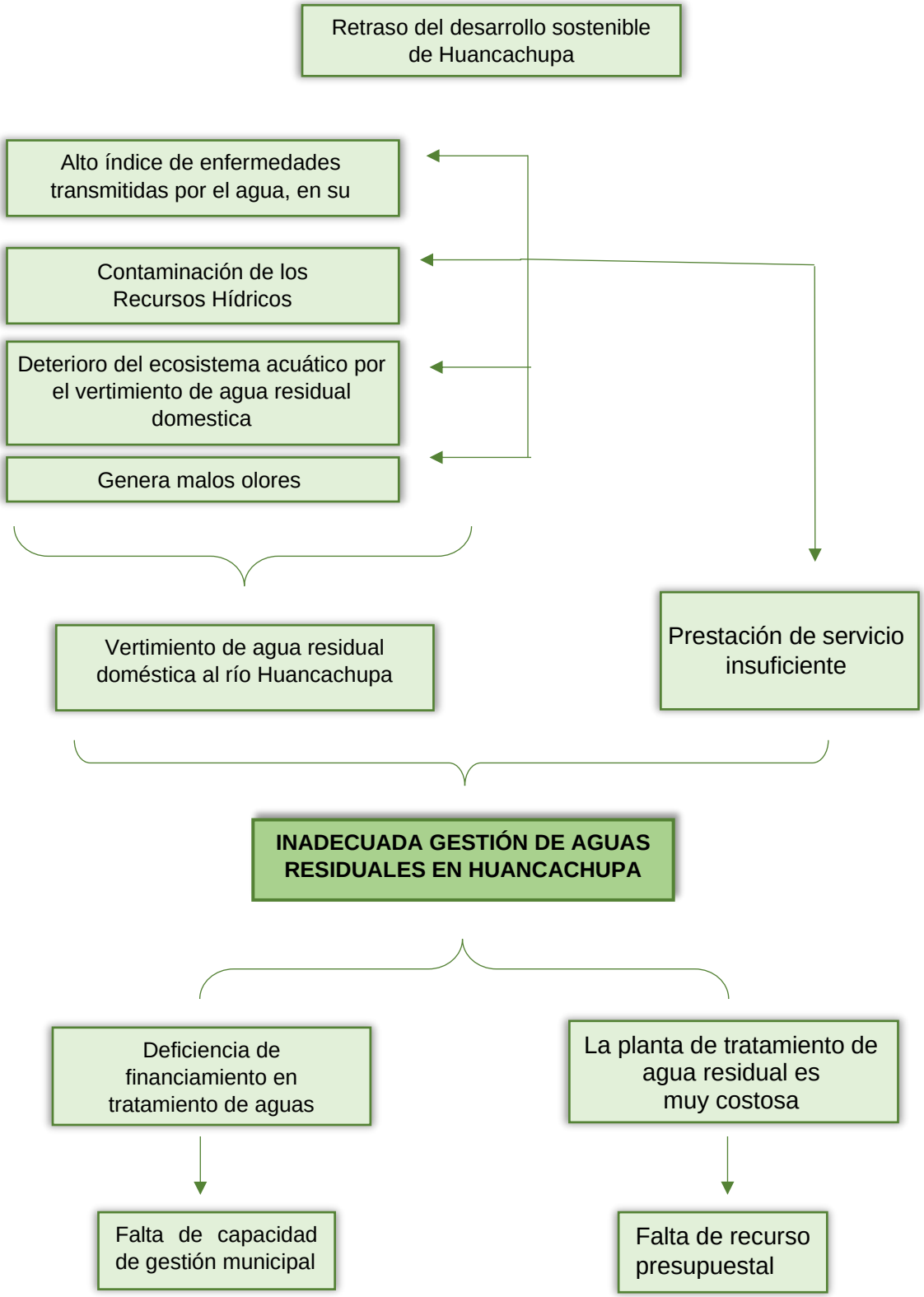
ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024

Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Metodología
¿Cuál es el efecto del lombrifiltro como tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?	Demostrar el efecto del lombrifiltro para el tratamiento de las aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.	El lombrifiltro tiene efecto en el tratamiento de aguas residuales que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024	Lombrifiltro	Cuantitativo, experimental, de corte longitudinal.
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis especificas**	**Variable dependiente**	
• ¿Cuál es la concentración de la materia orgánica antes y después del lombrifiltro como tratamiento del agua residual que descargan en el rio Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?	• Determinar la concentración de la materia orgánica antes y después del lombrifiltro como tratamiento de agua residual que descargan en el rio Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.	• La concentración de la remoción de materia orgánica disminuye después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el rio Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024	Agua Residual Doméstico	
• ¿Cuáles son las características físico-químicos del agua antes y después del lombrifiltro como tratamiento del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?	• Describir las características físico - químicas del agua antes y después del lombrifiltro como tratamiento de agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.	• Las características físico - químicas cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.		
• ¿Cuáles son las características microbiológico del agua antes y después del lombrifiltro como tratamiento del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024?	• Describir las características microbiologicas del agua antes y después del lombrifiltro como tratamiento de agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.	• Las características microbiológicas cambiaron después del previo tratamiento con el lombrifiltro de la calidad del agua residual que descargan en el río Huancachupa, en el Distrito de San Francisco de Cayrán, Huánuco 2024.		

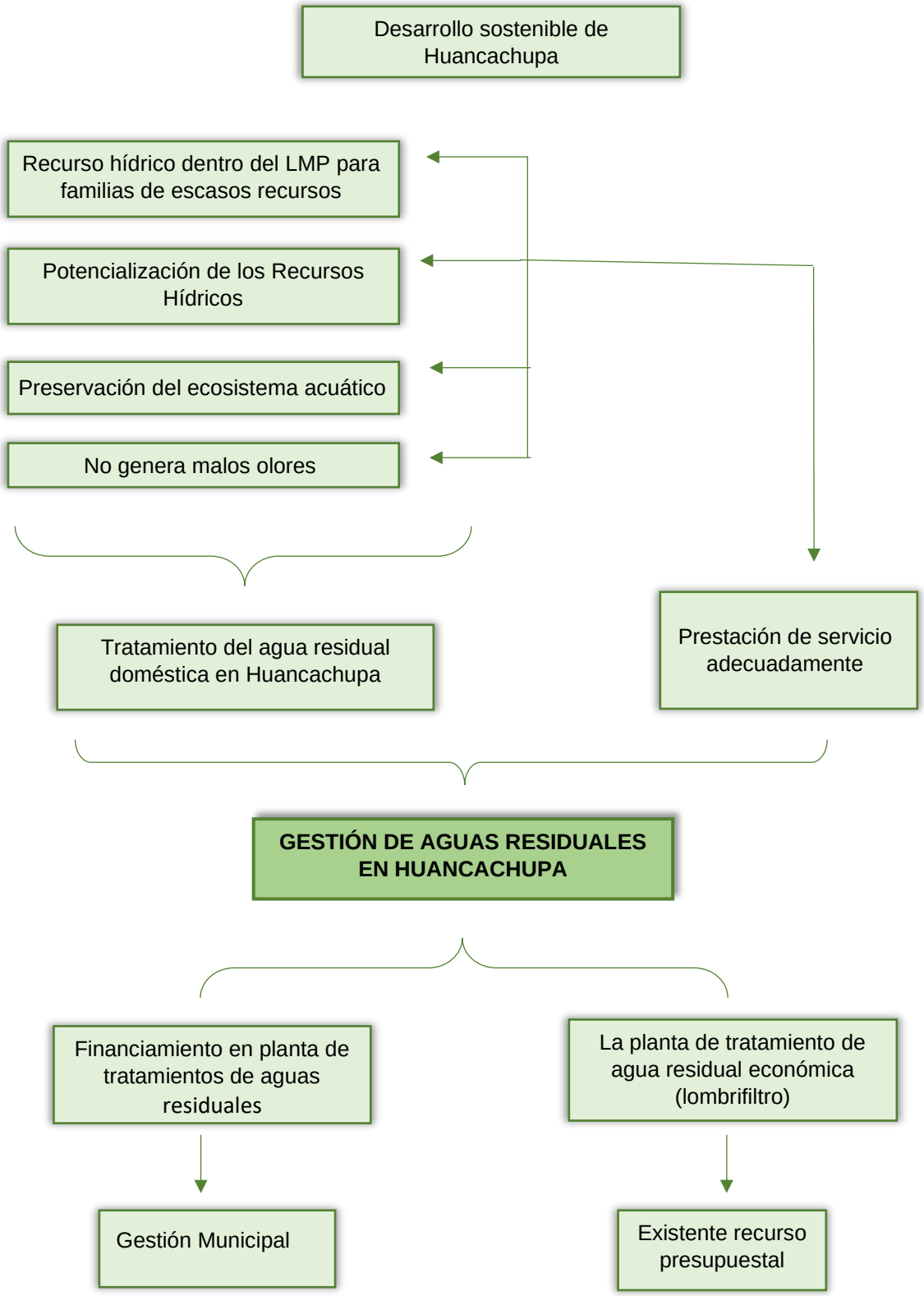
ANEXO 2

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 3

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

FICHA PARA MUESTREO DE AGUA

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: —

AAA/ALA: —

REALIZADO POR: Solansh Ludwica Ramos Lazaro

RESPONSABLE: Solansh Ludwica Ramos Lazaro

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg/L		m3/s o m	
ARD - 01	Agua residual doméstica - Huancachupa	HUANCA - CHUPA	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	HUANUCO	HUANUCO	N:8896120	E:362490	2111	02/04/24	9:30 am	8,2	18	2,4	1099	0,50 ml/min	

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		**SOLICITANTE**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**DNI**	76692031		
INSTITUCION:	PROYECTO DE TESIS : "Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el rio Huancach"	**DIRECCIÓN**	Pasaje meramendi Huancachupa	**DISTRITO**	SAN FRANCISCO CAYRAN	**PROVINCIA**	HUÁNUCO
TELÉFONO	930965 181	**RESPONSABLE DEL MUESTREO**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**FIRMA**	[firma]		

CÓDIGO DEL LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	N° de envases por punto de muestreo P (3)	V(3)	E(3)	PRESERVANTES HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10	H2SO4	HNO3	ZN(O2CCH3)2	OTRO:	PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	OXIGENO DISUELTO	DBO5	DQO	TURBIEDAD	PARÁMETROS BIOLÓGICOS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ESCHERICHIA COLI	OBSERVACIONES
	ARD-01	02/04/24	9:30 am	x								x	x	x	x	x	x	x	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**
Solansh L Ramos Lazaro	[firma]	PROYECTO DE TESIS - UDH
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**

HORA DE ENTREGA
11:38 am

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blga.-Mblga. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: —

AAA/ALA: —

REALIZADO POR: Solansh Ludwica Ramos Lazaro

RESPONSABLE: Solansh Ludwica Ramos Lazaro

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg/L		m3/s o m	
ARD-01	Agua residual doméstico-Huancachupa	HUANCACHUPA	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	HUANUCO	HUANUCO	N:8896120	E:362490	2111	09/04/24	11:15 am	8,5	23	7,5	1000	0,50 ml/min	

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		**SOLICITANTE**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**DNI**	76692031		
INSTITUCION:	PROYECTO DE TESIS: "Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el rio Huancachupa,"	**DIRECCIÓN**	Pasaje meramendi - Huancachupa	**DISTRITO**	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	**PROVINCIA**	HUÁNUCO
TELÉFONO	930965181	**RESPONSABLE DEL MUESTREO**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**FIRMA**			

CÓDIGO DEL LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	N° de envases por punto de muestreo			PRESERVANTES				PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS						PARÁMETROS BIOLÓGICOS		OBSERVACIONES
				P (3)	V(3)	E(3)	HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10	H2SO4	HNO3	ZN(02CCH3)2	OTRO:	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	OXIGENO DISUELTO	DBO5	DQO	TURBIEDAD	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ESCHERICHIA COLI	
	ARD- 01	09/04/24	11:15 am	X								x	x	x	x	x	x	x	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**
SOLANSH L. RAMOS LAZARO		PROYECTO DE TESIS - UDH
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**

HORA DE ENTREGA 12:21 pm

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUANUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blga-Mblga. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: _____ **REALIZADO POR:** _____

AAA/ALA: _____ **RESPONSABLE:** _____

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg/L		m3/s o m	
ADR-01	Agua Residual domest Huancachupa	Huancachupa	San Francisco de Cayran	HUANUCO	HUANUCO	N8896120	E362490	2111	16/04/24	9:41	8,1	23	6	274		AGUA RESIDUAL DOMEST.

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		**SOLICITANTE**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**DNI**	76692031		
INSTITUCION:	PROYECTO DE TESIS: "EFECTO DE UN LOMBRIFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL QUE DESCARGAN EN EL RIO HUANCACHUPA	**DIRECCIÓN**	PASAJE MERAMENDI HUANCACHUPA	**DISTRITO**	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	**PROVINCIA**	HUANUCO
TELÉFONO	930965181	**RESPONSABLE DEL MUESTREO**	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	**FIRMA**	[firma]		

CÓDIGO DEL LABORATORIO	**CÓDIGO DE CAMPO**	**FECHA DE MUESTREO**	**HORA DE MUESTREO**	**N° de envases por punto de muestreo**			**PRESERVANTES**				**PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS**						**PARÁMETROS BIOLÓGICOS**		**OBSERVACIONES**
				P (3)	**V(3)**	**E(3)**	**HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10**	**H2SO4**	**HNO3**	**ZN(02CCH3)2**	**OTRO:**	**SOLIDOS TOTALES DISUELTOS**	**OXIGENO DISUELTO**	**DBO5**	**DQO**	**TURBIEDAD**	**COLIFORMES TERMOTOLERANTES**	**ESCHERICHIA COLI**	
	ADR-01	16/04/24	9:41	x								x	x	x	x	x	x	x	AGUA RESIDUAL DOMESTICA

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**
SOLANSH L. RAMOS LAZARO	[firma]	PROYECTO DE TESIS - UDH
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	**FIRMA**	**INSTITUCION/EMPRESA**

HORA DE ENTREGA
12:04

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blga-Mblga. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		SOLICITANTE	SOLANSH L. RAMOS LAZARO	DNI	76692031		
INSTITUCION:	Proyecto de tesis: "Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el rio Huancachupa".	DIRECCIÓN	Pasaje Meramendi-Huancachupa	DISTRITO	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	PROVINCIA	HUÁNUCO
TELÉFONO	930965181	RESPONSABLE DEL MUESTREO	SOLANSH L RAMOS LAZARO	FIRMA	[signature]		

CÓDIGO DEL LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	N° de envases por punto de muestreo			PRESERVANTES				PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS					PARÁMETROS BIOLÓGICOS			OBSERVACIONES
				P (3)	V(3)	E(3)	HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10	H2SO4	HNO3	ZN(02CCH3)2	OTRO:	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	OXIGENO DISUELTO	DBO5	DQO	TURBIEDAD	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ESCHERICHIA COLI	
	(POST) ARD-01	23/04/24	9:43	X								X	X	X	X	X	X	X	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
	(PRE) ADR-01	23/04/24	9:43	X								X	X	X	X	X	X	X	AGUA RESIDUAL DOMESTICA

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA
SOLANSH L RAMOS LAZARO	[signature]	PROYECTO DE TESIS – UDH
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA

Hora de entrega:
10:55 am

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blgo-Mblgo. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Area de Microbiología de Aguas y Alimentos

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: — **REALIZADO POR:** SOLANSH. L RAMOS LAZARO

AAA/ALA: — **RESPONSABLE:** SOLANSH L RAMOS LAZARO

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg/L		m3/s o m	
(POST) ARD-01	Agua residual doméstica - Huancachupa	Huancachupa	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco	U:8896120	E:362490	2111	23/04/24	9:43	8	23,4	4,5	275	0,50 ml/min	Agua Residual Doméstica
(PRE) ADR-01	Agua residual doméstica Huancachop	Huancachupa	SAN FRANCISCO CAYRAN	HUANUCO	HUANUCO	U:8896120	E362490	2111	23/04/24	9:43	8	19	3,1	1110	0,50 ml/min	Agua Residual Domest.

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: — **REALIZADO POR:** Solansh L. Ramos Lazaro

AAA/ALA: — **RESPONSABLE:** Solansh L. Ramos Lazaro

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg/L		m3/s o m	
ARD-01	Agua residual doméstica Huancachupa	Huancachupa	San Francisco de Cayran	Huanuco	Huánuco	8896120	362490	2111	30/04/23	9:38	7,4	22,9	5,4	450	0,50 m³/min	Agua Residual Domest

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		SOLICITANTE	SOLANSH L. RAMOS LAZARO	DNI	76692031		
INSTITUCION:	PROYECTO DE TESIS: EFECTO DE UN LOMBRIFILTRO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES QUE DESCARGAN EN EL RIO HUANCACHUPA	DIRECCIÓN	PASAJE MERAMENDI - HUANCACHUPA	DISTRITO	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	PROVINCIA	HUANUCO
TELÉFONO		RESPONSABLE DEL MUESTREO	SOLANSH L. RAMOS LAZARO	FIRMA	[firma]		

CÓDIGO DEL LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	N° de envases por punto de muestreo			PRESERVANTES				PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS						PARÁMETROS BIOLÓGICOS		OBSERVACIONES
				P (3)	V(3)	E(3)	HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10	H2SO4	HNO3	ZN(O2CCH3)2	OTRO:	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	OXIGENO DISUELTO	DBO5	DQO	TURBIEDAD	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ESCHERICHIA COLI	
	ARD-01	30/04/24	9:38	X								X	X	X	X	X	X	X	

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA
Solansh L. Ramos Lazaro	[firma]	PROYECTO DE TESIS - UDR
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA

HORA DE ENTREGA
11:52

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUANUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL
Blga. Mblga. Maria Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO

CUENCA: — **REALIZADO POR:** SOLANSH L. RAMOS LAZARO

AAA/ALA: — **RESPONSABLE:** SOLANSH L. RAMOS LAZARO

PUNTO DE MONITOREO	DESCRPCIÓN/ ORIGEN/UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T°	OD	COND	CAUDAL Y PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
						NORTE/SUR	ESTE/ OESTE	m.s.n.m				°C	mg /L		m3/s o m	
(POST) ARD-01	Agua residual doméstica - Huancachupa	HUANCA-CHUPA	SAN FRAN-CISCO DE CAYRAN	HUÁNUCO	HUÁNUCO	N:8896120	E:362490	2111	07/05/24	9:58	7,9	20	2,5	1095	0,50 ml/min	Agua Residual Doméstica
(PRE) ARD-01	Agua residual doméstico - Huancachupa	HUANCACHUPA	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	HUANUCO	HUANUCO	N:8896120	E:362490	2111	07/05/24	9:58	7,1	21,9	6	300	0,50 ml/min	Agua residual domest.

FIRMA DEL RESPONSABLE DEL MONITOREO

CADENA DE CUSTODIA

CÓDIGO DE NÚMERO DE CUSTODIA:		SOLICITANTE	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	DNI	76692031		
INSTITUCION:	PROYECTO DE TESIS: "Efecto de un lombrifiltro para el tratamiento de aguas residuales que descargan en el rio Huancachupa"	DIRECCIÓN	Pasaje meramendi-Huancachupa	DISTRITO	SAN FRANCISCO DE CAYRAN	PROVINCIA	HUÁNUCO
TELÉFONO		RESPONSABLE DEL MUESTREO	SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO	FIRMA	[signature]		

CÓDIGO DEL LABORATORIO	CÓDIGO DE CAMPO	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	N° de envases por punto de muestreo			PRESERVANTES				PARÁMETROS FISICO-QUIMICOS					PARÁMETROS BIOLÓGICOS			OBSERVACIONES
				P (3)	V(3)	E(3)	HCL+O10:AB10O10:AO10:Z10	H2SO4	HNO3	ZN(02CCH3)2	OTRO:	SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	OXIGENO DISUELTO	DBO5	DQO	TURBIEDAD	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	ESCHERICHIA COLI	
	(POST) ARD-01	07/05/24	9:58	x								x	x	x	x	x	x	x	AGUAS RESIDUAL DOMESTICA
	(PRE) ADR-01	07/05/24	9:58	x								x	x	x	x	x	x	x	AGUA RESIDUAL

ENTREGADO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA
SOLANSH L. RAMOS LAZARO	[signature]	PROYECTO DE TESIS – UDH
RECIBIDO		
NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	INSTITUCION/EMPRESA

HORA DE ENTREGA
11:08 am

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Biga-Mblga. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Area de Microbiología de Aguas y Alimentos

ANEXO 5
RESULTADO DEL LABORATORIO
RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DIRESA- HUANUCO

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
Nuestro compromiso es contigo

DIRECCIÒN REGIONAL DE SALUD

LABORATORIO REGIONAL DE SALUD PÙBLICA

DIRESA HUANUCO

REG: 017-2024-LMAA-LRRSHCO

LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS

SOLICITANTE : **SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO**
PROCEDENCIA : **HUANCACHUPA**
PROVINCIA : **HUANUCO**
DEPARTAMENTO : **HUANUCO**

FECHA DE MUESTREO: 04-2024 HORA 5:00 am **FECHA DE ANÁLISIS**: 04-2024 HORA: 14:30 PM.
MUESTRA TOMADA: INTERESADO **CANTIDAD DE MUESTRA** 01 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA SI ( ) NO (X) **PRODUCTO**: Agua superficial **PUNTO DE MUESTREO**: RIO HUANCACHUPA – AGUA RESIDUAL DOMESTICA -. 01.

RESULTADOS DE PARAMETROS FISICO, QUIMICOS Y MICROBIOLOGICO

ANALISIS FISICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
OLOR	Aceptable	-	-	-
SABOR	Aceptable	-	-	-

ANALISIS FISICOQUIMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP - ECA	RESULTADO ARD1 02/04/24	RESULTADO ARD1 09/04/24	RESULTADO ARD1 16/04/24	RESULTADO ARD1 23/04/24	RESULTADO ARD1 23/04/24
COLOR UCV escala pt/co	100	550	173	87	486	55
TURBIEDAD UNT	...	68	21	8	69	6
pH	6,5 a 8,5	8,2	8,5	8,1	8	8,0
CONDUCTIVIDAD umho/cm	2 500	1099	1000	274	1110	275
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS mgL-1	1 000	550	500	137	540	138
TEMPERATURA °C	...	18	23	23	19	23,4
OXIGENO DISUELTO mg/L	>4	2,4	7,5	6,0	3,1	4,5
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	15 mg/L	19,1	6,4	5,7	19,80	4
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	40 mg/L	42,8	11,02	12	45	12,4

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Escherichia coli	1000 NMP/100ml	4400	250	150	4200	200
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	1000 NMP/100ml	1710	400	270	1600	228
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	-	-	-	-	-

Criterios basados en el D.S N° 004 – 2017 MINAN – Categoría 3.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCION REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

HUÁNUCO, 17 de mayo de 2024

Biga. Mtra. María Regina Cárdenas Mineros
CBP 4543
Resp. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

Jr. Dámaso Beraún 1017 - Huánuco.
Téléfono: (062) 590200
Página web: www.diresahuanuco.gob.pe

Nuestro compromiso es contigo

REG: 018-2024-LMAA-LRRSHCO

LABORATORIO DE AGUAS Y ALIMENTOS

SOLICITANTE : **SOLANSH LUDWICA RAMOS LAZARO**
PROCEDENCIA : **HUANCACHUPA**
PROVINCIA : **HUANUCO**
DEPARTAMENTO : **HUANUCO**

FECHA DE MUESTREO: 05-2024 HORA 11:08 am **FECHA DE ANÁLISIS**: 05-2024 HORA: 14:30 PM.
MUESTRA TOMADA: INTERESADO **CANTIDAD DE MUESTRA** 01 frasco de plástico x 1000 ml.
MUESTRA ADITADA SI ( ) NO (X) **PRODUCTO**: agua superficial **PUNTO DE MUESTREO**: AGUA RESIDUAL DOMESTICA (ARD – 01)

RESULTADOS DE PARAMETROS FISICO, QUIMICOS Y MICROBIOLOGICO

ANALISIS FISICO SENSORIALES

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
OLOR	Aceptable	-	-	-
SABOR	Aceptable	-	-	-

ANALISIS FISICOQUIMICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP-ECA	RESULTADO ARD1 30/04/24	RESULTADO ARD1 07/05/24	RESULTADO ARD1 7/05/24
COLOR UCV escala pt/co	100	52	512	55
TURBIEDAD UNT	...	8	67	8
pH	6,5 a 8,5	7,4	7,9	7,1
CONDUCTIVIDAD umho/cm	2500	450	1095	300
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS mgL^{-1}	1 000	139	541	145
TEMPERATURA °C	...	22,9	20	21,9
OXIGENO DISUELTO mg/L	>4	5,4	2,5	6
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	15 mg/L	5,90	18,50	5,48
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	40 mg/L	13,4	50	12,9

ANALISIS MICROBIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	PARAMETROS LMP	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Escherichia coli	1000 NMP/100ml	100	4000	180
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	1000 NMP/100ml	120	1760	220
BACTERIAS HETEROTRÓFICAS	0 UFC/100ml	-	-	-

Criterios basados en el D.S N° 004 – 2017 MINAN – Categoria 3.

HUÁNUCO, 17 de mayo de 2024

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blga. Mblga. María Regina Cárdenas Minaya
CBP 4543
Resp. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Adaptación de las lombrices californiana *(Eisenia Foetica)*

Añadiendo agua residual para facilitar la adaptación de las lombrices californianas (Eisenia foetida).

Midiendo la temperatura de las lombrices californianas (Eisenia foetida).

Seleccionando las lombrices californiana (Eisenia Foetica) para la adaptación

Preparando el sustrato para la adaptación de lombrices californiana (Eisenia Foetica)

Reposo de la lombrices californiana (Eisenia Foetica)

Traslado de las lombrices californiana (Eisenia Foetica) al proyecto piloto

Selección de las piedras por tamaño

Probando el motor para sacar muestras

Lavado de las piedras

Construccion del filtro por goteo con tubos de PVC de 1/2

Colocando las piedras en la caja de plástico para el proyecto piloto

Secado de las piedras

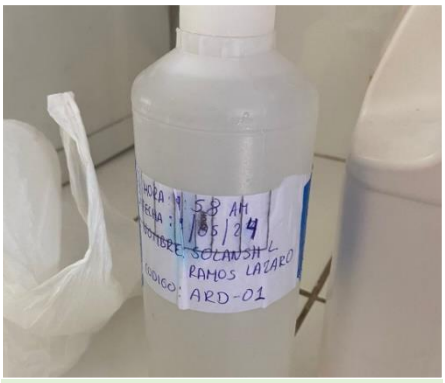
Toma de muestra de agua residual doméstico (pozo séptico)

Toma de muestras de agua residual tratada del proyecto piloto

Medición de parámetros de campo del agua residual tratada del proyecto piloto

Medición de pH del agua residual tratada del proyecto piloto

Toma de muestra de agua residual doméstico (pozo séptico)

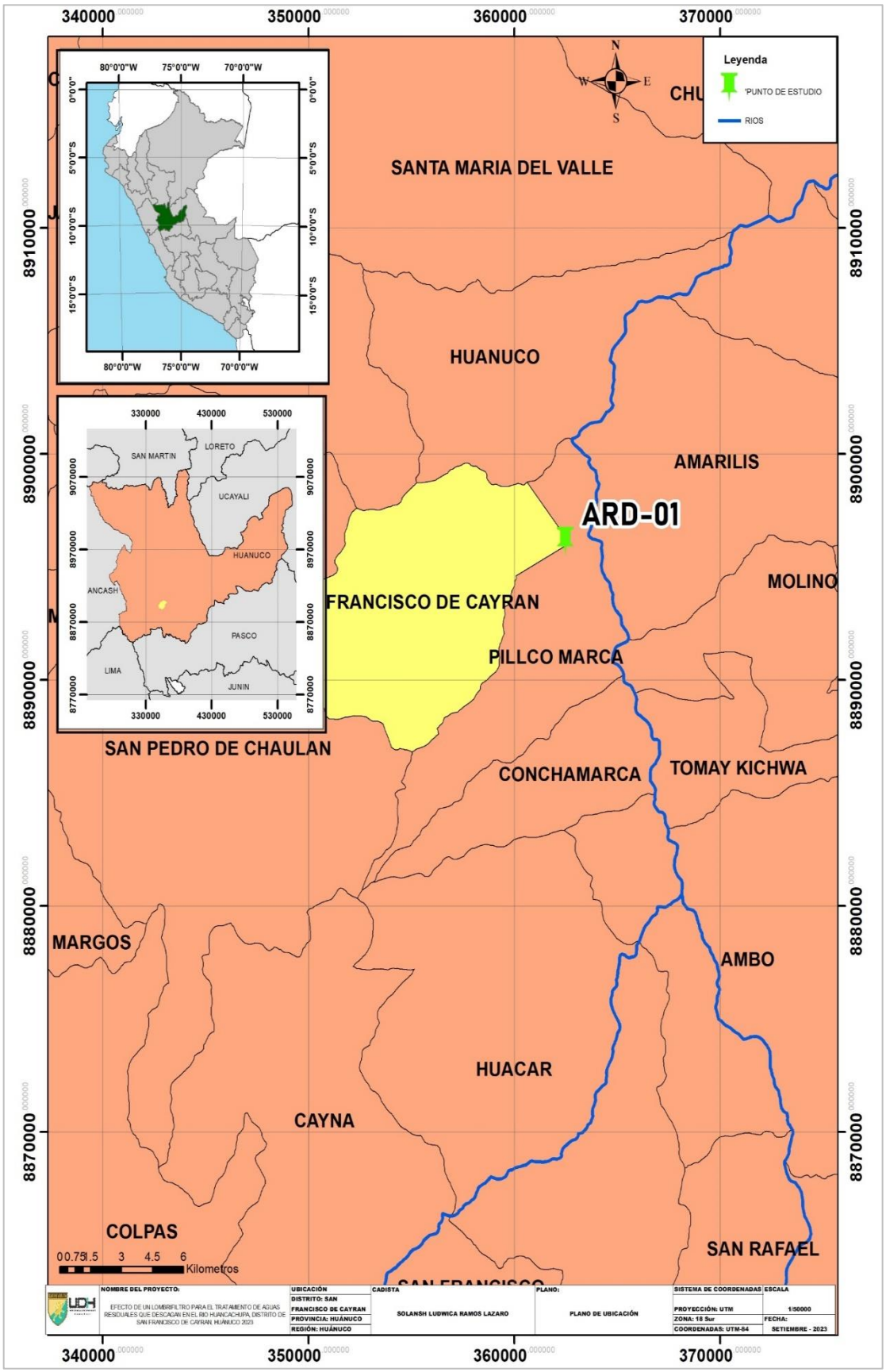


Muestra ingresada al laboratorio de la DIRESA- HUANUCO

Supervisión de Mg. Franck Cámara Llanos

Verificación de proyecto piloto

Supervisión de Mg. Franck Cámara Llanos

Simulación de la toma de muestra para que el supervisor verifique el efluente despues del tratamiento

ANEXO 7
MAPA DE UBICACIÓN