

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Eficiencia de filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Lazaro Ramos, Gisela Yoselin

ASESOR: Camara Llanos, Frank Erick

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación ambiental
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 ()

D

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72954598

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo-microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:00 horas del día 14 del mes de diciembre del año 2023, 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. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Mg. Raúl Cajahuanca Torres (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

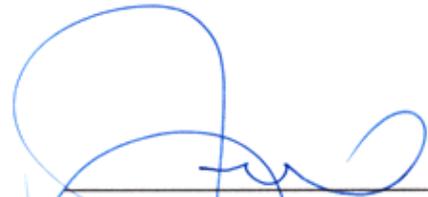
Nombrados mediante la **Resolución N° 3036-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFICIENCIA DE FILTROS ORGÁNICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN MEDRANO DE HUÁNUCO - PERÚ 2023"** presentado por el (la) Bach. **LAZARO RAMOS, GISELA YOSSELIN**, 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) *aprobada* Por *Unanidad* con el calificativo cuantitativo de *1.6*... y cualitativo de *Buena*... (Art. 47)

Siendo las *19:29* horas del día *14* del mes de *Diciembre* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Presidente


Mg. Raúl Cajahuanca Torres
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario


Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva
ORCID: 0000-0001-5596-0445
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **FRANK ERICK CAMARA LLANOS**, en condición de Coordinador del P.A de **INGENIERIA AMBIENTAL** manifiesto: que el asesor de tesis Mg. Frank Erick Cámara Llanos, docente que ya no labora en nuestro programa académico fue designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN No 899-2022-D-FI-UDH del 3 de MAYO del 2022**; del bachiller **LAZARO RAMOS Gisela Yoselin**, cuya investigación titulada; **“EFICIENCIA DE FILTROS ORGÁNICOS PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DEL HOSPITAL REGIONAL HERMILIO VALDIZAN MEDRANO DE HUÁNUCO – PERÚ 2023”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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, 24 de ENERO Del 2024



Mg. Frank E. Cámara Llanos
MÉDICO VETERINARIO
CMV. 7188

Apellidos y Nombres

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	26%	9%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	tecnologiaquimica.uo.edu.cu Fuente de Internet	<1%


Mg. Frank E. Cámara Llanos
MÉDICO VETERINARIO
CMV. 7188

Apellidos y Nombres

Código Orcid: 0000-0001-9180-7405

DNI: 44287920

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a dios y a toda mi familia por estar presente en los buenos y malos momentos. Principalmente, a mis abuelos: Lucas y Severina que me apoyaron desde el primer día de vida en este mundo. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades y sobre todo por estar siempre a mi lado.

A mis tíos(as) que son como mis hermanos: Roy, Edwin, Betty, Marlene, Iris, David. Como también a mi hermana y prima: Pamela y Wendy por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la universidad de Huánuco, por haberme aceptado ser parte de ella y darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

A los docentes del programa académico de ingeniería ambiental por inculcarme sus conocimientos y buenas enseñanzas que contribuyeron para convertirme en un profesional.

A mis asesores Mg. Frank Erick cámara llanos y Dr. Carlos Huamán Cuespán. por la confianza que depositaron en mí, su constante apoyo, sus indicaciones y consejos que me ayudaron en la ejecución del proyecto de investigación, que permitieron la culminación del presente estudio.

A los funcionarios, directivos y trabajadores del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano. Principalmente al Ing. Hugo Pedraza Espinoza y al Mg. Robert Daniel Calvo Villanueva por su colaboración en la realización de la presente investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	18
1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS	26
2.2.1. LAS AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS	26

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	27
2.2.3. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS AGUAS HOSPITALARIAS.....	28
2.2.4. PH.....	30
2.2.5. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	30
2.2.6. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO).....	30
2.2.7. SOLIDOS TOTALES.....	31
2.2.8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	31
2.2.9. LA TEMPERATURA.....	31
2.2.10. SODIO Y POTASIO (NA, K).....	32
2.2.11. CADMIO (CD).....	32
2.2.12. PLOMO (PB).....	32
2.2.13. COBRE (CU).....	33
2.2.14. HIERRO (FE).....	33
2.2.15. ZINC (ZN).....	33
2.2.16. COLIFORMES TOTALES.....	33
2.2.17. ECHERICHIA COLI.....	34
2.2.18. SALMONELLA.....	34
2.2.19. STAPHYLOCOCCUS AUREUS.....	34
2.2.20. FILTROS.....	34
2.2.21. FILTROS ORGÁNICOS.....	35
2.2.22. ASERRÍN DE MADERA.....	35
2.2.23. BAGAZO DE CAÑA.....	36
2.2.24. CASCARA DE COCO.....	36
2.2.25. MARCO LEGAL.....	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	37
2.4. HIPÓTESIS.....	38
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	38
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	38
2.5. VARIABLES.....	39
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X).....	39
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y).....	39
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	40

CAPÍTULO III.....	43
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
3.1.1. ENFOQUE	43
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	43
3.1.3. DISEÑO	43
3.1.4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	45
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	50
3.2.1. POBLACIÓN	50
3.2.2. MUESTRA.....	50
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	52
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	52
CAPITULO IV.....	53
RESULTADOS.....	53
4.1. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	53
4.1.1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	53
4.1.2. DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO CON LOS FILTROS ORGÁNICOS	54
4.1.3. DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO	55
4.1.4. COMPORTAMIENTO DEL PH EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	57
4.1.5. COMPORTAMIENTO DE LA SALINIDAD (S) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE	58
4.1.6. COMPORTAMIENTO DE LOS SÓLIDOS TOTALES (SST) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE	59
4.1.7. COMPORTAMIENTO DEL FOSFORO (P) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	60
4.1.8. COMPORTAMIENTO DEL CADMIO (CD) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	61

4.1.9. COMPORTAMIENTO DEL PLOMO (PB) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	62
4.1.10. COMPORTAMIENTO DEL ZINC (ZN) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	63
4.1.11. COMPORTAMIENTO DEL HIERRO (FE) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	64
4.1.12. COMPORTAMIENTO DEL COBRE (CU) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE.....	65
4.1.13. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE	66
4.1.14. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE	67
4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	68
4.2.1. CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.....	68
4.2.2. CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO.....	69
4.2.3. DE LA CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA.....	70
4.2.4. DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO.....	71
CAPITULO V.....	73
DISCUSIÓN	73
5.1. DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA TRATADA CON LOS FILTROS ORGÁNICOS.....	73
5.2. DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA TRATADA CON LOS FILTROS ORGÁNICOS.....	74
5.3. DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA.....	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

ANEXOS 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de las aguas residuales.....	27
Tabla 2 Indicadores de contaminación ambiental y toxicidad de las aguas residuales de diferentes hospitales.....	28
Tabla 3 Parámetros de la calidad de agua	28
Tabla 4 Operacionalización de las variables.....	40
Tabla 5 Matriz experimental del proyecto de tesis	44
Tabla 6 Resultados de los parámetros físico y químicos del agua residual hospitalaria.....	53
Tabla 7 Resultados de los parámetros físicos del agua residual después del tratamiento	54
Tabla 8 Resultados de los parámetros físicos del agua residual después del tratamiento	54
Tabla 9 Resultados de los parámetros Químicos del agua residual después del tratamiento	55
Tabla 10 Resultados de los parámetros Químicos del agua residual después del tratamiento	56
Tabla 11 Resultados del tratamiento de los parámetros físicos de las aguas hospitalarias con los filtros orgánicos	68
Tabla 12 Resultados del tratamiento de los parámetros químicos de las aguas hospitalarias con los filtros orgánicos.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del BIOFILTRO de PVC.....	45
Figura 2 Residuos orgánicos utilizados en los filtros de PVC	46
Figura 3 Proceso de molienda de los residuos orgánicos.....	47
Figura 4 Proceso de cernido y llenado a los filtros.....	47
Figura 5 Proceso de recolección del agua residual	48
Figura 6 Proceso de recolección del agua residual	48
Figura 7 Proceso de funcionamiento del sistema	49
Figura 8 Proceso de funcionamiento del sistema	50
Figura 9 Recolección de las muestras	52
Figura 10 Comportamiento del pH.....	57
Figura 11 Comportamiento de la salinidad	58
Figura 12 Comportamiento de los sólidos totales	59
Figura 13 Comportamiento del fósforo.....	60
Figura 14 Comportamiento del Cadmio	61
Figura 15 Comportamiento del Plomo	62
Figura 16 Comportamiento del Zinc.....	63
Figura 17 Comportamiento del Hierro.....	64
Figura 18 Comportamiento del cobre.....	65
Figura 19 Comportamiento de la demanda química de oxígeno.....	66
Figura 20 Comportamiento de la demanda Bioquímica de oxígeno.....	67
Figura 21 contrastación de la hipótesis del parámetro de cadmio (Cd)	71

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Eficiencia de filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023” tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de materiales orgánicos usados como filtros; bagazo de caña (BC), cascara de coco (CC) y aserrín de madera (AM) en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias para tratar los parámetros físicos y químicos. La metodología usada es de tipo aplicada, con un diseño experimental de alcance explicativo, los materiales orgánicos fueron triturados con un molino del tipo martillo, hasta obtener una granulometría de 2.00 mm, de diámetro para luego ser insertada en los filtros de PVC y poner en funcionamiento el sistema de filtración, para luego recolectar muestras del agua tratada y llevarlas al laboratorio para su respectivo análisis. Como resultado se obtuvo que los filtros orgánicos con bagazo de caña (BC) muestra una eficiencia de remoción de 42.63% la cascara de coco (CC) 66.10% y el aserrín de madera de 9.20%, para el parámetro de sólidos totales (SST). Así mismo el filtro con bagazo de caña (BC), muestra eficiencia de remoción en los parámetros de Cadmio (Cd), Plomo (Pb), demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) con valores de: 16.66%, 8.05%, 60.23% y 53.75% respectivamente. Se concluye que el filtro orgánico con cascara de coco (CC) reporto eficiencia de remoción de Cadmio (Cd) con 58.33%, Plomo (Pb); 11.60%, Hierro (Fe): 38.0%, Demanda química de oxígeno (DQO): 60.53% y demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 56.62% de eficiencia de remoción. El aserrín de madera reporto eficiencia de remoción del Cadmio (Cd): del 55.55%, plomo (Pb): 21.87%, Hierro (Fe): 49.46%, Manganeso (Mn): 63.63%, demanda química de oxígeno (DQO): 56.69%, demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 57.12%.

Palabras claves: filtros orgánicos, porcentaje de remoción, aguas hospitalarias, parámetros físicos, parámetros químicos

ABSTRACT

The present research work titled “Efficiency of organic filters for the treatment of wastewater from the Hermilio Valdizan Medrano regional hospital in Huánuco – Peru 2023” aimed to evaluate the efficiency of organic materials used as filters; cane bagasse (BC), coconut shell (CC) and wood sawdust (AM) in the treatment of hospital wastewater to treat physical and chemical parameters. The methodology used is of an applied type, with an experimental design of explanatory scope, the organic materials were crushed with a hammer type mill, until obtaining a granulometry of 2.00 mm, in diameter to then be inserted into the PVC filters and put into the filtration system operates, to then collect samples of the treated water and take them to the laboratory for their respective analysis. As a result, it was obtained that the organic filters with cane bagasse (BC) show a removal efficiency of 42.63%, coconut shell (CC) 66.10% and wood sawdust 9.20%, for the total solids parameter (TSS).. Likewise, the filter with cane bagasse (BC) shows removal efficiency in the parameters of Cadmium (Cd), Lead (Pb), chemical oxygen demand (COD) and biochemical oxygen demand (BOD) with values of: 16.66 %, 8.05%, 60.23% and 53.75% respectively. It is concluded that the organic filter with coconut shell (CC) reported removal efficiency of Cadmium (Cd) with 58.33%, Lead (Pb); 11.60%, Iron (Fe): 38.0%, Chemical oxygen demand (COD): 60.53% and biochemical oxygen demand (BOD): 56.62% removal efficiency. Wood sawdust reported removal efficiency of Cadmium (Cd): 55.55%, lead (Pb): 21.87%, Iron (Fe): 49.46%, Manganese (Mn): 63.63%, chemical oxygen demand (COD): 56.69%, biochemical oxygen demand (BOD): 57.12%.

Keywords: Organic filters, removal percentage, hospital waters, physical parameters, chemical parameters

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las actividades antrópicas provocan daños irreparables al medio ambiente, sumado a ello las industrias que coexisten y brindan servicios a la humanidad buscando un desarrollo integral y sostenible sin contar con planes de mitigación para las actividades contaminantes que realizan

Una de las problemáticas a nivel mundial son las aguas residuales hospitalarias que se genera diariamente y que son vertidas a cuerpos receptores con son; quebradas, ríos, lagunas e incluso en el mismo suelo, la mayor parte de estos centros de salud no cuentan con plantas de tratamiento lo que les designa como potenciales contaminadores ambientales. Las cifras indican que las aguas residuales provenientes de hospitales contienen una alta concentración de bacterias que presentan resistencia a diversos antibióticos, así como virus, parásitos platelmintos y nematelmintos, lo que las convierte en aguas residuales altamente contaminantes.

Existen muchas técnicas y metodologías para remover los agentes contaminantes de las aguas residuales hospitalarias como: adsorción, osmosis inversa, evaporación e intercambio iónico etc. Uno de los más usados por su efectividad es el proceso de adsorción ya que permite retener los agentes contaminantes en las paredes del material filtrante.

El presente trabajo de investigación cobra relevancia en el Perú por la disponibilidad de los materiales orgánicos como es el bagazo de caña que se produce en abundancia y al no tener la tecnología para ser usado la queman provocando daño al medio ambiente lo mismo ocurre con la cascara de coco y el aserrín de madera cuya disponibilidad es constante y en abundancia

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El vertido directo de aguas residuales hospitalarias en cuerpos receptores, como suelos, aguas y aire, sin previo tratamiento, conllevó a la propagación de enfermedades y tuvo un significativo efecto negativo en el entorno ambiental. Esto resultó particularmente perjudicial para las comunidades cercanas que dependían de los ríos y arroyos para satisfacer sus necesidades cotidianas, como el consumo humano, la irrigación de campos agrícolas y el suministro de agua a sus animales.

Rubio et al. (2013), las aguas residuales hospitalarias representan un desafío que ocasiona un impacto ambiental adverso en los cuerpos receptores, ya sean agua, suelo o aire. Se sostiene que estas aguas residuales generan contaminantes emergentes debido a las diversas actividades llevadas a cabo en esos entornos (p.12)

Los hospitales en diversas regiones liberan directamente sus aguas residuales a ríos y quebradas sin someterlas a ningún tratamiento previo. Esta falta de tratamiento de las descargas hospitalarias ha tenido consecuencias significativas en varias comunidades, dado que estas aguas contienen productos químicos peligrosos, representando un grave riesgo para la salud. Al examinar la composición de estos vertidos, es posible evaluar el nivel de impacto que han tenido en la cuenca y en las comunidades ubicadas aguas abajo de estos desechos (Cepeda, 2018, p. 14)

A lo largo de un periodo sustancial, la contaminación de ecosistemas acuáticos naturales causada por la presencia de aguas residuales hospitalarias ha surgido como un tema de gran importancia en los ámbitos ambiental y de la salud humana, según lo indicado por (Cepeda, citado por Alvariño en 2008).

. Los líquidos residuales generados en establecimientos de atención médica contienen una variedad de compuestos químicos, que incluyen fármacos parcial o completamente metabolizados por los pacientes, radioisótopos, solventes y agentes desinfectantes. Estos productos químicos son utilizados en una amplia gama de procedimientos, tanto en internación como en actividades relacionadas con diagnóstico, desinfección e investigación (Magdaleno et al., como se citó en Kümmerer 2001; Emmanuel y col. 2005, p.14).

Los centros hospitalarios consumen volúmenes significativos de agua diariamente, generando una cantidad proporcional de aguas residuales que incluyen microorganismos patógenos, medicamentos parcial o completamente metabolizados, y diversas sustancias tóxicas. Estas aguas residuales, ya sea que hayan sido sometidas a tratamiento o no, impactan la calidad del agua y presentan un riesgo para la salud humana, (Ergueta 2015, p.24).

A diferencia de países que aplican procedimientos especializados para gestionar los efluentes hospitalarios, en Perú, solo cinco hospitales se ocupan del tratamiento de sus desechos sólidos, sin abordar los efluentes líquidos. En términos generales, los residuos líquidos de los hospitales suelen ser vertidos directamente en ríos cercanos, generando una contaminación perjudicial para aquellos que utilizan esas aguas para lavar ropa o para fines de higiene personal (Soriano-Moreno et al., 2021, p.6) como se citó en (khan, 2019 y el ministerio del ambiente del Perú, 2021).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, solidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?
- ¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros químicos: Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxido de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?
- ¿Cuáles serán los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, solidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.
- Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros químicos: Demanda química de oxígeno,

demanda bioquímica de fósforo (P), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Manganeseo (Mn) de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

- Determinar los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En el Perú, los tópicos, centros de salud y hospitales generan grandes cantidades de aguas residuales los cuales son vertidos directamente a los cuerpos receptores que en la mayoría de los casos son; el suelo, ríos y quebradas lo que genera un impacto ambiental perjudicial para el ecosistema, estos a su vez generan el deterioro de una manera directa e indirecta a la salud pública perjudicando principalmente a la población vulnerable que son los niños y ancianos, en muchas comunidades los centros de salud vierten estas aguas de forma directa sin recibir ningún tipo de tratamiento a las quebradas los cuales son usados por los lugareños para uso diario y para el lavados de sus prendas de vestir, sin tener en cuenta que están consumiendo agua contaminada.

Al utilizar los filtros orgánicos, para tratar las aguas residuales provenientes de centros hospitalarios se planteó reducir e incluso resolver la problemática de verter directamente a los cuerpos receptores, basada en la teoría que todo medio poroso es capaz de retener en sus estructuras sólidos en suspensión a través de los procesos de adsorción y absorción en el cual están relacionadas diversas fuerzas electrostáticas y electroquímicas.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La utilización de filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales hospitalarias representó una alternativa tecnológica limpia, no convencional, resistente, segura y sencilla. Esta opción permitió aprovechar los desechos orgánicos generados en algunas ocasiones,

los cuales contribuyen al calentamiento global mediante la emisión de CO₂. Además, su aplicación resulta práctica y económicamente rentable.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación produjo conocimiento científico mediante la recopilación y análisis de datos, estableciendo un precedente sobre la relevancia de utilizar residuos orgánicos como filtros en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias mediante un enfoque no convencional.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El empleo de filtros orgánicos en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias condujo a una disminución de los agentes contaminantes en los cuerpos receptores. Este hecho influirá positivamente en la salud de las personas, animales y áreas agrícolas que dependen de estas aguas. Los residuos orgánicos con carga de agentes contaminantes, tratados según los protocolos y normativas de fermentación, pueden ser utilizados como fertilizantes en la agricultura.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

El impacto ambiental al usar los filtros orgánicos permitió mantener un equilibrio ecológico entre el hombre y el medio ambiente debido que tratará de mitigar el impacto causado por las actividades hospitalarias, su fácil mecanismo de funcionamiento brinda a las nuevas generaciones una alternativa para tratar aguas residuales y así poder tener una armonía sostenible con el medio ambiente.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- La disponibilidad para el laboratorio encargado de analizar los parámetros en estudio fue limitada.
- Los costos de los análisis de laboratorio para la recolecta de la información tuvo costos elevados lo que limitó analizarlos a todos como lo que exige la normatividad peruana.

- En la región Huánuco no se realizaron trabajos de investigación utilizando filtros orgánicos es por ella que no existe información científica relacionada con el tema de investigación.
- La preparación e instalación del sistema de los filtros orgánicos demandó costos elevados.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Existió la disponibilidad de los desechos orgánicos a utilizarse en los filtros, también la disponibilidad de los recursos humanos.
- Existió las herramientas para la recolecta de la información
- Se contó con el área para la instalación del experimento, se considera que el proceso del trabajo experimental tuvo una duración aproximadamente de 90 días calendarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Se han llevado a cabo investigaciones relacionadas con la utilización de sistemas de filtración orgánica en el proceso de tratamiento de aguas residuales hospitalarias. Algunas de estas investigaciones incluyen:

Duany-Timosthe et al. (2022) en su investigación titulada "*Bioadsorbentes no convencionales utilizados para la eliminación de metales pesados*" llevada a cabo en la Universidad de Oriente en Cuba. El objetivo principal de este estudio fue analizar las iniciativas anteriores centradas en el tratamiento de aguas residuales mediante el uso de materiales adsorbentes poco convencionales, como residuos orgánicos.

Estos elementos incluyen residuos de frutas, biomasa agrícola (desperdicios de plantas agrícolas y taninos) y biomasa biológica (como hongos, algas y bacterias). La metodología empleada en el trabajo de investigación es de tipo cualitativo descriptivo, y la información se recopiló a partir de una muestra poblacional de 200 unidades, que incluyó libros, artículos y tesis.

Los resultados obtenidos del estudio señalaron que materiales como los desechos de café, el bagazo de caña, la cáscara de plátano, la cáscara de yuca, la vaina de frijol, el marlo de maíz, la cáscara de huevo triturada, la cáscara de naranja, la cáscara de mandarina, la cáscara de tamarindo y la cáscara de cacao alcanzaron, en promedio, una eficacia de hasta el 94% en la remoción de metales pesados

La cáscara de café y el bagazo de caña lograron una tasa de eliminación del 96,54%, según los resultados obtenidos. Se deduce de

este estudio que el uso de residuos orgánicos como filtros demuestra ser eficaz en la eliminación de metales pesados.

Paredes (2017) en su investigación titulada "Análisis del aserrín de madera como filtro natural para el tratamiento del agua residual proveniente del camal municipal del cantón Baños" realizada en la Universidad Técnica de Abanto en Ecuador. El propósito principal fue evaluar la eficacia del aserrín de madera como material filtrante en el tratamiento de los efluentes generados en un matadero municipal.

El enfoque metodológico empleado en la investigación fue experimental y aplicativo. La población considerada fue finita y se relacionó con la producción de agua en el matadero, estimándose en 15.1/m³ como base. La muestra consistió en 275 galones, y los datos para los análisis pertinentes se recopilaron a partir de los resultados de los laboratorios. Los filtros prototipo fueron confeccionados con material de PVC, con una capacidad de 55 litros, siendo el aserrín de madera el único material utilizado como filtro.

Los resultados obtenidos en la investigación revelaron que el filtro de aserrín de madera mostró una eficiencia promedio del 79,49% en la DBO₅, del 70,78% en la DQO y del 86,60% en los ST. En consecuencia, se llegó a la conclusión de que el aserrín de madera es eficaz en la eliminación de contaminantes relacionados con los parámetros físicos en las aguas residuales provenientes de mataderos municipales.

Vera (2016) en su Tesis Titulado: "*Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente*". Universidad de Cuenca – Ecuador. El trabajo tuvo como objetivo general evaluar la capacidad de adsorción del bagazo de caña con los metales pesados contenido en las aguas residuales mineras.

La metodología empleada en la investigación fue de tipo experimental aplicativo, tomando como población finita el agua residual generada por la minería. Se obtuvieron muestras de 250 ml, y el estudio

se llevó a cabo a nivel de laboratorio, centrándose en analizar el impacto del pH, el tiempo de contacto, la concentración de la especie metálica y la cinética de biosorción.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: La remoción del cadmio fue del 77.81% a un pH operativo de 6, mientras que, en el caso del plomo, se alcanzó una eliminación del 99.76% a un pH de 5, lográndose en los primeros 10 minutos del proceso de filtración.

Finalmente concluye que el proceso de biosorción para el plomo se ve beneficiado a un pH de 5, logrando un porcentaje de remoción del 97.66%, mientras que para el cadmio se obtiene un 80% de remoción a un pH de 6. Asimismo, se destaca que el análisis del tiempo de contacto reveló que el mayor porcentaje de remoción de los metales, tanto de cadmio como de plomo, se produce a los 10 minutos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Huamán (2018) en su tesis denominada "Utilización de materiales orgánicos como filtros en el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcinas" llevada a cabo en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en Tingo María, Perú, se enfocó en la utilización de materiales orgánicos como agentes de filtración en el procedimiento de tratamiento de las aguas residuales provenientes de instalaciones porcinas.

El propósito central de esta investigación consistió en analizar la efectividad de los materiales orgánicos empleados como filtros en el proceso de tratamiento de las aguas residuales producidas por la instalación porcina ubicada en el Centro de Investigación y Capacitación Granja Zootecnia, adscrito a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

La investigación se basó en una metodología experimental aplicada. Durante el estudio, se emplearon materiales orgánicos como el aserrín de madera, la cascarilla de arroz y la cascarilla de café. Al

finalizar la investigación, se realizaron análisis de los aspectos físicos, químicos y biológicos del efluente, que es el agua tratada.

Los resultados obtenidos indicaron que la cascarilla de arroz eliminó el 87% de la DQO y el 52% de la DBO₅; la cascarilla de café eliminó el 86% de la DQO y el 50% de la DBO₅; mientras que el aserrín de madera eliminó el 86.5% de la DQO y el 45% de la DBO₅. Además, se concluyó que estos materiales fueron eficientes en la eliminación de los Coliformes Totales y E. coli, alcanzando porcentajes de 92%, 85% y 98.7%, respectivamente.

Paz (2019) en su tesis titulada "*Diseño y evaluación de un biofiltro a base de musgo blanco Sphagnum magellanicum para mejorar la calidad del agua de uso doméstico en comunidades rurales*" llevada a cabo en la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima - Perú, se propuso evaluar la capacidad de un biofiltro elaborado con musgo S. magellanicum para disminuir la carga bacteriana y de metales en el agua destinada al consumo doméstico en áreas rurales de Satipo, Junín. Se implementaron dos tipos de biofiltros, diferenciados según el volumen de los reservorios, asignándose cuatro reservorios para el estudio.

La metodología utilizada es de carácter cuantitativo y se basa en un diseño experimental. Se empleó un método de muestreo no aleatorio. Se llevaron a cabo análisis de parámetros biológicos, como los coliformes totales, los coliformes fecales o termotolerantes y la Escherichia coli, además de la medición de los metales totales y diversos parámetros fisicoquímicos del agua, incluyendo el pH, la conductividad, la temperatura, el oxígeno disuelto y los sólidos totales disueltos.

Los resultados derivados de la investigación respecto a los parámetros fisicoquímicos, como pH, oxígeno disuelto y temperatura, mostraron similitudes significativas y se mantuvieron dentro de los límites establecidos por las regulaciones del ECA en la normativa peruana. En cuanto a los parámetros biológicos, se observó una disminución promedio del 85% en Coliformes totales, del 66% en

coliformes fecales y una reducción del 75% en la concentración de metales, evaluados en promedio en los reservorios.

Concluyendo, que el biofiltro con *Sphagnum magellanicum* es capaz de eliminar hasta un 86% de coliformes totales, un 66% de coliformes fecales o termo tolerantes, un 96% de aluminio, un 22% de hierro, un 66% de manganeso y un 81% de vanadio en los reservorios ubicados en el área rural de Satipo.

Urrelo y Paredes (2020) en su investigación titulada "*Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz: una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos*", llevada a cabo en la Universidad Peruana UNIÓN, San Martín, Perú, tuvo como propósito comparar la eficacia en la eliminación de contaminantes de las aguas residuales de lavaderos de vehículos, utilizando tanto la cascarilla de arroz como la cáscara de coco.

La metodología de este estudio se caracteriza por ser cualitativa y descriptiva. La población y la muestra correspondieron a artículos científicos y tesis experimentales desarrolladas a nivel nacional e internacional. Para la recopilación de datos, se emplearon encuestas, formatos y fichas técnicas, las cuales fueron validadas por expertos. El muestreo se llevó a cabo de manera no probabilística.

Los resultados indican que la cascarilla de arroz es efectiva en eliminar la DQO y la DBO con porcentajes del 52.33% y 59.08%, respectivamente. Por otro lado, la cascarilla de coco demuestra una eficacia del 99.98% en la eliminación de aceites y grasas. En resumen, se concluye que tanto la cascarilla de arroz como la cáscara de coco son eficaces en la eliminación de contaminantes presentes en las aguas residuales de lavaderos de vehículos.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

En la región Huánuco no existe información científica del uso de residuos orgánicos para tratar las aguas residuales ocasionadas por las

actividades antrópicas, a pesar de haber disponibilidad de la materia prima para poder realizar la una nueva innovación tecnológica propuesta en el presente trabajo de investigación, se reporta el trabajo de investigación de:

Huamán (2020) en su Trabajo de Investigación: “*Evaluación de la eficiencia de remoción de contaminantes mediante filtros de residuos orgánicos en aguas residuales de granjas porcinas*”. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Huánuco.

El propósito principal consistió en analizar la efectividad de cinco materiales orgánicos (bagazo de caña, aserrín de madera, cascarilla de cacao, cascarilla de café y cascarilla de arroz) empleados como medios filtrantes para atrapar sustancias contaminantes presentes en las aguas residuales producidas por las explotaciones porcinas.

Principio del formulario Investigación de naturaleza experimental con un enfoque explicativo y un método cuantitativo. La población considerada fue de 13,824 litros por hora de agua residual generada durante la limpieza y alimentación de cerdos, mientras que la muestra consistió en 30 litros de agua residual. Para la recolección de datos, se emplearon equipos e instrumentos de laboratorio basados en métodos estandarizados para cada parámetro, utilizando el método EPA 418.1. En cuanto a la comparación de medias de los datos, se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT – 2018, mediante el cual se llevó a cabo la contrastación de hipótesis.

El estudio presentó los resultados de la siguiente manera: La cáscara de café (CC) exhibió una eficiencia promedio del 42.69% en la eliminación de parámetros físicos, del 57.73% en parámetros químicos y del 76.09% en parámetros biológicos. En cuanto al aserrín de madera (AM), alcanzó una eficiencia del 55.68%, 76.46% y 84.40%, respectivamente. Para la cáscara de arroz (CA), se registraron eficiencias del 9.24%, 80.72% y 60%, mientras que para el bagazo de caña los valores fueron del 31.03%, 47.02% y 68.69%. Es importante

destacar que la cáscara de cacao exhibió un rendimiento del 68.69% en parámetros biológicos. Los resultados obtenidos satisfacen los requisitos de calidad ambiental que establece la regulación peruana tanto para el riego de cultivos como para el suministro de agua a animales domésticos. En resumen, se concluye que los materiales orgánicos utilizados como medios de filtración demuestran ser eficaces en el proceso de tratamiento de las aguas residuales procedentes de explotaciones porcinas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LAS AGUAS RESIDUALES HOSPITALARIAS

Suarez (2018) destaca que las aguas residuales hospitalarias contienen una cantidad significativa de compuestos químicos, fluidos corporales y medicamentos, lo que las convierte en una de las principales fuentes de contaminantes emergentes derivados de procedimientos médicos, así como de las actividades de limpieza y desinfección relacionadas. Estos efluentes líquidos son liberados en el sistema de alcantarillado. (p. 8).

Entre estos componentes se encuentran compuestos de fósforo, como los ortofosfatos (PO_4) y el fósforo total (P), así como compuestos de nitrógeno, como nitratos (NO_3), nitritos (NO_2), nitrógeno amoniacal (NH_3) y nitrógeno total (N). Además, se incluyen metales y metaloides, como cadmio (Cd), cromo (Cr), mercurio (Hg), plata (Ag) y plomo (Pb). También se consideran parámetros para el análisis y la presentación de informes, como la acidez total en mg/L, la alcalinidad total, la dureza cálcica (Ca^{2+} y Mg^{2+}), la dureza total en mg/L, y aspectos generales como el pH, la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), los sólidos suspendidos totales (SST), los sólidos sedimentables (SSED), las grasas y aceites, los fenoles, el formaldehído y las sustancias activas al azul de metileno., Suarez, como se citó en (Aguilar, 2002, p.22)

Las aguas residuales hospitalarias albergan microorganismos causantes de enfermedades y compuestos con distintos grados de toxicidad, incluyendo medicamentos, productos de cuidado personal y desinfectantes. La liberación de estos desechos sin un tratamiento adecuado plantea un significativo desafío ambiental. Con frecuencia, estos vertidos llegan directamente a las redes de alcantarillado sin un tratamiento previo, y como resultado, se han detectado contaminantes y agentes patógenos de origen hospitalario en los ecosistemas acuáticos..(Muñoz et al., 2019, p.16).

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES

Según Penagos et al. (2012) las aguas residuales hospitalarias tienen las siguientes características:

Tabla 1

Características de las aguas residuales

Parámetros	Unidad	Media
pH	-	6.7± 0.5
Alcalinidad Parcial	mg/L	163±52
Alcalinidad Intermedia	mg/L	204±41
Alcalinidad Total	mg/L	375±93
Cloruro	mg/L	153±40
Sólidos Totales	mg/L	412±143
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	12±3
Sólidos Suspendidos Volátiles	mg/L	102±63
DQO	mg/L	310±123
DBO ₅	mg/L	46±37
SO ₄	mg/L	19±3,1
Coliformes Fecales	UFC/100mL	3.1x10 ⁶ ±2.3x10 ⁶

Nota: La Tabla muestra los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales en el año 2012 (Penagos et al., 2012).

Sin embargo Ramos (2008) que los hospitales producen un rango de aguas residuales que varía entre 100 y 1400 litros por día. La cantidad de estas aguas residuales, junto con la medición de indicadores ambientales en términos de propiedades físicas, químicas y microbiológicas, permite evaluar el riesgo sanitario que implica su

liberación sin tratamiento en cuerpos de agua superficiales y subterráneos. (p,18).

Tabla 2

Indicadores de la presencia de contaminación ambiental y toxicidad en las aguas residuales provenientes de distintos centros hospitalarios

Parámetro	Unidad	Media
pH		6.97
DQO	mg/L	2.40 - 2.57
DBO	mg/L	38 - 77
Fosforo	mg/L	1.5 - 2.1
Conductividad Eléctrica	µScm	670 - 1900
Solidos Suspendidos	mg/L	155 - 297
DBO/DQO	mg/L	0.29 - 0.49
E. Coli	NMP/100mL	3.0 x10 ³ x5.5x10 ⁴
Bacterias Heterotróficas	NMP/100mL	2.0 x10 ⁵ x5.4 x10 ⁶
Coliformes Fecales	UFC/100mL	4.0 x10 ³ x10 ⁵

Nota: La Tabla 2 muestra los valores de los parametros de distintas aguas hospitalarias en el año 2008 (Ramos, 2008).

2.2.3. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS AGUAS HOSPITALARIAS

Según Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, los parámetros exigidos según la normatividad peruana son:

Tabla 3

Parámetros de la calidad de agua

Parámetros	Unidad de medida
Físicos Químicos	
Aceites y grasas	mg/L
Color	Escala Pt/Co
Conductividad Eléctrica	µS/cm
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L
Dureza	mg/L
Fosforo Total	mg/L
Nitratos	mg/L
Nitritos	mg/L

Amoniaco	mg/L
Oxígeno Disuelto	mg/L
Potencial de Hidrogeno (pH)	Unidad de pH
Solidos Disueltos Totales	mg/L
Sulfatos	mg/L
Temperatura	°C
Turbiedad	UNT
Químicos Inorgánicos	
<hr/>	
Cobre	mg/L
Hierro	mg/L
Manganeso	mg/L
Níquel	mg/L
Plomo	mg/L
Zinc	mg/L
Microbiológicos y Parasitológicos	
<hr/>	
Coliformes Totales	NMP/100ml
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100ml
Formas Parasitarias	N° de Organismo/L
Echerichia Coli	NMP/100ml
Vibrio Cholerae	Presencia/100ml
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos)	N° de Organismo/L
<hr/>	

Nota: La Tabla muestra los valores exigidos por la normativa peruana (El Peruano, 2017).

Teniendo en cuenta a Duany-Timosthe et al. (2022) señala que un total de trece metales pesados tienen un impacto significativo en la salud y el entorno: Hg, Pb, Cr, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, As, Cd, Ni, Sn y Fe.

Dentro de los impactos negativos que estos metales pueden provocar en las plantas se encuentran manifestaciones como necrosis en los extremos de las hojas, restricción en el desarrollo de las raíces y el fallecimiento completo de la planta.

En las personas, estos metales pueden resultar altamente perjudiciales y causar una variedad extensa de inconvenientes, tales como erupciones cutáneas, malestar estomacal, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmunológico, daño renal y hepático, hipertensión, alteraciones genéticas, cáncer, trastornos neurológicos e incluso la pérdida de vidas. (Duany-Timosthe et al.,2022, p.20)

2.2.4. PH

Según Vera (2016) el pH, Es un indicador que refleja el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia y desempeña un papel fundamental en el proceso de biosorción, Dado que esto impacta en la carga superficial del material utilizado en el proceso de biosorción, así como en el nivel de ionización y la configuración química en la que el adsorbato se encuentra presente. (p.13).

De acuerdo con Amaya et al. (2004) afirman que el pH representa una propiedad de gran relevancia en diversos procesos biotecnológicos, tales como la neutralización de residuos de alimentos. Además, ha adquirido una creciente importancia en la industria minera y en la gestión de la contaminación, específicamente en la neutralización de desechos provenientes de la industria (p.16-18).

2.2.5. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Según Cepeda (2018) indica que la demanda química de oxígeno (DQO) representa un tipo de medida en escala, siendo empleada para determinar la cantidad de sustancias que pueden ser oxidadas mediante un proceso químico (p.5).

Raffo y Ruiz (2014) la demanda química de oxígeno (DQO) es un indicador de la presencia de materia orgánica en un cuerpo de agua y se emplea para cuantificar la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar dicha materia orgánica mediante la acción de un agente químico oxidante. Esta medida se utiliza de manera amplia para evaluar la concentración de materia orgánica en las aguas residuales originadas tanto en zonas urbanas como industriales. (p.6).

2.2.6. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

Es una variable en escala empleada para calcular La cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos puedan oxidar la materia orgánica presente en el agua , (Cepeda, 2018).

Se refiere a la cantidad de oxígeno en el agua que los microorganismos utilizan durante el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica (Paredes, 2017, p.11).

2.2.7. SÓLIDOS TOTALES

Según Paredes (2017), los sólidos totales representan la cantidad de materia que está suspendida o disuelta en el agua residual y se determina como el residuo resultante después de someter el agua a un proceso de evaporación a temperaturas comprendidas entre 103 y 105 °C (p. 18).

Según León (2015) Se señala que los sólidos suspendidos totales (SST), la cantidad de estos sólidos se cuantifica en miligramos por litro (mg/l) y es de gran importancia como indicador de la concentración de contaminantes en las aguas residuales y del grado de tratamiento requerido. Estos sólidos se dividen en dos categorías: los sólidos suspendidos, que son partículas visibles en el agua, y los sólidos disueltos, que están en forma molecular o iónica en el agua, y dentro de estas categorías se incluyen tanto los sólidos volátiles como los sólidos fijos (p. 13).

2.2.8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Como señala Cascaret et al. (2009) menciona que la conductividad eléctrica depende de los electrolitos disueltos en las aguas pues las hacen más conductoras, a mayor concentración mayor es la interacción iónica o intercambio iónico (p,7).

2.2.9. LA TEMPERATURA

Según Jacobo et al. (2019) destaca que los sólidos suspendidos totales (SST), cuya medición se presenta en miligramos por litro (mg/l), son importantes como un indicador de la concentración en las aguas residuales y de la escala del tratamiento requerido.

Estos sólidos se categorizan en dos grupos: los sólidos suspendidos y los sólidos disueltos, abarcando tanto los sólidos volátiles como los sólidos fijos. En términos generales, la mayoría de los coeficientes que influyen en la velocidad de las reacciones tienden a incrementarse con el aumento de la temperatura; no obstante, llega un punto en el que la temperatura empieza a tener un efecto perjudicial al desactivar las enzimas celulares. (p,12).

2.2.10. SODIO Y POTASIO (NA, K)

Cascaret et al. (2009) Indica que el sodio produce sales solubles en agua con varios aniones, siendo la principal el NaCl. Por otro lado, las sales generadas por el potasio son más solubles que las del sodio y tienden a formar polihaluros. Aunque ninguno de los dos se considera tóxico, ambos favorecen la interacción electroquímica y electrostática que ocurre durante la adsorción

2.2.11. CADMIO (CD)

Según Guerrero et al., (2020) El cadmio está presente de manera natural en ciertas rocas y suelos, contribuyendo a una liberación al medio ambiente de aproximadamente 25000 toneladas. Este metal es reconocido por tener una fuerte propensión a acumularse en las plantas

El cadmio provoca importantes alteraciones en los procesos de nutrición y transporte de agua en las plantas (Singh y Tewari, 2003)

2.2.12. PLOMO (PB)

Reyes et al. (2016) El plomo (Pb) es un metal pesado que resulta extremadamente dañino para los seres vivos, ya que tiende a distribuirse en diversos órganos, tejidos, huesos y dientes, acumulándose gradualmente con el paso del tiempo.

La afectación por plomo difiere dependiendo de la edad de la persona y la cantidad de exposición que haya experimentado (Bayona, 2009). La existencia de plomo reduce el crecimiento de las raíces,

disminuye la cantidad de células en mitosis y aumenta la frecuencia de células con anomalías en las planta (Lannacone y Alvarino 2005. p.3)

2.2.13. COBRE (CU)

Considerado toxico para las plantas a un nivel de 0,1 a 1,0 mg/l de concentración, en humanos provoca neurotoxicidad y toxicidad aguda además de mareos y diarreas (Duany-Timosthe et al., 2022).

2.2.14. HIERRO (FE)

Según Suematsu (1995) afirma que el hierro no resulta perjudicial para las plantas en suelos bien oxigenados, aunque puede contribuir a la acidificación y a la disminución de la disponibilidad de fósforo y molibdeno, elementos esenciales. Además, confiere un sabor, color y olor no deseado al agua; con frecuencia, las aguas residuales contienen bacterias de hierro (p,23).

2.2.15. ZINC (ZN)

El Zinc resulta perjudicial para numerosas plantas en diversas concentraciones; la toxicidad disminuye en suelos con un pH superior a 6,0 y en suelos orgánicos de textura fina (Suematsu, 1995, p,6).

2.2.16. COLIFORMES TOTALES

Según Swistock (2022) expresa que las bacterias coliformes engloban un extenso conjunto de diversas bacterias presentes en todo el entorno. Con frecuencia, se les llama "organismos indicadores" debido a que señalan la posible existencia de bacterias que pueden ocasionar enfermedades en el agua (p,16).

También Terrones et al. (2016) afirma que todas las bacterias con características de gram negativas en forma de bacilo que realizan la fermentación de la lactosa a temperaturas entre 35 °C y 37 °C, generando ácido y gas (CO₂), ya sean aerobias o anaerobias facultativas, poseen propiedades como ser oxidasa negativa, no formar esporas y exhibir actividad de la β-galactosidasa (p,14).

2.2.17. ECHERICHIA COLI

Según Food (2016) La bacteria *Escherichia coli*, que normalmente reside en los intestinos de animales de sangre caliente, puede ocasionalmente encontrarse en el entorno natural y contaminar instalaciones de procesamiento de alimentos y fuentes de agua potable. Aunque la mayoría de las cepas de *E. coli* son benignas, algunas variantes pueden causar enfermedades graves y casos de intoxicación alimentaria (p.2).

2.2.18. SALMONELLA

Zevallos (citado en Pelczar y Reid 1966) el género *Salmonella* abarca diversas especies que pueden resultar patógenas tanto para seres humanos como para animales. Estos microorganismos son bacterias Gram-negativas, no forman esporas y poseen una morfología alargada, con dimensiones de aproximadamente 0.5 a 0.7 micrómetros de ancho y de 1 a 3 micrómetros de largo. Se desplazan utilizando flagelos ubicados en su periferia. Aunque son organismos facultativos, son capaces de crecer eficazmente en medios de cultivo estándar en presencia de oxígeno (p,4).

2.2.19. STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Para Cervantes García et al. (2014) indican que el *Staphylococcus aureus* es un patógeno con un notable potencial para desencadenar diversas infecciones en seres humanos y animales. Esta bacteria, que constituye la especie prototipo del grupo, se reconoce por ser altamente virulenta y se responsabiliza de una amplia variedad de enfermedades, que abarcan desde infecciones de la piel y tejidos blandos hasta infecciones graves con peligro para la vida” (p.8).

2.2.20. FILTROS

Los filtros son instrumentos empleados para el uso de estos sistemas contribuye a la eliminación de sustancias contaminantes en el agua, lo que a su vez previene la contaminación de cuerpos de agua, ya

sean superficiales o subterráneos. Esto se logra al evitar la liberación directa de aguas residuales (Duany Timosthe et al., 2022).

2.2.21. FILTROS ORGÁNICOS

"Los biofiltros, también conocidos como filtros orgánicos, ofrecen una opción efectiva para abordar diversas sustancias contaminantes mediante la combinación de procesos físicos, químicos y biológicos. Estos sistemas de tratamiento se componen de un lecho filtrante y un componente biótico que puede incluir microorganismos, plantas y lombrices."(Escobar como se citó en Garzón, Buelna y Moeller, 2012, p.11).

Escobar, (como se citó en Arana, Edyasti et al., 2010) señala que el rendimiento del biofiltro se verá influenciado de manera parcialmente cuantitativa por la actividad microbiana, la naturaleza del material de filtrado, el tiempo de permanencia, la temperatura, el pH y la humedad. Estos factores tienen un impacto en la formación de la biopelícula y en la eliminación de contaminantes tanto en forma líquida como gaseosa. (p.4).

2.2.22. ASERRÍN DE MADERA

Según Estrada et al. (2013) se describe que el fenómeno de biosorción se define por la captura de sustancias en la superficie del material biosorbente. Este proceso conlleva la interacción de la sustancia con grupos funcionales que se encuentran en la superficie, como carboxilos, hidroxilos y fosfatos, además de involucrar procesos de difusión.

La industria maderera, al generar considerables volúmenes de residuos como aserrín, virutas y trozos no utilizados, cuenta con la capacidad de ofrecer un valor añadido a estos materiales al emplearlos de manera efectiva. Una opción es utilizarlos como material de filtro en los biofiltros, también conocidos como filtros orgánicos, permitiendo así que estos residuos desempeñen un papel valioso en el proceso de filtración. (Fernández et al., 2016, p.6).

En la actualidad, Se están llevando a cabo estudios en el ámbito del tratamiento de aguas residuales con respecto al aserrín de madera, dado que este material contiene diversas enzimas y, al ser de origen biológico, fomenta la proliferación y desarrollo de microorganismos que pueden desempeñar un papel importante en la purificación del agua residual mediante reacciones metabólicas (Paredes, 2017, p.8).

2.2.23. BAGAZO DE CAÑA

Como señala Duany-Timosthe et al. (2022) señalan que el bagazo de caña presenta una estructura que puede propiciar la bioadsorción de contaminantes en aguas residuales, gracias a su superficie rugosa y la diversidad en relación a los grupos químicos que están presentes, como los anillos aromáticos de la lignina. Estas características permiten la capacidad de absorción de metales pesados en diversas áreas de este material. (p.9).

2.2.24. CASCARA DE COCO

Según Caicedo (2019) indica que la cáscara de coco está compuesta por una fibra que contiene una cantidad significativa de lignina, aunque su contenido de celulosa es bajo. Esta composición otorga a las fibras una gran resistencia, fortaleza y durabilidad. La parte central de estas fibras puede tener una cavidad llamada "lacuna", y los lúmenes presentes en ellas contribuyen a la abundancia de poros permeables. Esto se debe a que estos lúmenes tienen la capacidad de absorber una notable cantidad de agua. (p.13).

2.2.25. MARCO LEGAL

La Constitución política del Perú, año 1993; Ley general del ambiente, Ley N° 28611, 13 Octubre del 2005, (Modificado Decreto Legislativo N° 1055, 26 de junio del 2008); Ley general de salud, Ley N° 26842, 15 de julio de 1997; Ley orgánica de Municipalidades, Ley N° 27972, 27 de mayo del 2003; Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, el 30 de marzo del 2009 se emitió el Decreto Supremo 003-2010-MINAM,

el 16 de marzo del 2010 se aprobó el Decreto Supremo que establece límites máximos permitidos para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, la Ley General de Residuos Sólidos, conocida como Ley N° 27314, se promulgó el 24 de julio de 2004 mediante el Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, y la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley N° 27446, se promulgó el 20 de abril de 2001, mientras que el Decreto Legislativo N° 1078, que modifica la Ley N° 27446, fue promulgado el 28 de junio de 2008.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Agua residual**

Se refiere al agua que, debido a su calidad, cantidad o disponibilidad en un momento específico, no tiene utilidad inmediata para el uso previsto o para el propósito para el cual fue originalmente destinada.

- **Agua contaminada**

Se puede clasificar un cuerpo de agua como contaminado cuando su composición o condición se ve modificada, ya sea de manera directa o indirecta, como resultado de la actividad humana.

- **Agentes Contaminantes**

Se refieren a residuos que tienen el potencial de ocasionar perjuicios al entorno natural debido a su toxicidad, capacidad de combustión elevada, corrosividad, reactividad química u otra propiedad perjudicial

- **Filtración**

Proceso en el cual la eliminación principal de contaminantes se fundamenta en los procesos de adsorción y absorción.

- **Filtros orgánicos**

Los filtros orgánicos o biofiltros constituyen una opción efectiva para el tratamiento de diversas sustancias contaminantes mediante la combinación de procesos físicos, químicos y biológicos.

▪ **Biodegradación**

Descomposición de la materia orgánica a través de la actividad microbiana en el suelo, la atmósfera, durante el tratamiento de aguas residuales o en cuerpos de agua que reciben estos efluentes.

▪ **Carga orgánica**

Resultado de la multiplicación de la concentración promedio de DBO por el caudal promedio medido en el mismo lugar, expresado en unidades de kilogramos por día (kg/d).

▪ **Coliformes**

Los microorganismos con características de Gram negativo, forma alargada, y la capacidad de fermentar la lactosa y producir gas a temperaturas de 35 o 37°C se identifican como coliformes totales. Cuando conservan estas mismas propiedades a temperaturas de 44 o 44.5°C, se les denomina coliformes fecales. Estas bacterias se emplean como indicadores de contaminación biológica.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- **Ha:** Los filtros orgánicos son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.
- **Ho:** Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **Ha:** Los filtros orgánicos al menos alguno de ellos es eficiente en el tratamiento de los parámetros físicos; pH, temperatura,

potencial oxido reducción, salinidad, solidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

- **Ho:** Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos; pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, solidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.
- **Ha:** Los filtros orgánicos al menos alguno de ellos es eficiente en el tratamiento de los parámetros químicos; Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxido de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.
- **Ho:** Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros químicos; Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxido de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeso de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE (X)

La eficiencia de los filtros orgánicos (Cascara de coco, Bagazo de caña y aserrín de madera).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE (Y)

Las aguas residuales tratadas provenientes del hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4

Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION
Dependiente Las aguas residuales tratadas (Parámetros físicos y químicos)	<p>Según Decreto Supremo N°004-2017-MINAM, los parámetros de la calidad de agua son físicos, químicos y biológicos</p> <p>Según Duany-Timosthe et al. (2022) son trece los metales pesados con mayor incidencia en la salud y en el ambiente: Hg, Pb, Cr, Mn, Zn, Cu, Co, Ti, As, Cd, Ni, Sn y Fe. Entre los efectos producidos por estos en las plantas se tienen: necrosis en las puntas de las hojas, inhibición del crecimiento de las raíces y muerte total de la planta.</p>	<p>Parámetros físicos y químicos de las aguas Residuales tratadas</p> <p>pH. Según Vera (2016) el pH, Es un indicador que refleja el nivel de acidez o alcalinidad de una sustancia y desempeña un papel fundamental en el proceso de biosorción, ya que influye en la carga superficial del material de biosorción, el grado de ionización y la forma química en la que se encuentra presente el adsorbato.</p> <p>DQO. Cepeda (2018) indica que la demanda química de oxígeno (DQO) representa un tipo de medida en escala, siendo empleada para determinar la cantidad de sustancias que pueden ser oxidadas mediante un proceso químico.</p> <p>DBO. Es una variable en escala empleada para calcular la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos en la oxidación de</p>	<p>Parámetros Físicos Parámetros Químicos</p>	<p>Conductividad Eléctrica Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) Demanda Química de Oxígeno (DQO) Oxígeno Disuelto Potencial de Hidrogeno (pH) Solidos Disueltos Totales Temperatura Cobre Hierro Manganeso Níquel Plomo Zinc</p>	<p>μS/cm mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L °C mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L</p>	<p>Técnica: observación y registro de datos Equipo: Multiparámetro</p> <hr/> <p>Método: Digestión de vía seca (NOM-117-SSA1) Equipo: Espectrofotómetro de absorción atómica</p>

la materia orgánica presente en el agua, (Cepeda, 2018).

Cu. Considerado toxico para las plantas a un nivel de 0,1 a 1,0 mg/l de concentración, en humanos provoca neurotoxicidad y toxicidad aguda además de mareos y diarreas (Duany-Timosthe et al., 2022).

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION
Independiente	Los filtros representan una alternativa eficiente para el tratamiento de diferentes sustancias contaminantes, por medio de procesos físicos, químicos y biológicos. Los filtros están constituidos por un lecho filtrante y un componente biótico	<p>Aserrín de madera. Según Estrada et al. (2013) menciona que el proceso de biosorción, se caracteriza por la retención de las sustancias, en la superficie del biosorbente, esta retención puede darse mediante la interacción de la sustancia a grupos funcionales, que se encuentran en la superficie como carboxilos, hidroxilos, fosfatos, también ocurren procesos de difusión</p> <p>Bagazo de caña. Duany-Timosthe et al. (2022) indican que el bagazo de caña tiene una morfología que puede facilitar la bioadsorción de contaminantes</p>	Caracterización química y física del material filtrante	Diámetro de partícula del material filtrante	Milímetro	Molino tipo martillo con malla cernidora de 1 a 2milímetros de diámetro
				Tiempo de Filtración	Minutos	Filtro de PVC
				Porcentaje de Remoción	%	<p>Fórmula Matemática</p> <p>% Remoción = $\frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor Final}}{\text{Valor inicial}} \times 100$</p>

La eficiencia de los filtros orgánicos como microorganismos, plantas y lombrices” (Escobar como se citó en Garzón, Buelna y Moeller, 2012)

Su eficiencia va depender exclusivamente del material filtrante ; Diámetro de partícula, composición química y tiempo de saturación (Escobar como se citó en Garzón, Buelna y Moeller, 2012)

de las aguas residuales debido a la superficie irregular que tiene y su gran variedad de grupos funcionales como los anillos aromáticos de lignina, lo que hace posible la biosorción de metales pesados en diferentes partes de este material.

Cascara de coco. Según Caicedo (2019) indica que la cascara de coco contiene una fibra con alto contenido de lignina pero bajo contenido en celulosa, que generan fibras resistentes, fuertes y muy duraderas, el región central dela puede presentar una cavidad denominada lacuna y los lúmenes que son responsables de la gran incidencia de poros permeables en las fibras, ya que estos poseen la capacidad de absorber una elevada cantidad de agua.

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto de tesis se ajusta al tipo de investigación experimental, siguiendo la definición de Hernández (2010), ya que el investigador busca determinar el impacto potencial de una causa que es controlada y manipulada. La variable independiente se identifica como la causa hipotética en la relación entre las variables, es decir, actúa como el factor antecedente, mientras que el resultado resultante de esta causa se conoce como la variable dependiente.

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque utilizado en la tesis se clasificó como cuantitativo, de acuerdo con la definición proporcionada por (Hernández, 2010), porque se inició con una idea, se planteó la hipótesis y se determinó las variables de estudio, fue secuencial y utilizo la estadística para el análisis del fenómeno en estudio.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel de investigación adoptado fue de carácter aplicativo según (Hernández, 2010), porque planteo resolver un problema ambiental provocado por las aguas residuales hospitalarias.

3.1.3. DISEÑO

Correspondió a un diseño de investigación experimental puro según Hernández y et al., (2010) utilizando la técnica de control completamente al azar (DCA), con un solo factor (agua residual) con tres tratamientos con 3 repeticiones.

Tratamientos

- T₁ = Bagazo de caña
- T₂ = Cascarilla de coco

- T₃ = Aserrín de madera

Tabla 5

Matriz experimental del proyecto de tesis

TRATAMIENTOS	REPETICIONES
T1 Bagazo de Caña	R1
	R2
	R3
T2 Cascarilla de Coco	R1
	R2
	R3
T3 Aserrín de Madera	R1
	R2
	R3

3.1.3.1. Unidad experimental

El filtro orgánico es la unidad experimental se tuvo 3 unidades experimentales por tratamiento haciendo un total nueve unidades experimentales.

3.1.3.2. MODELO DE LAS OBSERVACIONES

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

i= 1, 2, 3 tratamientos.

J= 1, 2, 3 repeticiones.

Dónde:

Y_{ij} = una observación en la j – esima unidad experimental sujeto al i – esimo tratamiento.

μ = Media general de las observaciones.

t_i = Efecto del i-esimo tratamiento (Filtro orgánico).

E_{ij}= Error experimental.

3.1.4. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.4.1. INSTALACIONES

Para el desarrollo de la investigación, se empleó una zona experimental de alrededor de 20 m², con dimensiones aproximadas de 5 m de longitud por 4 m de ancho. La estructura estuvo compuesta principalmente de madera y con un techo de calamina.

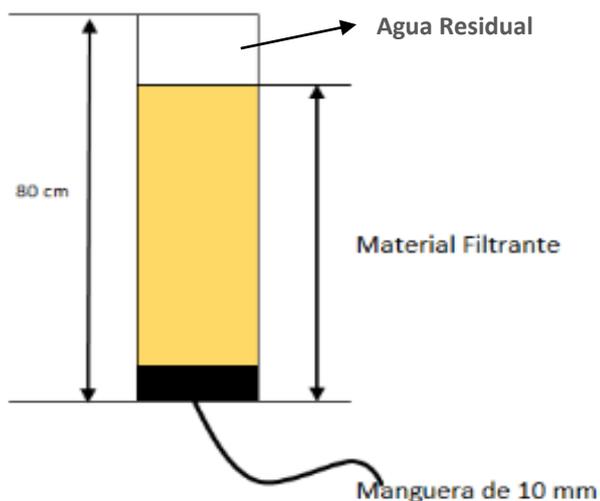
3.1.4.2. CONSTRUCCIÓN DE LOS FILTROS

Los filtros fueron elaborados siguiendo el diseño adaptado de (Huamán, 2018). Estuvieron fabricados con material de PVC y tuvieron una longitud de 80 cm y un diámetro de 10 cm, su objetivo fue contener residuos como bagazo de caña, cáscara de coco y aserrín de madera.

En la parte inferior, presentaban perforaciones centrales con un diámetro de 10 mm para facilitar la salida del agua filtrada mediante una manguera de plástico del mismo diámetro.

Figura 1

Esquema del BIOFILTRO de PVC



Nota: La Figura muestra el diseño de un biofiltro de PVC, con sus respectivos accesorios y medidas (Huamán, 2018).

3.1.4.3. RECOLECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS

El bagazo de caña, la cascara de coco fueron recolectados del lugar de venta y explotación, en el caso del bagazo de caña se recolecto del fundo Pacán, el aserrín de madera de las múltiples carpinterías que existen en la ciudad de Huánuco y la cascara de coco de la provincia de Leoncio prado.

Figura 2

Residuos orgánicos utilizados en los filtros de PVC



Cascara de Coco



Bagazo de Caña



Aserrin de Madera

Nota: La Figura muestra los residuos orgánicos utilizados en los filtros de PVC, para tratar aguas residuales hospitalarias.

3.1.4.4. PREPARACIÓN DEL MATERIAL FILTRANTE

Los residuos orgánicos fueron sometidos a una molienda en un molino de martillo, donde se utilizará un tamiz de 1 y 2 mm para obtener partículas que luego fueron cernidas con un tamiz con espacios de 0.5 mm de diámetro, estos fueron llenados en el material de PVC, dando la denominación de filtro a la unidad experimental. El llenado fue de manera empírica, haciendo presión con la yema de los dedos, hasta alcanzar la altura de 60 cm aproximadamente del biofiltro, dejando un espacio de 20 cm para el volumen del agua residual; la presión ejercida sobre el desecho orgánico al momento del llenado tiene como referencia un valor aproximado 12490N/m^2 según BRANDAO (2003), quien indica que

el valor en mención lo puede alcanzar una persona de 90 kg de peso vivo aproximadamente.

Figura 3

Proceso de molienda de los residuos orgánicos



Molino Tipo Martillo



Proceso de Molienda

Nota: La Figura muestra los procesos de molienda de los residuos orgánicos en el molino tipo martillo.

Figura 4

Proceso de cernido y llenado a los filtros



Cernido



Llenado a los filtros

Nota: La Figura muestra los procesos de cernido y llenado de los materiales orgánicos a los filtros.

3.1.4.5. RECOLECCIÓN DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

El agua residual se recolecta del área de protección ambiental de Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco específicamente del pozo de oxidación, la recolección se realizó siguiendo todos los protocolos de seguridad, con el apoyo del personal del hospital y personal particular, luego se trasladó el agua residual al área experimental.

Figura 5

Proceso de recolección del agua residual



Nota: Muestra la ubicación del pozo de donde se recolectará el agua residual.

Figura 6

Proceso de recolección del agua residual



Nota: Muestra la recolección del agua residual.

3.1.4.6. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN EL ÁREA EXPERIMENTAL

Una vez obtenido la muestra del agua residual hospitalaria se trasladó al área experimental en donde se realizó un pretratamiento del agua con la ayuda tela de algodón con espacios de 0.5mm de diámetro, luego se procedió a llenarlos en cada cilindro de capacidad de 30 litros para empezar con el funcionamiento el sistema de filtración integrado por os filtros de bagazo de caña (BC), Cascara de coco (CC) y Aserrín de madera (AM).

Figura 7

Proceso de funcionamiento del sistema



Nota: Muestra el área experimental del proyecto.

Figura 8

Proceso de funcionamiento del sistema



Nota: Muestra el proceso de funcionamiento del sistema de filtración.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población fue finita porque estuvo conformada por el total del agua residual que se produce en el Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco, vertidos de cada proceso del funcionamiento del hospital

3.2.2. MUESTRA

Se siguió el 'Protocolo nacional para la recolección de muestras en el monitoreo de la calidad de las aguas superficiales', conforme a lo establecido en la Resolución de la Jefatura N°010 – 2016 de la ANA y

primero se extrajo el agua residual en cilindros aproximado de 200 litros luego se trató una muestra aproximada de 30 litros de agua residual hospitalaria con los filtros orgánicos, la muestra fue tomados del área de servicios generales y de mantenimiento específicamente de la cámara de bombeo de las aguas residuales.

3.2.2.1. LA TÉCNICA DE MUESTREO

La técnica de muestreo fue probabilística del tipo aleatorio simple.

3.2.2.2. MUESTREO Y ANÁLISIS DEL AFLUENTE (AGUA SIN TRATAR)

La recolección de la muestra del afluente se realizó siguiendo el “PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES” Resolución Jefatura N°010 – 2016 – ANA., las muestras fueron recolectadas del punto crítico donde se vierte el agua residual del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco. primero se recolecto en un cilindro de metal de 300 litros se homogenizo y recibió un pre tratamiento de limpieza de los sólidos en suspensión a través de un tamiz, luego se vertió en los bidones con capacidad de 30 litros cada una, tomando un total de 270 litros de agua residual hacer tratada.

3.2.2.3. MUESTREO Y ANÁLISIS DEL EFLUENTE (AGUA TRATADA)

Para obtener la muestra del efluente (del agua tratada) se esperó la filtración de los 30 litros de agua residual tratada luego se homogenizo el contenido y se tomó una muestra de 1000 ml para su respectivo análisis en el laboratorio.

Figura 9

Recolección de las muestras



Nota: Muestra la recolección, rotulado y preparado de las muestras para su respectivo análisis en el laboratorio.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recopilar los datos, se emplearon las metodologías de observación experimental, fichas de campo y los procedimientos requeridos por los laboratorios para llevar a cabo el análisis de los parámetros físicos y químicos.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Después de obtener los resultados de los análisis de laboratorio, se creó una base de datos para su posterior procesamiento. Para evaluar la hipótesis establecida, se emplearán Microsoft Excel y el software estadístico InfoStat versión 2019. Para comparar las medias, se utilizará el análisis de varianza unidireccional o de un solo factor (ANOVA).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

4.1.1. DE LA CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

Tabla 6

Resultados de los parámetros físico y químicos del agua residual hospitalaria

	T°	pH	CE	SS T	P	Cd	Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	DQ O	DB O	OD
ARH *	°C		dS/ m	ppt	mg/ L									
	22. 4	6.7 3	1.26	566	16.4	0.04	28.4	0.55	3.71	0.05	0.11	13	8	0.7

Nota: La Tabla 6 Muestra; * Agua Residual Hospitalaria (ARH), ** P=Fosforo, Cd= Cadmio, Pb= Plomo, Zn= Zinc, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn=Manganeso, DQO=Demanda Química de Oxígeno, DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno, OD=Oxígeno Disuelto (Huamán, 2020).

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos de la caracterización del agua residual hospitalaria para los parámetros físicos y químicos en el cual se observa los valores antes de ser tratados con los filtros orgánico; el parámetro de temperatura (T°) muestra un valor inicial de 22.42 °C, pH: 6.73, conductividad eléctrica (CE), solidos totales (SST) 565.51ppt, Fosforo (P): 16.43 ml/L, cadmio (Cd): 0.036 ml, Plomo (Pb): 28.44 ml, Zinc (Zn): 0.55ml/L, Hierro (Fe): 3.71 ml/L, Cobre (Cu): 0.05ml/L, Manganeso (Mn):0.11ml/L, Demanda química de oxígeno (DQO): 13ml/L, demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 8ml/L y oxígeno disuelto (OD)0.7ml/L.

4.1.2. DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO CON LOS FILTROS ORGÁNICOS

Tabla 7

Resultados de los parámetros físicos del agua residual después del tratamiento

Tratamientos	T°	pH	CE	Salinidad	POR	SST
	°C		m/s	(ppt)		(mg/L)
T1	23,80	3,58	3860	1930	94,0	4,23
	22,60	3,56	5070	2530	59,6	4,19
	22,30	3,55	4480	2250	102,1	2,81
T2	20,20	6,18	9060	4410	27,2	2,70
	20,10	5,86	14.77	7469	67,3	1,58
	20,30	5,94	14.35	7240	63,4	2,34
T3	22,00	6,64	1834	915	-51	5,78
	22,50	6,68	1609	804	-45,3	5,83
	22,40	6,87	1894	951	-54,9	6,16

Nota: La Tabla 7 Muestra; T1= Bagazo de Caña, T2= Cascara de Coco, T3= Aserrín de Madera, T= Temperatura, pH, CE= Conductividad Eléctrica, S=Salinidad, POR=Potencial Oxido Reducción, SST= Solidos Totales en Suspensión (Huamán, 2020).

La Tabla 7 muestra los valores de los resultados de los parámetros físicos del agua residual hospitalaria Post - tratamiento con los filtros orgánicos.

Tabla 8

Resultados de los parámetros físicos del agua residual después del tratamiento

Tratamientos	Parámetros	Unidad de Medida	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Límite Inferior	Límite Superior
T ₁	T°	°C	22.90	1.29	0.39	1.48	3.91
	pH		3.56	1.43	0.97	-2.73	-2.12
	CE	m/s	4,470.00	2,876.26	2,479.33	-6,166.99	9,047.58
	Salinidad	ppt	2,236.67	2,621.64	816.37	-6,641.21	-1,631.45

	POR	mV	85.23	3,743.80	2,884.83	-3,930.84	13,772.10
	SST	mg/L	3.74	1.69	0.47	0.07	2.99
T ₂	T°	°C	20.2	1.29	0.39	-3.91	-1.48
	pH		5.99	1.43	0.97	2.12	2.73
	CE	m/s	3029.71	2,876.26	2,479.33	-9,047.58	6,166.99
	Salinidad	ppt	6373	2,621.64	816.37	1,631.45	6,641.21
	POR	mV	52.63	3,743.80	2,884.83	-11,986.07	5,716.87
	SST	mg/L	2.21	1.69	0.47	-2.99	-0.07
T ₃	T°	°C	22.3	1.29	0.39	-1.81	0.61
	pH		6.73	1.43	0.97	2.86	3.46
	CE	m/s	1779	2,876.26	2,479.33	-10,298.28	4,916.28
	Salinidad	ppt	890	2,621.64	816.37	-13,772.10	3,930.84
	POR	mV	-50.4	3,743.80	2,884.83	-10637.5	7065.44
	SST	mg/L	5.92	1.69	0.47	0.71	3.64

Nota: La Tabla 8 Muestra; T₁= Bagazo de Caña, T₂= Cascara de Coco, T₃= Aserrín de Madera, CE=Conductividad Eléctrica, S= Salinidad, POR= Potencial Oxido Reducción, SST= Solidos Totales (Huamán ,2020).

La Tabla 8 muestra los valores descriptivos de los resultados de los parámetros físicos del agua residual hospitalaria Post - tratamiento con los filtros orgánicos en el cual se observa la variabilidad de los datos con respecto a la media.

4.1.3. DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO

Tabla 9

Resultados de los parámetros Químicos del agua residual después del tratamiento

Tratamientos	P	Cd	Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	DQO	DBO	OD
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)
	144798.00	0,03	26,16	4,6	3,72	0,35	2425.00	5,20	3,80	0,82
T1	144891.00	0,03	26,14	4,63	3,73	0,35	2415.00	5,30	3,60	0,82
	144982.00	0,03	26,15	4,59	3,72	0,38	2435.00	5,00	3,70	0,77

T2	101602.00	0,015	25145.00	0,555	2305.00	0,80	0,13	5,20	3,60	0,82
	100502.00	0,016	25141.00	0,545	2315.00	0,80	0,12	5,20	3,60	1,05
	101702.00	0,015	25147.00	0,565	2,32	0,82	0,14	5,00	3,20	0,75
T3	17611.00	0,016	22225.00	0,554	1875.00	0,40	0,04	5,80	3,60	0,91
	17238.00	0,017	21225.00	0,545	1889.00	0,40	0,041	5,60	3,50	0,67
	17986.00	0,015	23225.00	0,565	1855.00	0,41	0,041	5,50	3,20	0,71

Nota: La Tabla 9 Muestra; T1= Bagazo de Caña, T2= Cascara de Coco, T3= Aserrín de Madera, P=Fosforo, Cd= Cadmio, Pb= Plomo, Zn= Zinc, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn=Manganeso, DQO=Demanda Química de Oxígeno, DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno, OD=Oxígeno Disuelto (Huamán, 2020).

Tabla 10

Resultados de los parámetros Químicos del agua residual después del tratamiento

Trata.	Parámetros	Unidad de Medida	Media	Desviación Estándar	Error Estándar	Límite Inferior	Limite Superior
T ₁	P	mg/L	144.81	56.01	0.36	42.50	44.73
	Cd		0.03	0.00	0.00	0.01	0.01
	Pb		26.15	1.83	0.47	-0.44	2.45
	Zn		4.60	2.02	0.01	4.01	4.08
	Fe		3.72	0.83	0.00	1.38	1.43
	Cu		0.36	0.21	0.01	-0.47	0.41
	Mn		17,61	1.17	0.00	2.27	2.31
	DQO		5,17	218.09	190.43	-584.28	584.35
	DBO		3,7	0.20	0.15	-0.23	0.70
	OD		0,8	0.11	0.09	-0.36	0.22
T ₂	P	mg/L	101.26	56.01	0.36	-44.73	-42.50
	Cd		0.015	0.00	0.00	-0.16	-0.13
	Pb		25.14	1.83	0.47	-2.45	0.44
	Zn		0.555	2.02	0.01	-4.08	-4.02
	Fe		2.30	0.83	0.00	-1.43	-0.14
	Cu		0.80	0.21	0.01	0.41	0.47
	Mn		0.13	1.17	0.00	-2.31	-2.27
	DQO		5,13	218.09	190.43	-584.28	584.35
	DBO		3,47	0.20	0.15	0.7	0.23
	OD		0,87	0.11	0.09	-0.22	0.36
T ₃	P	mg/L	17.61	56.01	0.36	-128.39	-126.16
	Cd		0.016	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pb		22.22	1.83	0.47	-4.36	-1.47
	Zn		0.554	2.02	0.01	-0.04	0.03
	Fe		1.875	0.83	0.00	-1.87	-1.82

Cu	0.40	0.21	0.10	-0.43	-0.37
Mn	0.04	1.17	0.00	-0.10	-0.06
DQO	5,63	218.09	190.43	-748.85	419.79
DBO	3,43	0.20	0.15	-0.73	0.20
OD	0,76	0.11	0.09	-0.33	0.25

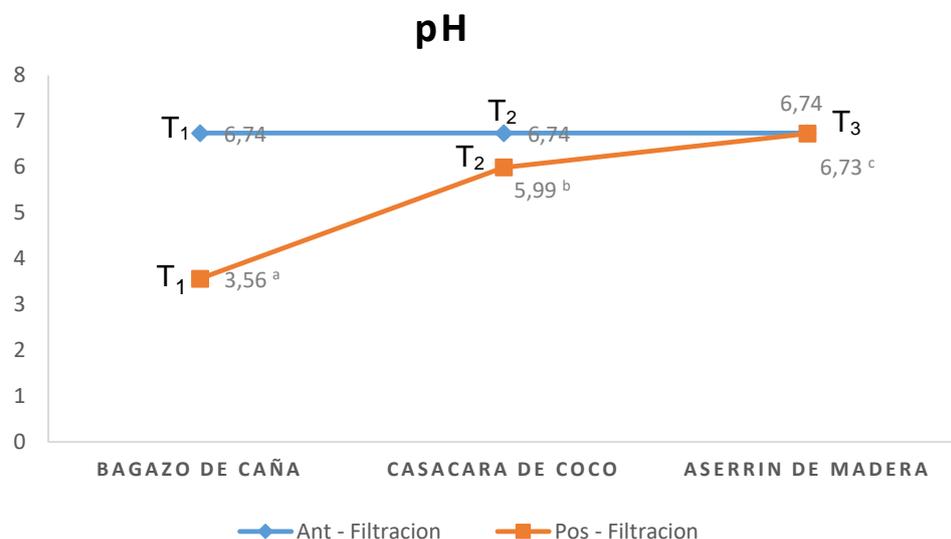
Nota: La Tabla 10 Muestra; T1= Bagazo de Caña, T2= Cascara de Coco, T3= Aserrín de Madera, P=Fosforo, Cd= Cadmio, Pb= Plomo, Zn= Zinc, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn=Manganeso, DQO=Demanda Química de Oxígeno, DBO= Demanda Bioquímica de Oxígeno, OD=Oxígeno Disuelto (Huamán, 2020).

La Tabla 10 muestra los valores descriptivos de los resultados de los parámetros químicos del agua residual hospitalaria Post - tratamiento con los filtros orgánicos en el cual se observa la variabilidad de los datos con respecto a la media.

4.1.4. COMPORTAMIENTO DEL PH EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 10

Comportamiento del pH



Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro pH, antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

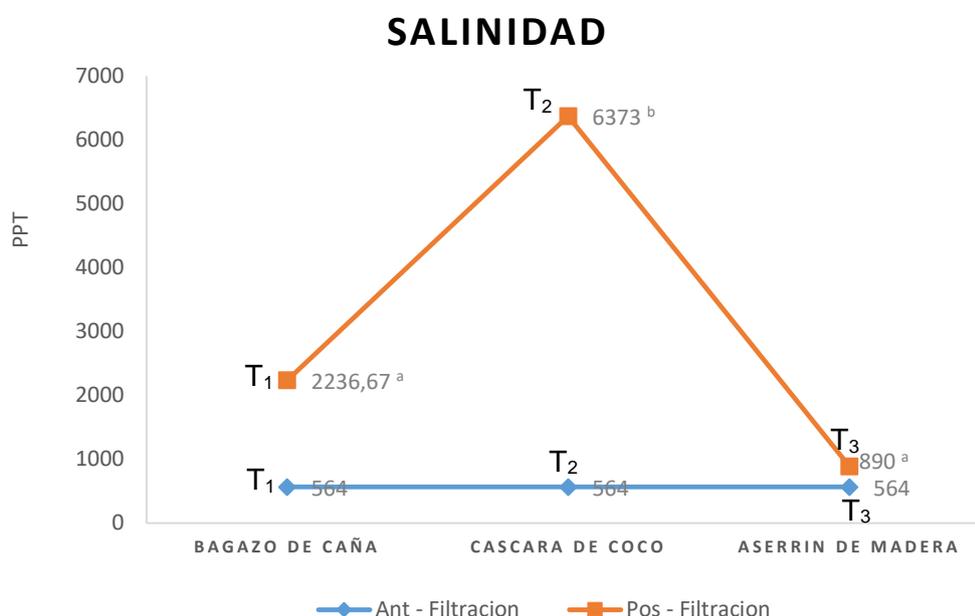
El pH se encarga de medir el grado de acidez y alcalinidad de una sustancia. La Figura 10 nos muestra la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos, el tratamiento con bagazo de caña muestra un valor de 3.56 convirtiéndose más ácido a diferencia de la

casca de coco y aserrín de madera que muestran valores más alcalinos de 5.99 y 6.73 respectivamente, en comparación con los valores del agua residual hospitalaria antes de ser tratada; lo que indica que existe una remoción para el parámetro pH de 47.18%, 11.12% y 0.14% respectivamente.

4.1.5. COMPORTAMIENTO DE LA SALINIDAD (S) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 11

Comportamiento de la salinidad



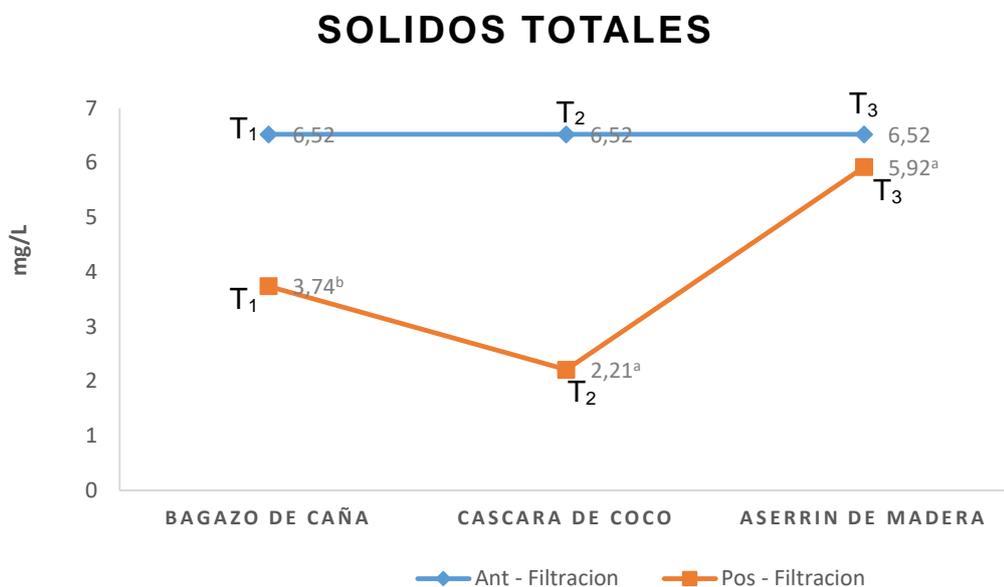
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de salinidad (S), antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

En la Figura 11, se evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos, el tratamiento con bagazo de caña muestra un valor de 2236.67 ppt, elevando su valor significativamente con respecto al valor inicial del agua residual hospitalaria; la cascara de coco muestra un valor de 6373.0 ppt y el aserrín de madera un valor de 890.0 ppt; la cascara de coco muestra diferencia estadística significativa con el bagazo de caña y el aserrín de madera y el bagazo de caña con el aserrín de madera no muestran diferencia estadística significativa.

4.1.6. COMPORTAMIENTO DE LOS SÓLIDOS TOTALES (SST) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 12

Comportamiento de los sólidos totales



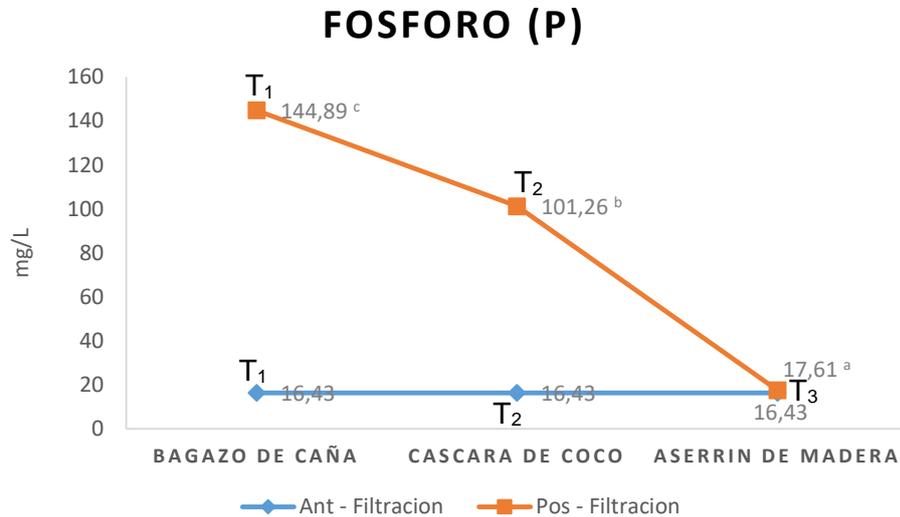
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro sólidos totales (SST), Antes y después de aplicar el tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 12 ilustra la variación en la concentración de sólidos totales en suspensión después del proceso de filtración, destacando la diferencia estadísticamente significativa entre los valores; el tratamiento con Bagazo de caña muestra un valor de 3.74 mg/L, reportando una eficiencia de remoción de 42.63%; la cascara de coco desciende su valor a 2.21 mg/L, con una eficiencia de remoción de; 66.10% y el aserrín de madera muestra un valor de 5.92 mg/L, con una eficiencia de remoción de sólidos totales del 9.20%.

4.1.7. COMPORTAMIENTO DEL FOSFORO (P) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 13

Comportamiento del fosforo



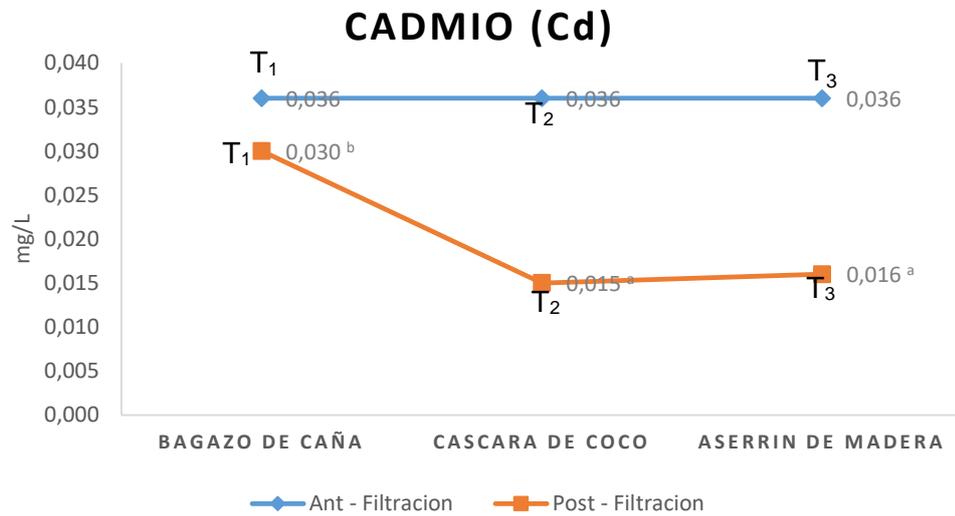
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Fosforo (P) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

En la Figura 13 se presentan los resultados para el parámetro químico de fósforo (P), destacando la diferencia estadísticamente significativa entre los valores observados, el bagazo de caña reporta un valor de: 144.89 mg/L, la cascara de coco: 101.26 mg/L, el aserrín de madera: 17.61 mg/L, así mismo se observa que los tratamientos con los filtros orgánicos no son eficientes en la remoción del parámetro químico de fosforo.

4.1.8. COMPORTAMIENTO DEL CADMIO (CD) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 14

Comportamiento del Cadmio



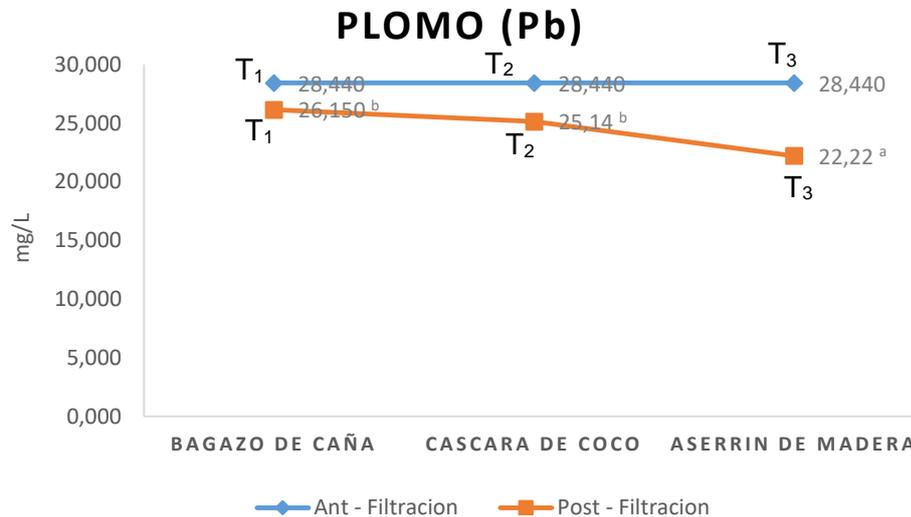
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Cadmio (Cd) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 14 muestra el comportamiento del Cadmio (Cd) en cada tratamiento después de la filtración con valores para el bagazo de caña (BC): 0.030 ml/L, Cascara de coco (CC): 0.015 ml/L y el aserrín de madera (AM): 0.016 ml/L, Además, se aprecia la diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos utilizando filtros de bagazo de caña (BC) y cáscara de coco (CC), y también se presenta la eficacia en la eliminación de los tratamientos: el bagazo de caña (BC) logra una eficiencia de remoción del 16%, la cáscara de coco (CC) alcanza un 58.33%, y el aserrín de madera (AM) registra un 55.55%.

4.1.9. COMPORTAMIENTO DEL PLOMO (PB) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 15

Comportamiento del Plomo



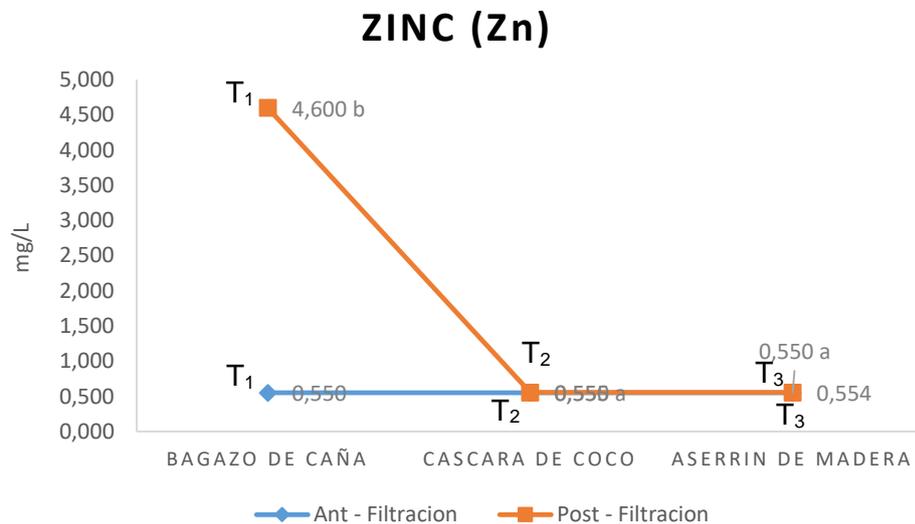
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Plomo (Pb) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 15 muestra los valores de los tratamientos después de la filtración el bagazo de caña (BC) reporta un valor de: 26.150 ml/L, la cascara de coco (CC): 25.14 ml/L y el aserrín de madera (AM): 22.22 ml/L, del mismo modo, se evidencia la diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos para la eliminación del parámetro de plomo, el bagazo de caña (BC) y la cascara de coco (CC) no muestran diferencia estadística significativa entre ellos, pero si muestran diferencia estadística significativa con el tratamiento con aserrín de madera (AM), el porcentaje de remoción (%) varia siendo el más eficiente el tratamiento con aserrín de madera con 21.87% seguido del tratamiento con cascara de coco (CC) con 11.60% y el bagazo de caña (BC) con una eficiencia de remoción de 8.05%.

4.1.10. COMPORTAMIENTO DEL ZINC (ZN) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 16

Comportamiento del Zinc



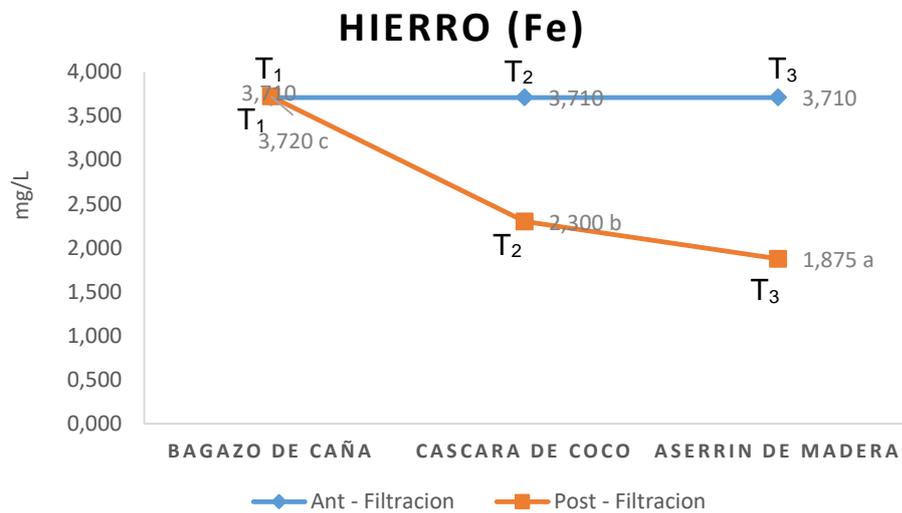
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Zinc (Zn) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 16 muestra los resultados del comportamiento del parámetro químico del Zinc (Zn) en este contexto, se aprecia la notable diferencia estadísticamente significativa entre los diversos tratamientos; El bagazo de caña (BC) muestra un valor de 4.60 ml/L, la cascara de coco (CC): 0.558 ml/L y el aserrín de madera (AM): 0.554 ml/L. Así mismo la Figura nos muestra que los tratamientos no son eficientes en la remoción del parámetro químico de Zinc (Zn).

4.1.11. COMPORTAMIENTO DEL HIERRO (FE) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 17

Comportamiento del Hierro



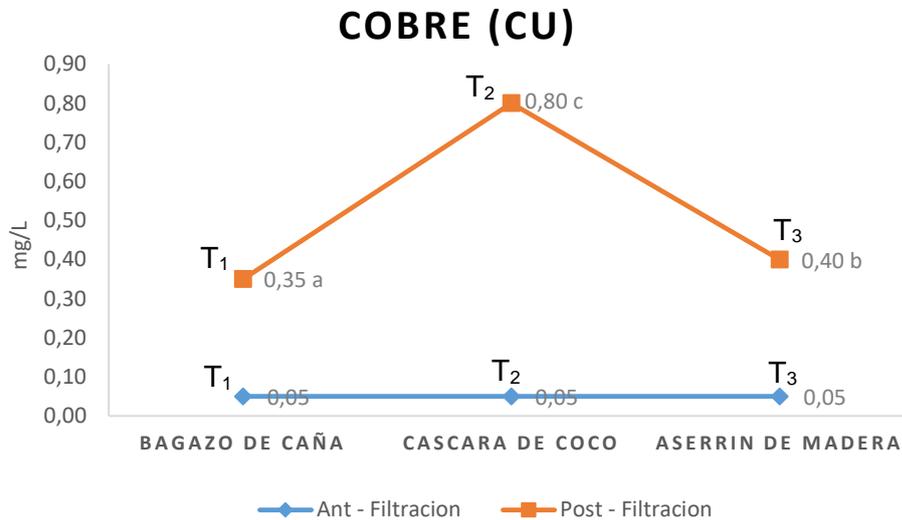
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Hierro (Fe) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 17 muestra los resultados del comportamiento del parámetro químico de hierro con los diferentes tratamientos; el tratamiento con bagazo de caña (BC) muestra un valor de: 3.722 mg/L, la cascara de coco (CC): 2.30 ml/L y el aserrín de madera (AM): 1.875 ml/L, igualmente, se nota una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$), con la cáscara de coco (CC) demostrando una eficiencia de remoción del 38%, y el aserrín de madera logrando una eficiencia de remoción del afluente del 49.46%, así mismo el bagazo de caña no muestra eficiencia en la remoción del hierro (Fe).

4.1.12. COMPORTAMIENTO DEL COBRE (CU) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 18

Comportamiento del cobre



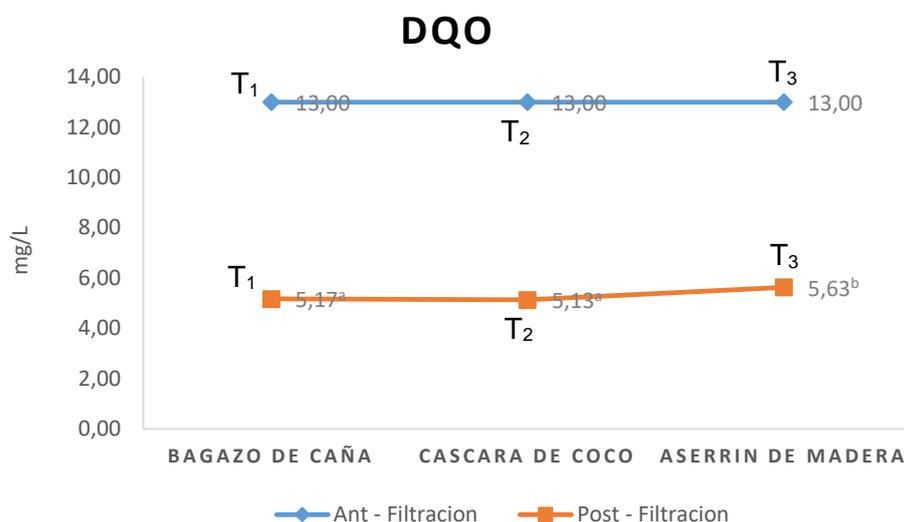
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Cobre (Cu) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

En la Figura 18, se presentan los valores del parámetro de cobre (Cu) después del proceso de tratamiento mediante filtros orgánicos, con concentraciones de 0.35 ml/L, 0.80 ml/L y 0.40 ml/L para los tratamientos con Bagazo de caña (BC), cáscara de coco (CC) y aserrín de madera (AM), respectivamente. Además, la Figura revela la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre estos valores. Sin embargo, es importante destacar que los tratamientos no muestran eficiencia en la remoción del parámetro de cobre (Cu).

4.1.13. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 19

Comportamiento de la demanda química de oxígeno



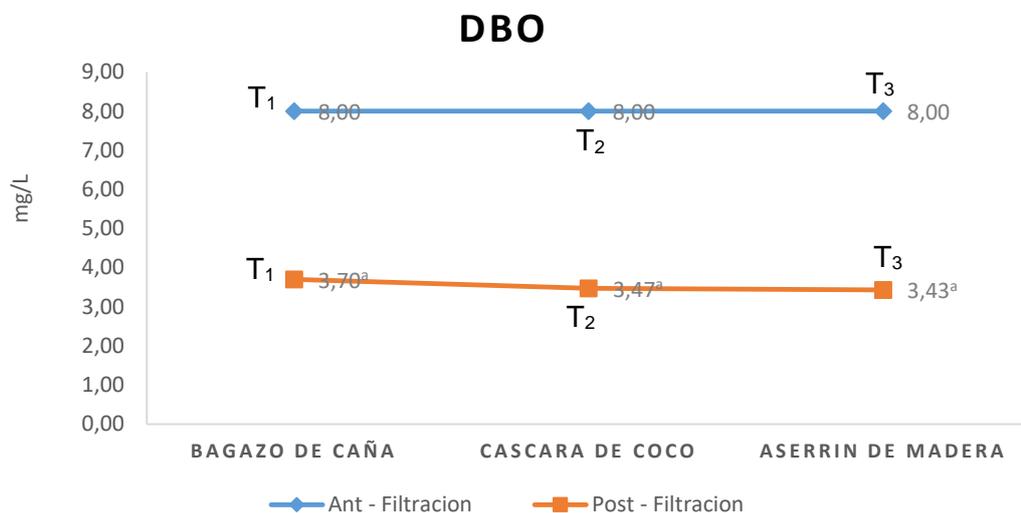
Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Demanda Química de Oxígeno (DQO) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

En la Figura 19, se representa de manera evidente la diferencia estadísticamente significativa entre los diversos tratamientos en relación a la demanda química de oxígeno (DQO); el tratamiento con bagazo de caña (BC) reporta un valor de 5.17 ml/L, la cascara de coco (CC): 5.13 ml/L y el aserrín de madera (AM): 5.63 ml/L, así mismo también se aprecia la efectividad en la eliminación de contaminantes en los tratamientos, donde el bagazo de caña (BC) presenta una eficiencia de remoción del 53.75% la cascara de coco (CC): 56.62% y el aserrín de madera (AM): 57.12 % valores que nos indican la eficiencia de remoción de los filtros orgánicos con respecto a la demanda química de oxígeno (DQO).

4.1.14. COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) EN EL AFLUENTE Y EFLUENTE

Figura 20

Comportamiento de la demanda Bioquímica de oxígeno



Nota: La Figura muestra el comportamiento del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) antes y después del tratamiento con los filtros orgánicos.

La Figura 20 exhibe los valores de los diferentes tratamientos, donde se registra un valor de 3.70 ml/L para el bagazo de caña (BC), 3.47 ml/L para la cáscara de coco (CC) y 3.43 ml/L para el aserrín de madera (AM). Además, se observa que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. No obstante, se informa acerca de la eficiencia de remoción de los filtros orgánicos, con valores de 53.75%, 56.62% y 57.12% para el bagazo de caña (BC), la cáscara de coco (CC) y el aserrín de madera (AM), respectivamente.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se llevaron a cabo análisis de los resultados de la eficacia de los filtros orgánicos en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias, utilizando estadísticas para evaluar la hipótesis formulada, que se expresó de la siguiente manera:

- **Ha:** Los filtros orgánicos son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.
- **Ho:** Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

Tabla 11

Resultados del tratamiento de los parámetros físicos de las aguas hospitalarias con los filtros orgánicos

Material Filtrante	T°	pH	CE	SALINIDAD	POR	SST
	°C		m/s	ppt	mv	mg/L
ARAF	22,3	6,74	1128,0	564,0	-2	6.52
BC	22,9 ^b	3,56 ^a	4470,0 ^a	2236,67 ^a	85,23 ^a	3,74 ^b
CC	20,2 ^a	5,99 ^b	3029,71 ^a	6373,0 ^b	52,63 ^a	2,21 ^a
AM	22,3 ^b	6,73 ^c	1779,0 ^a	890,0 ^a	-50.40 ^a	5,92 ^c
P-Valor	0.0012	0.0001	0.5836*	0.0013	0.051*	0.0007

Nota: La Tabla muestra la diferencia estadística que existe entre los tratamientos y la denominación ARF= Agua residual antes del tratamiento; BC= Bagazo de caña, CC= Cascara de Coco, AM= Aserrín de Madera T°=Temperatura CE=Conductividad Eléctrica, S=Salinidad POR= Potencial Oxido Reducción; La presencia de letras diferentes en la misma columna señala diferencias significativas de acuerdo a las pruebas de Tuckey ($p < 0.05$) y Prueba de Dunn ($p < 0.05$). Estas comparaciones se

realizaron utilizando el Test de Kruskal Wallis y la Prueba de Dunn, como se describe en el estudio de Huamán (2020).

La Tabla 11 muestra los parámetros físicos tratados con los filtros orgánicos en el cual se observa la diferencia estadística significativa que existe en los parámetros de temperatura (OC), pH, salinidad (ppt) y solidos totales en suspensión (mg/L), $p < 0.05$; Para el parámetro del potencial oxido reducción (mV) y conductividad eléctrica (m/s) se observa que no existe diferencia estadística significativa $p > 0.05$.

4.2.2. CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DESPUÉS DEL TRATAMIENTO

Tabla 12

Resultados del tratamiento de los parámetros químicos de las aguas hospitalarias con los filtros orgánicos

Material Filtrante	P	Cd	Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	DQO	DBO	OD
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
ARAF	16.43	0.036	28.44	0.55	3.71	0.05	0.11	13	8	0.7
BC	144.89 ^c	0.030 ^b	26.15 ^b	4.6 ^b	3.72 ^c	0.35 ^a	2.425 ^c	5.17 ^a	3.70 ^a	0.80 ^a
CC	101.26 ^b	0.015 ^a	25.14 ^b	0.555 ^a	2.30 ^b	0.80 ^c	0.13 ^b	5.13 ^a	3.47 ^a	0.87 ^a
AM	17.61 ^a	0.016 ^a	22.22 ^a	0.554 ^a	1.875 ^a	0.40 ^b	0.04 ^a	5.63 ^b	3.43 ^a	0.76 ^a
P-Valor	0.0001	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0085	0.1643*	0.5488

Nota: La Tabla muestra la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos en los parámetros químicos, también muestra la denominación de; ARF= Agua residual antes del tratamiento; BC= Bagazo de caña, CC= Cascara de Coco, AM= Aserrín de Madera P=Fosforo Cd=Cadmio, Pb=Plomo Zn= Zinc, Fe= Hierro, Cu= Cobre, Mn= Manganeso, DQO=Demanda química de oxígeno, DBO= Demanda Bioquímica de oxígeno, OD= Oxígeno Disuelto; Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$) y Prueba de Dunn ($p < 0.05$) *Test de Kruskal Wallis-Prueba de Dunn (Huamán, 2020).

La Tabla 12 presenta los resultados de los parámetros químicos obtenidos durante el tratamiento de las aguas residuales hospitalarias utilizando filtros orgánicos. Se detallan los valores de cada parámetro para cada tratamiento, donde el tratamiento con bagazo de caña (BC)

reportó los siguientes resultados para los parámetros: Fósforo (P): 144.89 ml/L, Cadmio (Cd): 0.03 ml/L, Plomo (Pb): 26.15 ml/L, Zinc (Zn): 4.6 ml/L, Hierro (Fe): 3.72 ml/L, Cobre (Cu): 0.35 ml/L, Manganeseo (Mn): 2.425 ml/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO): 5.17 ml/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO): 3.70 ml/L y Oxígeno Disuelto (OD): 0.80 ml/L.

El tratamiento con cascara de coco (CC) reporta los siguientes valores parámetro de fosforo (P): 101.26 ml/L, Cadmio (Cd): 0.015 ml/L, plomo (Pb): 25.14 ml/L, Zinc (Zn): 0.555 ml/L, hierro (Fe): 2.30 ml/L, Cobre (Cu): 0.80 ml/L, manganeseo (Mn): 0.13 ml/L, demanda química de oxígeno (DQO): 5.13 ml/L, Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO): 3.47 ml/L y oxígeno disuelto (OD): 0.87 ml/L.

El tratamiento con aserrín de madera (AM) reporta los siguientes valores parámetro de fosforo (P): 17.61 ml/L, Cadmio (Cd): 0.016 ml/L, plomo (Pb): 22.22 ml/L, Zinc (Zn): 0.554 ml/L, hierro (Fe): 1.875 ml/L, Cobre (Cu): 0.40 ml/L, manganeseo (Mn): 0.04 ml/L, demanda química de oxígeno (DQO): 5.63 ml/L, Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO): 3.43 ml/L y oxígeno disuelto (OD): 0.76 ml/L.

La Tabla también presenta los valores de las aguas residuales sin tratar, antes de someterse al proceso de tratamiento con los filtros orgánicos, y resalta la diferencia estadísticamente significativa entre estos valores.

4.2.3. DE LA CONTRATACIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA

Este estudio de investigación se llevó a cabo con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5%. Para el análisis estadístico, se emplearon funciones de análisis en Excel y el software IBM SPSS. Se realizaron análisis de varianza de un factor (ANOVA) junto con la prueba de Tukey.

Los parámetros que mostraron diferencias estadísticas significativas en la eficiencia de remoción fueron: Fosforo (P), Cadmio

(Cd), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Demanda química de oxígeno (DQO), PH, Salinidad (S) y Solidos Totales en suspensión (SST). (Anexo 10).

Para poder realizar la contratación de la hipótesis se utilizó el siguiente estadístico.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

t= t calculado
 X= media muestral
 U=Media Poblacional
 S=Desviación Estándar
 N= Cantidad de datos

4.2.4. DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA POS TRATAMIENTO

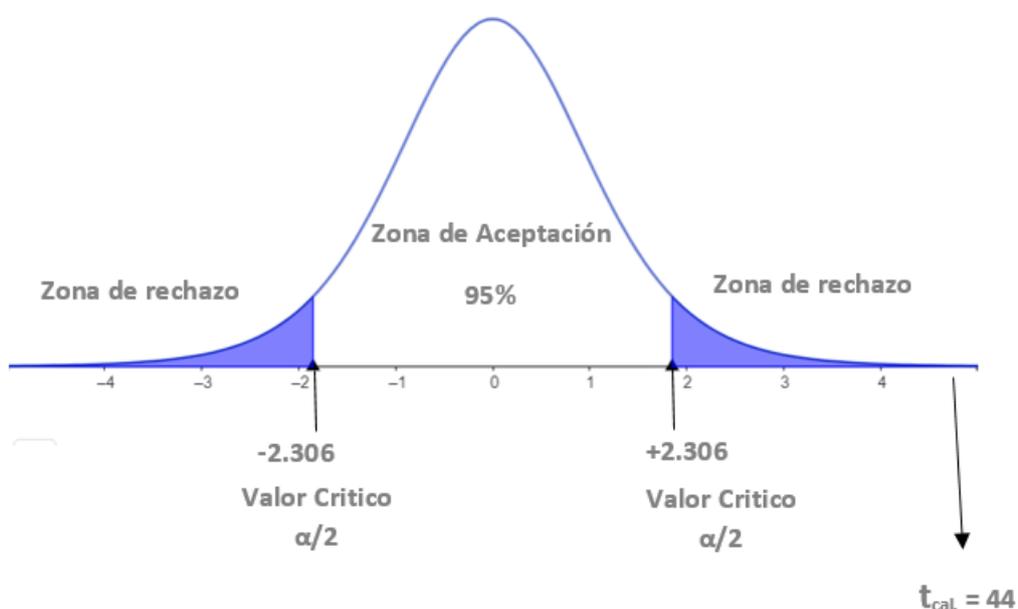
Del planteamiento de la hipótesis

$H_0 = A=B$

$H_a = A \neq B$

Figura 21

contrastación de la hipótesis general



Nota: La Figura 16 muestra la contratación de la hipótesis general (Cd) (Córdova, 2019).

En la Figura 21 se observa la campana de Gauss bilateral o de dos colas con un nivel de confianza $(1 - \alpha)$ del 95% y nivel de significancia (α) del 5%; el valor de t calculado es $>$ que el valor Tabla o valor crítico (± 2.306) lo que indica que t calculado se encuentra en zona de rechazo, por lo tanto, según la hipótesis planteada se menciona lo siguiente:

- Se rechaza la hipótesis Nula (H_0)
- Se acepta la hipótesis Alternativa (H_a): Los filtros orgánicos al menos alguno de ellos es eficiente en el tratamiento de los parámetros químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1. DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA TRATADA CON LOS FILTROS ORGÁNICOS

Los resultados indican que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los distintos tratamientos: Temperatura (T°), ph, Salinidad (S) y solidos totales en suspensión, para los parámetros de conductividad eléctrica (CE) y el potencial oxido reducción no muestran diferencias estadísticas significativas, los parámetros de las aguas residuales poseen compuestos orgánicos, inorgánicos y minerales que bajo cierta concentración relacionada con sus parámetros llegan a ser tóxicos o perjudiciales (López, 2021). La temperatura juega el papel más importante en el agua residual ya que ella depende toda la actividad de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales (Smith et al. 2020).

Los procesos de bioadsorción de metales pesados son favorecidos cuando se tiene un pH, de 6 a 7 tal como lo indica (Paz, 2019), en el trabajo de investigación la cascara de coco (CC) y el aserrín de madera reportaron valores entre 6 a 7 de pH mientras que el bagazo de caña obtuvo un pH de 3.56 lo que indica que al realizarse la bioadsorción esta se volvió acida debido al intercambio catiónico e iónico que existió durante el proceso de filtración.

El bagazo de caña (BC) presenta una eficiencia de remoción del 42.63%, mientras que la cáscara de coco (CC) alcanza un 66.10% y el aserrín de madera muestra un 9.20% en cuanto al parámetro de sólidos totales (SST). Estos valores difieren de los informados por Platzer en 2002, quien registró eficiencias de remoción de hasta un 70% utilizando aserrín de madera para tratar aguas residuales de granjas. Del mismo modo, Garzón-Zúñiga en 2012 reportó eficiencias de remoción de 91% para los SST y 69% para grupos fosfatados al utilizar la misma materia prima.

Los parámetros de conductividad eléctrica (CE), salinidad (S) y potencial oxido reducción (POR) elevaron sus valores luego de entrar al sistema de

filtración; La capacidad de absorción de iones metálicos por parte del biosorbente está influenciada por varios parámetros controlables en el proceso de adsorción, tales como el pH, el tamaño de las partículas, la temperatura y la concentración de la biomasa, según (Tejada, 2014). Cuando la concentración de iones en el agua, como los iones de cloruro, sulfato, nitrato, sodio, entre otros, aumenta, la conductividad eléctrica tiende a incrementar. (Smith y Brown, 2020).

5.2. DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA TRATADA CON LOS FILTROS ORGÁNICOS

Los resultados indican la presencia de una diferencia estadísticamente significativa entre los diversos tratamientos utilizados en el tratamiento de aguas residuales hospitalarias. Además, se presentan los niveles de eficiencia de remoción para cada uno de estos tratamientos; El filtro con bagazo de caña muestra su eficiencia de remoción en los parámetros de Cadmio (Cd), Plomo (Pb), demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) con valores de: 16.66%, 8.05%, 60.23% y 53.75% respectivamente, esta eficiencia se debe a que los materiales orgánicos tienen la capacidad de absorción y adsorción en su estructura y por la interacción de los grupos funcionales (Estrada et al.,2013).

La morfología del residuo orgánico facilita la bioadsorción debida a su superficie irregular y a la presencia de anillos aromáticos de lignina (Duany-Timosthe et al., 2022). De la eficiencia de remoción (Vera, 2016) reporto valor promedio de 77.87% de remoción de cadmio en aguas residuales contaminadas de minería utilizando bagazo de caña, lo que difiere del valor encontrado en el trabajo de investigación, la eficiencia de remoción está relacionada con varios factores entre ellos el tipo de sistema a utilizar (Tejada, 2014).

En los parámetros químicos como: Zinc (Zn), Hierro (Fe), cobre (Cu) y Manganeseo (Mn), se reporta diferencias estadísticas significativas mas no eficiencias de remoción.

El filtro orgánico con cascara de coco (CC) reporta eficiencia de remoción en los parámetros de Cadmio (Cd) con un valor pos filtración de 0.015 ml/L, mostrando un 58.33% de eficiencia de remoción del agua residual hospitalaria, Plomo (Pb): 25.14 ml/L; 11.60%, Hierro (Fe): 2.30ml/L; 38.0%, La Demanda Química de Oxígeno (DQO) se encuentra en 5.13 ml/L, con una eficiencia de remoción del 60.53%, mientras que la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es de 3.47 ml/L, con una eficiencia de remoción del 56.62%. Durante el proceso de filtración, se producen diversas dinámicas químicas, físicas y biológicas, que se conocen como adsorción, según (Loarte, 2015). Estos iones metálicos se concentran en la capa interfacial del material orgánico a través de dos mecanismos: adsorción física o fisorción (mediante fuerzas de Van der Waals) y quimisorción (reacciones químicas). Para que un ion metálico pueda unirse a la pared celular del residuo orgánico, lo hace a través de procesos como el intercambio iónico, la precipitación o la atracción electrostática (Reyes, 2005).

Los valores de eficiencia de remoción obtenidos con el filtro orgánico de cáscara de coco (CC) para los parámetros de Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno son numéricamente comparables a los informados por Urrelo y Paredes en 2020, quienes registraron eficiencias de remoción del 52.33% y 59.08%, respectivamente. Asimismo, la eficiencia de remoción de Sólidos Totales (SST) fue del 66.10%, una cifra similar a la reportada por Rondón en 2020, quien obtuvo un 68.5% de eficiencia de remoción de sólidos totales (SST) al tratar aguas residuales industriales utilizando cáscara de coco.

El filtro orgánico con aserrín de madera reporto valores y eficiencia de remoción en los siguientes parámetros químicos; Cadmio (Cd): 0.016 ml/L con una eficiencia de remoción de 55.55%, plomo (Pb): 22.22 ml/L; 21.87%, Hierro (Fe): 1.875 ml/L; 49.46%, Manganeseo (Mn): 0.04 ml/L; 63.63%, demanda química de oxígeno (DQO): 5.63 ml/L; 56.69%, demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 3.43 ml/L; 57.12% de eficiencia de remoción. Valores que difieren por lo reportado por (Huamán, 2020), quien utilizo el aserrín de madera para tratar aguas residuales de granjas porcinas y quien obtuvo en

promedio de hasta 56% de eficiencia de remoción para los parámetros químicos.

La capacidad de retención de los iones metálicos está relacionada con la concentración de sales presentes en las aguas residuales a mayor concentración de sales minerales mayor es la conductividad eléctrica (Suarez, 2018). Para residuos orgánicos con alto contenido de celulosa y bajo contenido de lignina en su estructura existe mayor conductividad eléctrica (Alvarado, 2013). Para los parámetros de demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Los porcentajes de la eficiencia de remoción para los parámetros de DQO y DBO se asemejan a lo reportado por (Paredes, 2017) 70.78% y 79.49% respectivamente en agua residual de camal municipal y diferente sistema de filtración.

5.3. DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

Los resultados obtenidos de la caracterización de los parámetros físicos y químicos nos indican que las aguas residuarías debido a actividades antrópicas tienen una alta carga de materiales contaminantes (Suarez, 2018), la presencia de los metales pesados perjudiciales y nocivos para la salud humana como el cadmio (Cd) y plomo (Pb) se encuentran presentes en estas aguas residuales (Ramos,2008).

CONCLUSIONES

Al finalizar el presente trabajo de investigación se realizó las siguientes conclusiones que los filtros orgánicos son eficientes para abordar los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales hospitalarias, que son de naturaleza particular y específica:

- Los filtros con bagazo de caña (BC) son eficientes en la remoción de: sólidos totales en (SST), Cadmio (Cd), plomo (PB), demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO) con: 42.63%, 16.66%, 8.05%, 60.23% y 53.75%.
- Los filtros con la cascara de coco (CC), muestran eficiencia de remoción en los parámetros de sólidos totales en suspensión (SST), Cadmio (Cd), plomo (PB), hierro (Fe), demanda química de oxígeno (DQO) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO): 66.10%, 58.33%, 11.60%, 38%, 60.53% y 56.62% respectivamente.
- Los filtros con aserrín de madera fueron eficientes en la remoción de sólidos totales (SST) con un 9.20% también para los metales pesados de cadmio (Cd) con 55.55%, plomo (Pb): 21.87%, hierro (Fe) 49.46%, manganeso (Mn) obtuvo un 63.63%, demanda química de oxígeno (DQO): 56.69% y la demanda química de oxígeno (DBO) con 57.12% de eficiencia de remoción.
- Los filtros orgánicos no fueron eficientes en el comportamiento y remoción de los parámetros de; Conductividad eléctrica (CE), salinidad (S), potencial oxido reducción (POR), fosforo, zinc, (Zn), cobre (Cu), el bagazo de caña (BC) no mostro eficiencia de remoción en el ion Hierro (Fe) y el aserrín de madera en el manganeso.
- Las características de los parámetros físicos y químicos del agua residual hospitalaria difieren de los valores de otras aguas residuales emitidos por actividades antrópicas particularmente en la concentración de metales pesados.

RECOMENDACIONES

Al finalizar el proyecto de investigación se recomienda lo siguiente:

- Usar materiales orgánicos como filtros para tratar aguas residuales hospitalarias por ser eficientes en la retención de materiales contaminantes llegando alcanzar hasta un 88% de porcentaje de remoción.
- Realizar el mismo experimento, pero considerando diferentes granulometrías del material filtrante.
- Proponer ante las autoridades del gobierno regional, provincial y distrital normas y ordenanzas que difundan el uso de los materiales orgánicos como filtros para un pre tratamiento de las aguas residuales.
- Promover un plan estratégico donde se utilice el material orgánico y las aguas residuales en mezclas proporcionales para la producción de abonos orgánicos y su uso en la agricultura.
- Brindar la información del trabajo de investigación realizado a las autoridades de los gobiernos locales para ayudar a promover el uso de los biofiltros de manera armoniosa con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaya, W. F., Cañón, Ó. A., y Avilés, Ó. F. (2004). Control de pH para planta de tratamiento de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 14, 86-95. <https://doi.org/10.18359/rcin.1271>.
- Bacterias Coliformes. (s. f.). Penn State Extension. Recuperado 30 de mayo de 2022, de <https://extension.psu.edu/bacterias-coliformes>.
- Carmenaty, C., Dannis, A., Pérez, N., Marañón, A., y Bajo, R. (2009). caracterización físico-química de las aguas residuales de la planta galvánica, empresa conformadora "30 de noviembre.
- Caridad, R. (2008). Aguas residuales generadas en hospitales. *Ingeniería hidráulica y ambiental*, vol. XXIX. Nota Técnica. Centro Nacional de Investigaciones Científicas.
- Caicedo, L. (2019). Diseño de un sistema para el tratamiento de aguas residuales fundamentado en procesos de rizofiltración y lechos orgánicos filtrantes capaces de disminuir el contenido de grasas y aceites presentes en una muestra de agua residual procedente de una sucursal de la empresa mimos s.a. 191. Universidad distrital francisco José de caldas facultad de ciencias y educación proyecto curricular de licenciatura en química Bogotá d.c.
- Cepeda, A. (2018). Characterization of hospital wastewaters. *Revista dinámica ambiental*. Universidad Libre Sanagui. Prevención y control de la contaminación.
- Cervantes-García, E., García-González, R., y Salazar-Schettino, P. M. (s. f.). Características generales del *Staphylococcus aureus*. 13.
- Duany-Timosthe, S., Arias-Lafargue, T., Bessy-Horruitiner, T., y Rodríguez-Heredia, D. (2022). Bioadsorbentes no convencionales empleados en la remoción de metales pesados. *Facultad de Ingeniería Química y Agronomía, Universidad de Oriente. Cuba Revisión*. 20.

- Ergueta, (2015). Tratamiento de aguas Residuales. Presupuesto & Construcción Año 27 N° 62.
- Escobar, M. (2020). Análisis de la implementación de biofiltros para el tratamiento de lixiviados generados en unidades de compostaje: Revisión de Literatura. 30.
- Estrada, C., Rico, R., Alomá, I., y Cortés, C. (s. f.). Potencialidades del uso del aserrín de madera de pino como biosorbente. potetial use of pine sawdust as biosorbent. 9. Revista Centro Azúcar.
- Fernández, R., Aviles, R., Fernández A., y Calero, S. (2016). Estudio sobre las potencialidades de aserrín como materia prima en la industria forestal en Guayaquil, ecuador. holos, 4, 105. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.4359>.
- Food Safety (s. f.). Pruebas en seguridad alimentaria. Recuperado 30 de mayo de 2022, de https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/food-safety-la/biblioteca-de-documentos/microorganismos/coliformes/.
- Huamán, C. (2018). Filtros Orgánicos en el tratamiento de aguas residuales provenientes de granjas porcícolas. Recuperado 13 de marzo de 2022, https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1498/CEHC_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Luisa, V. (2016). Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente. 7. Centro de Estudios Ambientales de la Universidad de Cuenca, Ecuador.
- López, A., Esparza M., y Lucero M., (2019). Tratamiento de un agua residual industrial a temperatura psicrófila con un reactor uasb. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 35(4), 905-915. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.10>.
- Magdaleno, A., Juárez, Á., Paz, M., Tornello, C., Núñez, Lidia., y Moretton, Juan. (2012). Evaluación ecotóxica y genotóxica de aguas residuales

hospitalarias. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. Junin 956, 4° Piso, C1113AAC, Buenos Aires, Argentina.

Muñoz, M., Garcia-Muñoz, P., Pliego, G., de Pedro, Z. M., y Zazo, J. A. (2019). Tratamiento de aguas residuales hospitalarias mediante el proceso Fenton. 4. Sección Departamental de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Madrid, Crta. Colmenar Km. 15, 28049, Madrid.

Paredes, G. (2017). Análisis del aserrín de madera como filtro natural para el tratamiento del agua residual proveniente del camal municipal del cantón. Universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica carrera de ingeniería civil.

Penagos, G., López, O., y Chaparro, R. (2012). Remoción de la materia orgánica y toxicidad en aguas residuales hospitalarias aplicando ozono. 7. Programa de Ingeniería Civil, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá-Colombia.

Raffo, E., y Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno Industrial. *Data*, vol. 17, núm. 1, enero-junio, 2014, pp. 71-80 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú.

Rubio A., Chica E., y Peñuela A. (2013). Wastewater treatment processes for the removal of emerging organic pollutants. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 8(3), 93-103. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1176>.

Soriano-Moreno, R., Yareta, J., Rojas-Cosí, F., Fajardo-Loyola, A., León-Luna, D., Castillo-Quezada, I., Laura-Bejarano, M., Hilario-Sánchez, M., Galarza-Pérez, M., y Marcos-Carbajal, P. (2021). Efluentes hospitalarios como reservorio de enterobacterias productoras de betalactamasas y carbapenemasas. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 38(2), 302-307. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.6202>.

- Suarez, J. A. G. (2018). Propuesta para el sistema de tratamiento de aguas residuales en la e.s.e hospital departamental universitario del quindío san juan de dios. 104. Fundación universidad de américa facultad de ingenierías programa de ingeniería química Bogotá d.c.
- Suematsu, L. (1995). Parámetros de calidad para el uso de aguas residuales. guías de calidad de efluentes para la protección de la salud. 12.
- León, M. (2015). Caracterización físico-química, biológica y eco toxicológica del agua residual de un hospital de la ciudad de cuenca. Universidad de cuenca facultad de ciencias químicas maestría en toxicología industrial y ambiental - Ecuador.
- Urrelo del Águila, J., y Troya, D. (2020). Filtros de cáscara de coco y cascarilla de arroz, una revisión en el tratamiento de aguas residuales de lavaderos de vehículos. Universidad Peruana Unión. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3235>.
- Zevallos, S. (2002). Análisis de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales y Salmonella spp. En cuatro ingredientes utilizados en la planta de lácteos de Zamorano, Honduras. 49.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lazaro Ramos, G. (2024). *Eficiencia de filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	METODOLOGÍA
¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?	Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.	<p>Ha: Los filtros orgánicos son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p> <p>Ho: Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p>	La eficiencia de los filtros orgánicos.	Tipo: la investigación es de tipo experimental aplicativo.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	
¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, sólidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?	Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, sólidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.	<p>Ha: Los filtros orgánicos al menos alguno de ellos es eficiente en el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, sólidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p> <p>Ho: Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros físicos: pH, temperatura, potencial oxido reducción, salinidad, sólidos totales en suspensión y Oxígeno disuelto de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p>	Las aguas residuales tratadas (Parámetros físicos y químicos).	<p>Nivel: la investigación tiene un nivel explicativo.</p> <p>Diseño: Investigación experimental Completamente al azar (DCA).</p> <p>Población: la investigación fue finita porque estuvo conformada por el total del agua residual que se produce en el Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco, vertidos de cada proceso del funcionamiento del hospital.</p> <p>Muestra: la investigación estuvo conformada por una muestra aproximada de 30 litros de agua residual hospitalaria.</p>
¿Cuál es la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros químicos: Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxidado de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeseo de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?	Evaluar la eficiencia de los filtros orgánicos para el tratamiento de los parámetros químicos: Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de fosforo (P), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Zinc (Zn) y Manganeseo (Mn) de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.	<p>Ha: Los filtros orgánicos al menos alguno de ellos es eficiente en el tratamiento de los parámetros químicos; Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxidado de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeseo de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p> <p>Ho: Los filtros orgánicos no son eficientes en el tratamiento de los parámetros químicos; Demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno oxidado de fosforo, Calcio, Potasio, Sodio, Magnesio, Cobre, Hierro, Zinc y Manganeseo de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.</p>		
¿Cuáles serán los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023?	Determinar los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales provenientes del Hospital regional Hermilio Valdizan Medrano de Huánuco – Perú 2023.			

ANEXO 2

ANÁLISIS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	LAZARO RAMOS GISELA YOSELIN	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	27/04/2023
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INCICIO DE ENSAYO:	28/04/2023
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	16/05/2023
CASERÍO:	TINGO MARIA	RECIBO O FACTURA:	23011308
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	OBSERVACIÓN:	---

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS								
Código	Referencia	PH	CE dS/m	P mg/L	Cd mg/L	Pb mg/L	Zn mg/L	Fe mg/L	Cu mg/L	Mn mg/L
E0056	T0 AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA	7.00	1.25	16.411	0.035	28.470	0.550	3.715	0.050	0.110
E0057	T1 CAÑA DE AZUCAR	3.60	4.17	144.798	0.030	26.160	4.600	3.720	0.350	2.425
E0058	T2 CÁSCARA DE COCO	7.10	10.01	101.602	0.015	25.145	0.555	2.305	0.800	0.130
E0059	T3 ASERRIN	7.40	1.88	17.611	0.016	22.225	0.554	1.875	0.400	0.040

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este Informe sin la autorización escrita del LASAE.
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Ing. GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



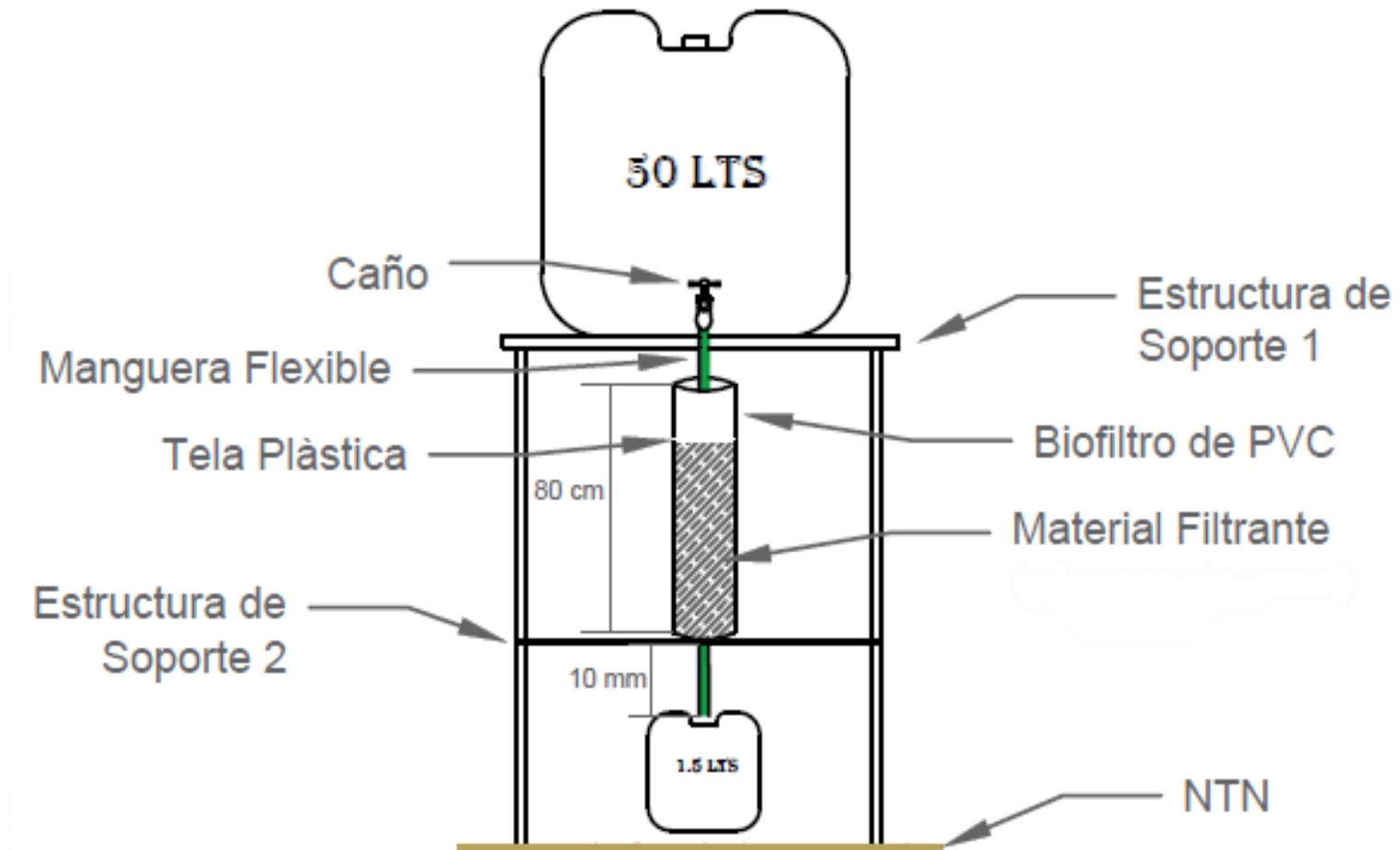
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

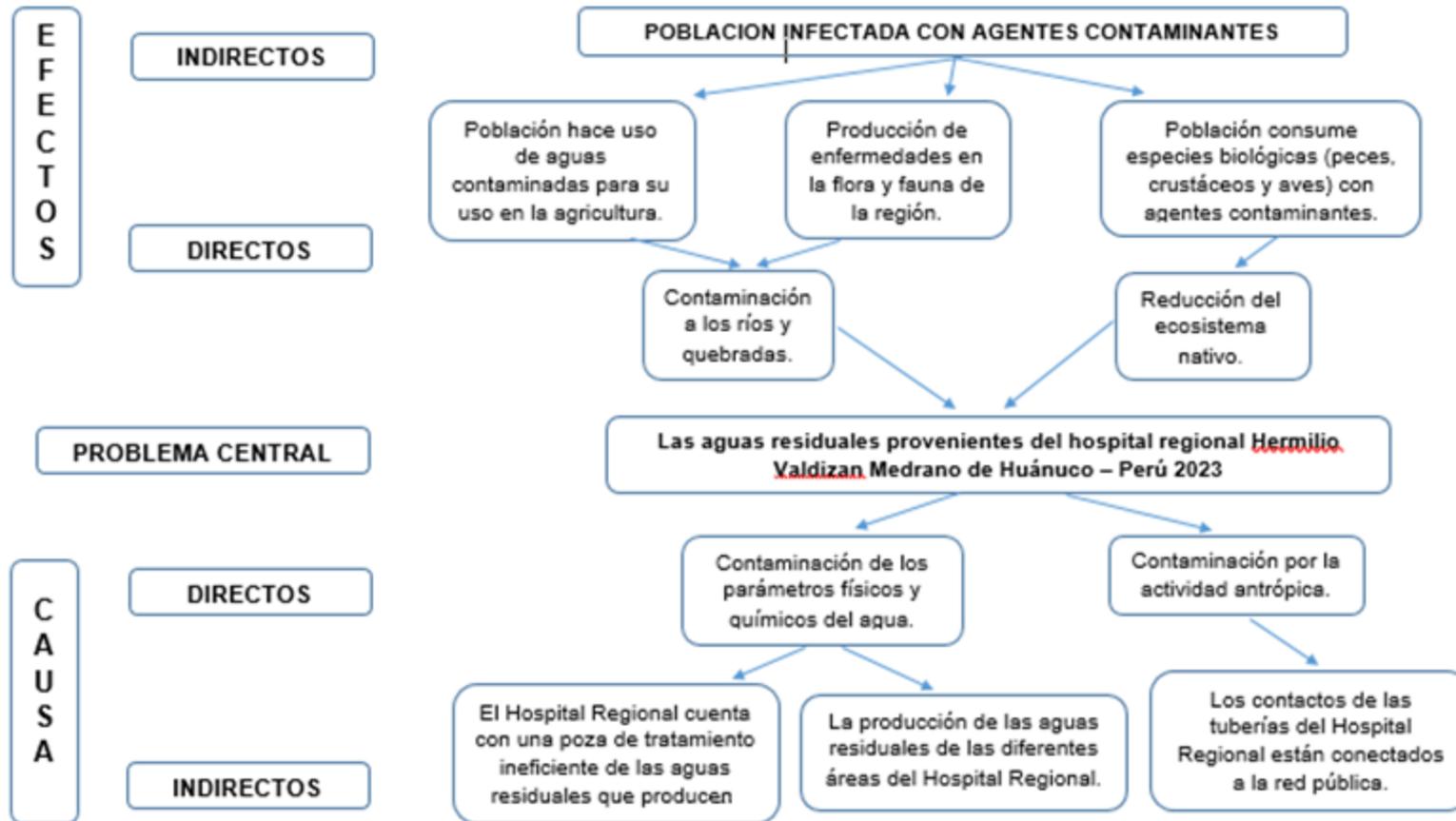
ANEXO 3

ESQUEMA PARA ELABORACIÓN DEL PROYECTO TESIS



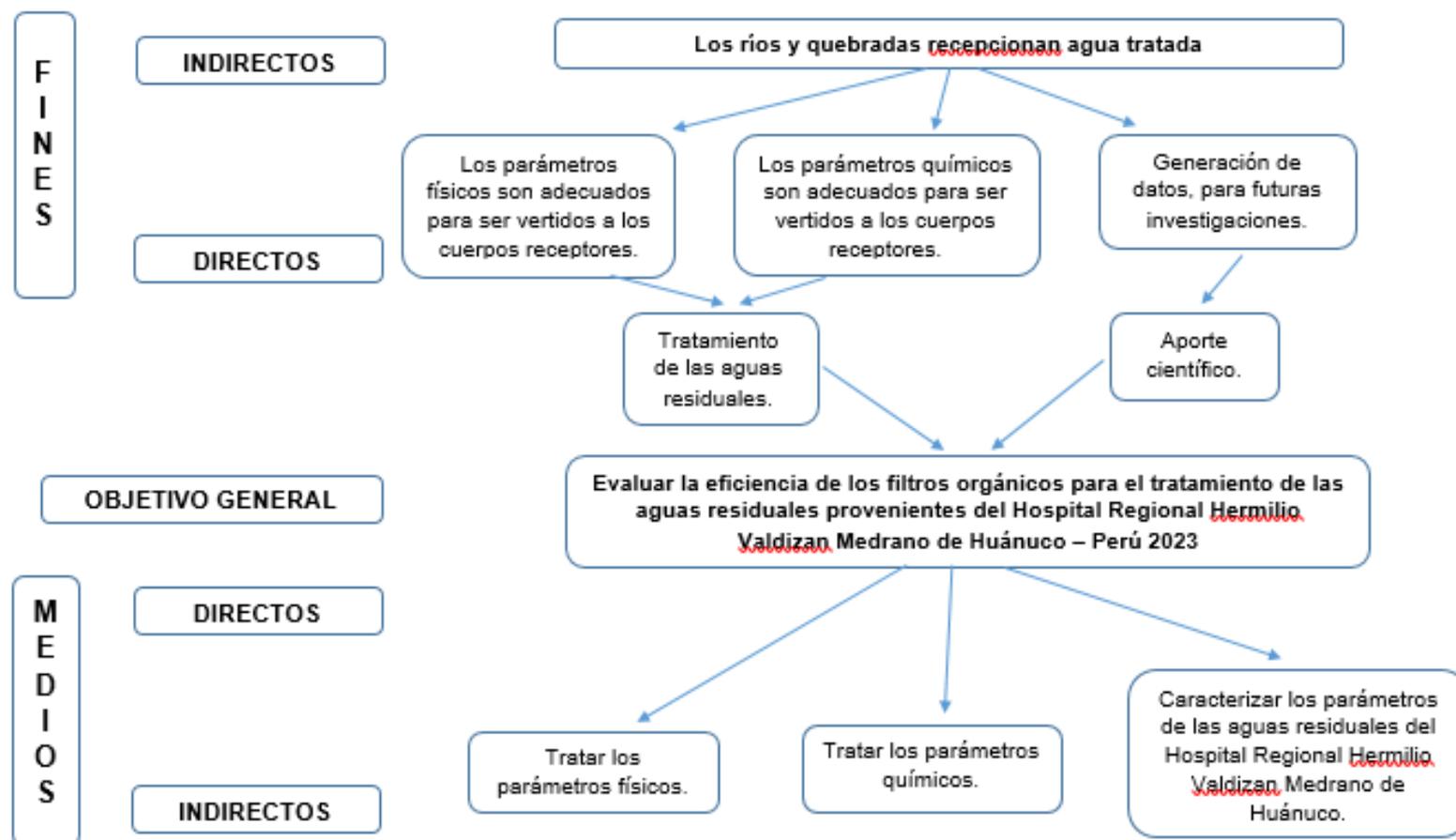
ANEXO 4

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 5

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 6
FICHA DE PARÁMETROS FÍSICOS DEL AGUA RESIDUAL

Nombre: Gisela Yoselin Lazaro Ramos

Afluente: Agua residual Hospitalaria

Muestreado: Por el solitante

Tratamientos		Variable de Estudio	Temperatura	Ph	Conductividad Eléctrica	Salinidad	Sólidos Totales	Demanda Química de oxígeno	Demanda Bioquímica de oxígeno	Oxígeno Disuelto	Potencial oxido Reduccion
			°C		m/s	ppt	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	Mv
Tratamiento I	Repetición 1	Bagazo de Caña	23.8	3.58	3860	1930	4.7	5.2	3.2	0.86	87.2
	Repetición 2	Bagazo de Caña	22.6	3.56	5070	2530	2.6	5.15	3.5	0.76	85.16
	Repetición 3	Bagazo de Caña	22.3	3.55	4480	2250	3.8	5.15	2.8	0.8	85.13
Tratamiento II	Repetición 1	Cascarilla de Coco	20.2	6.18	9060	4410	3.2	5.14	4.1	0.93	55.2
	Repetición 2	Cascarilla de Coco	20.1	5.86	14.77	7469	1.9	5.16	3.8	0.85	51.3
	Repetición 3	Cascarilla de Coco	20.3	5.94	14.35	7240	1.8	5.1	2.5	0.83	49.8
Tratamiento III	Repetición 1	Aserin de Madera	22.0	6.64	1834	915	6.9	6.2	3.3	0.8	52.6
	Repetición 2	Aserin de Madera	22.5	6.68	1609	804	5.6	5.4	3.5	0.78	49.14
	Repetición 3	Aserin de Madera	22.4	6.87	1894	951	5.3	5.3	3.4	0.72	49.25

ANEXO 7
FICHA DE PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA RESIDUAL

Tratamientos		Variable de Estudio	P205	Ca	K	Na	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn
			mg/L								
Tratamiento I	Repetición 1	Bagazo de Caña									
	Repetición 2	Bagazo de Caña									
	Repetición 3	Bagazo de Caña									
Tratamiento II	Repetición 1	Cascarilla de Coco									
	Repetición 2	Cascarilla de Coco									
	Repetición 3	Cascarilla de Coco									
Tratamiento III	Repetición 1	Aserrín de Madera									
	Repetición 2	Aserrín de Madera									
	Repetición 3	Aserrín de Madera									
Promedio I											
Promedio II											
Promedio III											

ANEXO 8
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE CAMPO

Tratamientos		Variable de Estudio	Hora de inicio	Hora de ingreso al sistema	Hora de Salida del sistema	Tiempo de Filtracion
			Minutos	Minutos	Minutos	Minutos
Tratamiento I	Repeticion 1	Bagazo de Caña				
	Repeticion 2	Bagazo de Caña				
	Repeticion 3	Bagazo de Caña				
Tratamiento II	Repeticion 1	Cascarilla de Coco				
	Repeticion 2	Cascarilla de Coco				
	Repeticion 3	Cascarilla de Coco				
Tratamiento III	Repeticion 1	Aserrin de Madera				
	Repeticion 2	Aserrin de Madera				
	Repeticion 3	Aserrin de Madera				
Promedio I						
Promedio II						
Promedio III						

ANEXO 9

CONSTANCIA DEL USO DEL MULTIPARÁMETRO

"Año de la Paz , la Unidad y el Desarrollo"

CONSTANCIA

Por este medio hago constar que la Srta. LAZARO RAMOS GISELA YOSELIN con DNI N° 72954598, alquilo un multiparametro, para hacer monitorios in situ como son (Ph, conductividad, temperatura, TSD, y otros, para el día 24 de abril del 2023.

Dejando una garantía de 1000.00 nuevos soles, el que será devuelto previa verificación del equipo en mención.

La siguiente constancia se extiende en

Huánuco 02 de mayo del 2023

Atentamente,

W. YUPI INVERSIONES S.C.R.L.
O. Salas Rivera
GERENTE GENERAL
DNI N° 72954598

WAYLLA YUPI

INVERSIONES S.C.R.L.

Dirección: Jr. San Martín #1346- (Segundo piso)
e-mail: wayllayupi@gmail.com

ANEXO 10
PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS PARÁMETROS
QUÍMICOS

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Fosforo	1	,176	3	.	1,000	3	,988
	2	,358	3	.	,812	3	,144
	3	,175	3	.	1,000	3	,997
Cadmio	2	,385	3	.	,750	3	,000
	3	,175	3	.	1,000	3	1,000
Plomo	1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	2	,253	3	.	,964	3	,637
	3	,175	3	.	1,000	3	1,000
Zinc	1	,292	3	.	,923	3	,463
	2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	3	,193	3	.	,997	3	,890
Hierro	1	,385	3	.	,750	3	,000
	2	,253	3	.	,964	3	,637
	3	,213	3	.	,990	3	,806
Cu	1	,385	3	.	,750	3	,000
	2	,385	3	.	,750	3	,000
	3	,385	3	.	,750	3	,000
Mn	1	,175	3	.	1,000	3	1,000
	2	,175	3	.	1,000	3	1,000
	3	,385	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

b. Cadmio es constante cuando Tratamientos = 1. Se ha omitido.

ANEXO 11

ANOVA PARA DATOS PARAMÉTRICOS (QUÍMICOS)

Nueva Tabla: 5/09/2023 - 20:07:39 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

P (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
P (mg/L)	9	1.00	1.00	0.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25101.20	2	12550.60	63636.06	<0.0001
TRATAMIENTOS	25101.20	2	12550.60	63636.06	<0.0001
Error	1.18	6	0.20		
Total	25102.39	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.11257

Error: 0.1972 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Aserrin de Madera	17.61	3	0.26	A
Cascarilla de Coco	101.27	3	0.26	B
Bagazo de caña	144.89	3	0.26	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cd (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cd (mg/L)	9	0.99	0.99	3.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4.1E-04	2	2.1E-04	463.00	<0.0001
TRATAMIENTOS	4.1E-04	2	2.1E-04	463.00	<0.0001
Error	2.7E-06	6	4.4E-07		
Total	4.1E-04	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00167

Error: 0.0000 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Cascarilla de Coco	0.02	3	3.8E-04	A
Aserrin de Madera	0.02	3	3.8E-04	A
Bagazo de caña	0.03	3	3.8E-04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Pb (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pb (mg/L)	9	0.93	0.90	2.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.94	2	12.47	37.41	0.0004
TRATAMIENTOS	24.94	2	12.47	37.41	0.0004
Error	2.00	6	0.33		
Total	26.94	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.44648

Error: 0.3334 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Aserrin de Madera	22.23	3	0.33	A
Cascarilla de Coco	25.14	3	0.33	B
Bagazo de caña	26.15	3	0.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Zn (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Zn (mg/L)	9	1.00	1.00	0.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32.83	2	16.42	77725.50	<0.0001
TRATAMIENTOS	32.83	2	16.42	77725.50	<0.0001
Error	1.3E-03	6	2.1E-04		
Total	32.84	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03641

Error: 0.0002 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Aserrín de Madera	0.55	3	0.01 A
Cascarilla de Coco	0.56	3	0.01 A
Bagazo de caña	4.61	3	0.01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Fe (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fe (mg/L)	9	1.00	1.00	0.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.61	2	2.80	21916.40	<0.0001
TRATAMIENTOS	5.61	2	2.80	21916.40	<0.0001
Error	7.7E-04	6	1.3E-04		
Total	5.61	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02833

Error: 0.0001 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Aserrín de Madera	1.87	3	0.01 A
Cascarilla de Coco	2.31	3	0.01 B
Bagazo de caña	3.72	3	0.01 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cu (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cu (mg/L)	9	1.00	1.00	2.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.36	2	0.18	1170.21	<0.0001
TRATAMIENTOS	0.36	2	0.18	1170.21	<0.0001
Error	9.3E-04	6	1.6E-04		
Total	0.37	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.03125

Error: 0.0002 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

Bagazo de caña	0.36	3	0.01	A
Aserrin de Madera	0.40	3	0.01	B
Cascarilla de Coco	0.81	3	0.01	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Mn

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mn	9	1.00	1.00	0.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10.96	2	5.48	82063.61	<0.0001
TRATAMIENTOS	10.96	2	5.48	82063.61	<0.0001
Error	4.0E-04	6	6.7E-05		
Total	10.96	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.02047

Error: 0.0001 gl: 6

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Aserrin de Madera	0.04	3	4.7E-03	A
Cascarilla de Coco	0.13	3	4.7E-03	B
Bagazo de caña	2.43	3	4.7E-03	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 12

ANOVA PARA DATOS PARAMÉTRICOS (FÍSICOS)

Nueva Tabla: 5/09/2023 - 20:29:26 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Temperatura °C

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Temperatura °C	9	0.89	0.86	2.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12.06	2	6.03	25.48	0.0012
Tratamientos	12.06	2	6.03	25.48	0.0012
Error	1.42	6	0.24		
Total	13.48	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21876

Error: 0.2367 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Cascarilla de Coco	20.20	3	0.28	A
Aserrín de Madera	22.30	3	0.28	B
Gabazo de Caña	22.90	3	0.28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ph

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ph	9	0.99	0.99	2.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.48	2	8.24	573.83	<0.0001
Tratamientos	16.48	2	8.24	573.83	<0.0001
Error	0.09	6	0.01		
Total	16.56	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.30016

Error: 0.0144 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Gabazo de Caña	3.56	3	0.07	A
Cascarilla de Coco	5.99	3	0.07	B
Aserrin de Madera	6.73	3	0.07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Conductividad Eléctrica (m/s)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Conductividad Eléctrica (m..	9	0.16	0.00	98.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10880193.05	2	5440096.53	0.59	0.5836
Tratamientos	10880193.05	2	5440096.53	0.59	0.5836
Error	55324006.62	6	9220667.77		
Total	66204199.67	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7607.28625

Error: 9220667.7695 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Aserrín de Madera	1779.00	3	1753.16	A
Cascarilla de Coco	3029.71	3	1753.16	A
Gabazo de Caña	4470.00	3	1753.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Salinidad (ppt)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Salinidad (ppt)	9	0.89	0.85	31.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	48986053.56	2	24493026.78	24.50	0.0013
Tratamientos	48986053.56	2	24493026.78	24.50	0.0013
Error	5998282.67	6	999713.78		
Total	54984336.22	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2504.87703

Error: 999713.7778 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Aserrín de Madera	890.00	3	577.27	A
Gabazo de Caña	2236.67	3	577.27	A
Cascarilla de Coco	6373.00	3	577.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Potencial Oxido Reducción

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Potencial Oxido Reducción	9	0.94	0.92	63.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30075.03	2	15037.51	44.16	0.0003
Tratamientos	30075.03	2	15037.51	44.16	0.0003
Error	2042.91	6	340.49		
Total	32117.94	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=46.22723

Error: 340.4856 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Aserrin de Madera	-50.40	3	10.65	A
Cascarilla de Coco	52.63	3	10.65	B
Gabazo de Caña	85.23	3	10.65	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Solidos Totales (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Solidos Totales (mg/L)	9	0.91	0.88	14.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20.93	2	10.46	30.68	0.0007
Tratamientos	20.93	2	10.46	30.68	0.0007
Error	2.05	6	0.34		
Total	22.97	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.46315

Error: 0.3411 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
--------------	--------	---	------

Cascarilla de Coco	2.21	3	0.34	A
Gabazo de Caña	3.74	3	0.34	B
Aserrin de Madera	5.92	3	0.34	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Demanda Química de oxígeno (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Demanda Química de oxígeno..	9	0.80	0.73	2.66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.47	2	0.23	11.72	0.0085
Tratamientos	0.47	2	0.23	11.72	0.0085
Error	0.12	6	0.02		
Total	0.59	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.35429

Error: 0.0200 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Cascarilla de Coco	5.13	3	0.08 A
Gabazo de Caña	5.17	3	0.08 A
Aserrín de Madera	5.63	3	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Demanda bioquímica de oxig..	9	0.37	0.16	5.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.13	2	0.06	1.78	0.2470
Tratamientos	0.13	2	0.06	1.78	0.2470
Error	0.21	6	0.04		
Total	0.34	8			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.47239

Error: 0.0356 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Aserrín de Madera	3.43	3	0.11 A

Cascarilla de Coco	3.47	3	0.11	A
Gabazo de Caña	3.70	3	0.11	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Oxígeno Disuelto (mg/L)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Oxígeno Disuelto (mg/L)	9	0.18	0.00	14.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.02	2	0.01	0.66	0.5488
Tratamientos	0.02	2	0.01	0.66	0.5488
Error	0.08	6	0.01		
Total	0.10	8			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.29642

Error: 0.0140 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Aserrin de Madera	0.76	3	0.07 A
Gabazo de Caña	0.80	3	0.07 A
Cascarilla de Coco	0.87	3	0.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ANEXO 13

PANEL FOTOGRÁFICO



Verificando el llenado de la materia prima.



Cerrando el caño, de acuerdo al llenado del agua residual hospitalaria.



Las muestras respectivamente rotuladas.



Tomando muestra de PH, conductividad, temperatura con el multiparámetro.



Supervisión de mi asesor, el Mg. Frank Erick cámara Llanos.



Supervisión de mi jurado, el Mg. Milton Edwin Morales Aquino.

ANEXO 14

MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

