

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera del cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025”

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

AUTOR: Fernandez Faustino, Rudy Hassler

ASESORA: Vasquez Baca, Yasser

HUÁNUCO – PERÚ

2026

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 Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73610645

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42108318

Grado/Título: Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002- 7136-697X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Doctor en ciencias de la salud	44287 920	0000-0001-9180-7405
2	Campos Gonzales, Mildred Margarita	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	72257 793	0009-0008-0885-4883
3	Inga Caqui, Jhenny Milagros	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	72361 661	0009-0006-2217-1494



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
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 17:00 horas del día 01 del mes de setiembre del año 2026, 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:

- Dr. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales (Secretario)
- Mg. Jhendy Milagros Inga Caqui (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1470-2026-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: "Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera del cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025, presentado por el (la) Bach. FERNANDEZ FAUSTINO, RUDY HASSLER para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado Por Unanimes con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de Suficiente (Art. 47)

Siendo las 18 horas del día 01 del mes de Setiembre del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

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

Mg. Mildred Margarita Campos Gonzales
DNI: 72257793
ORCID: 0009-0008-0885-4883
Secretario

Mg. Jhendy Milagros Inga Caqui
DNI: 72361661
ORCID: 0009-0006-2217-1494
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **RUDY HASSLER FERNANDEZ FAUSTINO**, de la investigación titulada "**Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera del cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025**", con asesor(a): **YASSER VASQUEZ BACA**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 0323-2026-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

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

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

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

Huánuco, 04 de junio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 04 de octubre de 2026.

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfono: 952 069 844
Huánuco - Perú

162. RUDY HASSLER FERNANDEZ FAUSTINO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

10%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

6%

2

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

4

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Al divino creador por darme vida y buena salud en todo el transcurso de mi vida universitaria.

A mi padre, mi madre y mis hermanos por ser el motivo, motor y orgullo en mi etapa de formación académica.

A un buen amigo que me motivo y aconsejo al Ing. Jaime Núñez Mosqueira que en paz descanse.

A mis abuelos Francisco, Juana y Epifanía por su amor y su cariño

AGRADECIMIENTO

Al divino creador por darme fuerzas en todo este camino, a mi familia Fernández y Facus por haberme dado las fuerzas de culminar mi carrera universitaria.

A mis padres y hermanos por creer en mí y aconsejarme en todo momento.

A la Mg. Karin Marleny por haberme apoyado y brindado conocimientos desde el inicio en mi tesis.

A los ingenieros encargados del laboratorio por su tiempo y su paciencia para poder usar los ambientes. Por último, a todos los docentes pertenecientes al programa académico de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco, quiénes me dieron el conocimiento y apoyo en mi tesis.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. FILTROS DE CARBÓN.....	26
2.2.2. CALIDAD DEL AGUA.....	30

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 DEPENDIENTE	39
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	42
3.1.1. ENFOQUE.....	42
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	42
3.1.3. DISEÑO.....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.2.1. POBLACIÓN	43
3.2.2. MUESTRA.....	44
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	45
3.3.1. TÉCNICA.....	45
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	47
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	48
3.5. ASPECTOS ÉTICOS.....	48
CAPÍTULO IV.....	51
RESULTADOS.....	51
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	51
4.2 CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	58
CAPÍTULO V.....	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	41
Tabla 2 Características del carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido.....	51
Tabla 3 Características del carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido.....	51
Tabla 4 Resultados del análisis comparativo del efecto de filtros de carbón activado sobre los parámetros fisicoquímicos.....	52
Tabla 5 Resultados de la comparación del desempeño parámetro microbiológico coliformes totales (NPM/100ml) de filtros de carbón activado durante los días analizados	56
Tabla 6 Resultados en el Índice de Número de Yodo en su capacidad de adsorción	57
Tabla 7 Resultados de la Eficacia en la remoción de Turbidez (NTU).....	57
Tabla 8 Resultados en la caracterización Química Elemental EDS.....	57
Tabla 9 Resultados en la caracterización Química Elemental EDS.....	58
Tabla 10 Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis general	59
Tabla 11 Resultados de la prueba T Student de la hipótesis general	59
Tabla 12 Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 1	59
Tabla 13 Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 1...	60
Tabla 14 Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 2	60
Tabla 15 Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 2...	60
Tabla 16 Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 3	61
Tabla 17 Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 3...	61
Tabla 18 Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 4	62
Tabla 19 Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 4...	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Carbón activado listo para el uso de múltiples procesos	25
Figura 2 Proceso para activación de carbono activado	25
Figura 3 Proceso de filtración casero como método de prueba de los elementos	26
Figura 4 Carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido.....	27
Figura 5 Carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido.....	28
Figura 6 Carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido	28
Figura 7 Carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido	29
Figura 8 Nivel de pH en el agua y la representación de iones que habita en cada nivel.....	34
Figura 9 Referencia satelital de la ubicación del área donde se tomará la muestra del estudio.....	44
Figura 10 Características del carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido.....	51
Figura 11 Características del carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido.....	51
Figura 12 Comportamiento de la turbidez	53
Figura 13 Comportamiento del Ph	54
Figura 14 Comportamiento de la conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$).....	54
Figura 15 Comportamiento del SDT (ppm)	55
Figura 16 Comportamiento del DQO (mg/L)	55
Figura 17 Comportamiento de Aceites y grasas (mg/L).....	56

RESUMEN

Esta investigación cuyo objetivo fue el de Evaluar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025, por medio de una metodología aplicada, analítica, cuantitativa, explicativa y experimental enfocada en determinar factores en un cuerpo de agua de 40 litros. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre ambos filtros de carbón activado. El carbón activado de madera de cedro alcanzó una capacidad adsorbente de 955.15 mg/g, una composición elemental de 74.4%, estabilidad microbiológica menor a 1.8 NMP y una eficiencia promedio de 84.97; mientras que el filtro de cáscara de plátano obtuvo 917.08 mg/g, 48.7% de composición elemental, estabilidad microbiológica de 5,400,000 NMP y una eficiencia promedio de 62.33. De tal manera en la hipótesis general obtuvo un valor de $p = 0.021 < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna, con una diferencia estándar de 22.640 unidades entre ambos filtros. En conclusión, el filtro de cedro demostró mayor efectividad para mejorar la calidad del agua del río Huertas, reduciendo riesgos microbiológicos y favoreciendo su conservación y posible aprovechamiento para consumo humano previo cumplimiento de estándares sanitarios complementarios; mientras que el filtro de cáscara de plátano contribuye principalmente a la estabilización fisicoquímica del agua.

Palabras clave: Filtros de carbón activado, calidad del agua, parámetros físicos, químicos y microbiológicos, carbón de madera cedro y carbón de cáscara de plátano.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the efficiency of activated carbon filters made from cedar wood (*Cedrus*) and banana peel (*Musa paradisiaca*) in improving the quality of water from the Huertas River (Ambo district, 2025) for various uses. The study employed an applied, analytical, quantitative, explanatory, and experimental methodology focused on determining specific factors within a 40-liter water sample. The results revealed significant differences between the two activated carbon filters. The cedar wood activated carbon achieved an adsorption capacity of 955.15 mg/g, an elemental composition of 74.4%, microbiological stability of less than 1.8 MPN, and an average efficiency of 84.97; meanwhile, the banana peel filter yielded 917.08 mg/g, an elemental composition of 48.7%, microbiological stability of 5,400,000 MPN, and an average efficiency of 62.33. Regarding the general hypothesis, a p-value of 0.021 (< 0.05) was obtained, leading to the rejection of the null hypothesis and the acceptance of the alternative hypothesis, with a standard difference of 22.640 units between the two filters. In conclusion, the cedar filter demonstrated greater effectiveness in improving Huertas River water quality by reducing microbiological risks and supporting its conservation and potential use for human consumption—subject to compliance with additional sanitary standards—whereas the banana peel filter contributes primarily to the physicochemical stabilization of the water.

Keywords: Activated carbon filters, water quality, physical/chemical/microbiological parameters, cedar wood carbon, banana peel carbon.

INTRODUCCIÓN

La contaminación hídrica es un problema que de manera creciente cada año afecta a más zonas en el mundo, aún más aquellas que son cercanas a centros poblados o ciudades, es por ello que nace la necesidad de crear herramientas alternativas que según parámetros científicos y reales se pueda mejorar la calidad de dichos cuerpos de agua. De este modo se mejora la calidad de vida en muchos de los casos de quienes los implementan; ya que los bajos costos asociados con este proceso son prometedores y si se emplean a gran escala, con más estudios que lo respalden y mejoren cada vez durante la evolución de su empleo. En este mismo orden de ideas la investigación se centra en mejorar la calidad del agua proveniente de una fuente que surte del preciado líquido tanto a poblaciones de recursos medios como a centros poblados altamente desasistidos, por lo tanto esta investigación representa un aporte social por el conocimiento sustentable que proporciona sino que también representa parte de la evolución del conocimiento científico gracias a resultados certificados que acreditan el estudio ante el sector profesional de la región.

La presente investigación abordó la problemática de la contaminación del agua del río Huertas, en el distrito de Ambo, sustentándose en estudios científicos y reportes institucionales relacionados con el tratamiento sostenible del recurso hídrico. A partir de ello, se formuló el problema de investigación: ¿Qué diferencia existe entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para sus diferentes usos del río Huertas del distrito de Ambo-2025? En respuesta a esta interrogante, se estableció como objetivo Evaluar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Asimismo, la investigación se sustentó teóricamente en el principio de adsorción, proceso mediante el cual los contaminantes presentes en el agua se adhieren a superficies porosas. Tanto la madera de cedro como la cáscara de plátano poseen componentes lignocelulósicos y grupos funcionales

capaces de retener impurezas, metales y microorganismos, convirtiéndolos en materiales viables para la elaboración de filtros ecológicos. Asimismo, el estudio se justificó de manera práctica y metodológica debido a la necesidad de implementar alternativas accesibles, sostenibles y de bajo costo para el tratamiento de agua en zonas rurales, promoviendo el aprovechamiento de recursos naturales disponibles en la comunidad.

Y demostrando los resultados que ambos filtros contribuyeron positivamente a la mejora de la calidad del agua, aunque con diferencias funcionales importantes. El filtro de carbón activado de cedro presentó mayor capacidad de adsorción y mejor control microbiológico, reduciendo significativamente los contaminantes biológicos; mientras que el filtro de cáscara de plátano mostró mejor estabilidad en las propiedades fisicoquímicas del agua, especialmente en el pH y la conductividad. En conjunto, los hallazgos evidenciaron que ambos materiales representan alternativas sostenibles y eficientes para la conservación y tratamiento del recurso hídrico en el distrito de Ambo.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La creciente contaminación de las fuentes hídricas representa un desafío significativo para el acceso a agua potable, especialmente en comunidades rurales y zonas con recursos limitados. En este contexto, el uso de materiales naturales y de bajo costo para la purificación del agua ha despertado un creciente interés.

A nivel internacional, como en el caso de Cuba, la contaminación del agua por metales pesados provenientes de actividades industriales, como la lixiviación ácida de minerales lateríticos, representa un problema ambiental preocupante. Estos desechos, ricos en especies metálicas tóxicas, afectan la calidad del agua y ponen en riesgo los ecosistemas y la salud humana. La necesidad de soluciones efectivas y sostenibles ha impulsado la investigación sobre el uso de materiales absorbentes naturales, como el carbón activado de cáscara de coco, que ha demostrado ser eficiente en la remoción de contaminantes metálicos. Sin embargo, a pesar de su potencial, persisten desafíos en la optimización de su producción y aplicación a gran escala, lo que evidencia la urgencia de continuar explorando alternativas para mitigar la contaminación del agua en diferentes países del mundo (Manals et al., 2016).

Según el Grupo Banco Mundial (2019), en el Caribe, la contaminación de las fuentes hídricas representa una amenaza creciente para la salud humana, los ecosistemas y el desarrollo sostenible. En estas regiones, la contaminación marina impacta de manera directa la biodiversidad, la pesca, el turismo y la calidad de vida de las comunidades costeras. En este contexto, el uso de filtros elaborados a partir de carbón de cedro para la remoción de contaminantes acumulados, como sustancias tóxicas presentes en los ríos, surge como una alternativa sostenible. Estos materiales naturales, de bajo costo y fácil acceso, poseen propiedades adsorbentes que pueden contribuir significativamente a la mejora de la calidad del agua. El uso de tecnologías simples y basadas en recursos orgánicos no solo favorece la descontaminación del agua, sino que también impulsa prácticas de economía circular y resiliencia frente a los desafíos ambientales actuales.

Por otro lado, de acuerdo a un estudio realizado por Diez et al. (2019), indica que aproximadamente el 80 % de los contaminantes en el Caribe tienen su origen en la tierra, mientras que cada año más de 320.000 toneladas de desechos plásticos quedan sin recolectar en sus aguas cristalinas y playas de arena blanca. La contaminación marina y la degradación de los arrecifes de coral en la región generan pérdidas anuales estimadas entre 350 y 870 millones de dólares.

Por otro lado, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2023), indica que en el 2022 alrededor de 1 700 millones de persona en el mundo consumen el agua contaminada siendo el principal contaminante las heces, microbiana lo que conlleva a que se tenga mayor riesgo de toxicidad. Dichas contaminaciones afectan a la salud de las personas como las enfermedades diarreicas, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis a razón de estas enfermedades se estima alrededor de 505 000 decesos por estas enfermedades.

En el Perú, la contaminación del agua es un problema ambiental grave, generado principalmente por actividades industriales, mineras y agrícolas, que vierten residuos tóxicos y metales pesados en ríos y cuerpos de agua. Esto no solo afecta la biodiversidad acuática, sino que también pone en riesgo la salud de las poblaciones que dependen de estos recursos para el consumo y la agricultura. Ante esta problemática, es fundamental desarrollar métodos eficientes y accesibles para la remoción de contaminantes, donde el uso de materiales adsorbentes naturales, como el carbón de cedro (*cedrus*) y la cáscara de plátano (*musa paradisiaca*), se presenta como una alternativa sostenible y de bajo costo. Sin embargo, la variabilidad en la capacidad de adsorción de estos materiales requiere una evaluación comparativa para determinar cuál es más eficiente en la purificación del agua (Robles et al., 2025).

Asimismo, la contaminación del agua es una problemática crítica que afecta diversas regiones debido a actividades según mencionado en el párrafo anterior el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento. Según el informe desarrollado por Castro (2024), hace énfasis que es fundamental implementar estrategias eficaces para la remoción de contaminantes, considerando tanto soluciones tecnológicas como naturales. Actualmente, la falta de plantas de

tratamiento adecuadas y la gestión ineficiente de los recursos hídricos agravan la crisis, poniendo en riesgo la salud de las poblaciones y los ecosistemas acuáticos. Ante esta situación, es necesario fortalecer las políticas de saneamiento, fomentar el uso de materiales absorbentes naturales como el carbón activado de residuos agroindustriales y promover la investigación en tecnologías sostenibles. Además, la educación ambiental y la participación activa de comunidades y sectores productivos resultan esenciales para garantizar una gestión eficiente del agua en todo el país, asegurando su calidad y disponibilidad para las generaciones futuras.

Es así que, la agricultura juega un papel clave en la conservación de los recursos hídricos y debe transformarse en una actividad más eficiente para reducir el consumo de agua, evitar su desperdicio y prevenir la contaminación. Para lograrlo, es esencial optimizar los sistemas de irrigación, adaptar los cultivos según el tipo de suelo y las condiciones ambientales, e implementar prácticas sostenibles que protejan la calidad del agua. A pesar de estos desafíos, el uso del agua en la agricultura seguirá siendo fundamental para garantizar la seguridad alimentaria en todo el país y como también a otros (Escuela Nacional de Administración Pública, 2021).

Por ello, a nivel local, en la ciudad de Huánuco, específicamente en el distrito de Ambo, se encuentra el río Huertas, el cual no está exento de los problemas de contaminación hídrica que afectan a muchas cuencas en el país, debido a que hay un mercado de diferentes productos que se encuentra cerca al río Huertas y sus vertimientos son directos a dicho recurso hídrico sin ningún tipo de tratamiento para poder mejorar el agua. Esta situación representa un riesgo significativo no solo para la población del distrito de Ambo, sino también para otras localidades de la región que dependen de este recurso para sus actividades domésticas, agrícolas y económicas.

Ante esta problemática, se planteó la necesidad de realizar una evaluación comparativa de la eficiencia de dos tipos de filtros naturales: el Cedro (*Cedrus*) y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), con el objetivo de determinar su capacidad para purificar el agua del río Huertas. Esta investigación busca identificar alternativas sostenibles, de bajo costo y de fácil acceso para la comunidad local, promoviendo así soluciones que contribuyan a la mejora de la calidad del agua en el distrito de Ambo para el año 2025.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Qué diferencia existe entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para sus diferentes usos del río Huertas del distrito de Ambo-2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué diferencia existe entre el filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025?
- ¿Qué diferencia existe entre el filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025?
- ¿Cómo difiere el índice de número de yodo entre el carbón activado de cedro (*Cedrus*) y el de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en su capacidad de adsorción para mejorar la calidad del agua del río Huertas, 2025?
- ¿Cómo difiere el nivel de porosidad del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la remoción de contaminantes para mejorar la calidad del agua del río Huertas, 2025?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano

(*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

- Comparar la eficiencia del filtro de carbón de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Identificar el índice de número de yodo del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como indicador de su capacidad de adsorción en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Evaluar el nivel de porosidad del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La evaluación comparativa de filtros elaborados a partir de carbón de cedro (*Cedrus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) se sustentó teóricamente en el principio de adsorción, un proceso mediante el cual las partículas contaminantes presentes en el agua se adhieren a la superficie de materiales porosos. En el campo de la ingeniería ambiental, se ha demostrado que ciertos residuos vegetales poseen estructuras químicas y físicas que los hacen adecuados para la elaboración de filtros naturales. Tanto el cedro como la cáscara de plátano contienen componentes lignocelulósicos y grupos funcionales capaces de interactuar con metales pesados, compuestos orgánicos e impurezas comunes en aguas superficiales. Estudiar comparativamente estos dos materiales permite ampliar el conocimiento sobre el comportamiento de adsorbentes de origen vegetal bajo condiciones naturales específicas, como las del río Huertas en el distrito de Ambo, y aporta bases científicas para el desarrollo de tecnologías accesibles y sostenibles de tratamiento de agua.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica de este estudio radicó en la necesidad de encontrar métodos accesibles, sostenibles y de bajo costo para purificar el agua, especialmente en zonas rurales como el distrito de Ambo, donde el acceso a tecnologías avanzadas es limitado. Comparar la eficacia del carbón de cedro y el carbón de la cáscara de plátano como filtros naturales permite identificar alternativas ecológicas y económicamente viables que puedan ser implementadas por la comunidad para mejorar la calidad del agua del río Huertas, reduciendo riesgos para la salud y fomentando el uso de recursos locales.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La justificación metodológica de este estudio se basó en la aplicación de un enfoque explicativo, que permitió evaluar de manera objetiva la capacidad de filtración del carbón de cedro y del carbón de la cáscara de plátano en la mejora de la calidad del agua del río Huertas. A través del diseño de pruebas controladas, se analizaron parámetros fisicoquímicos, metales pesados y microbiológicos antes y después del proceso de filtración, asegurando la recolección de datos confiables y reproducibles. Esta metodología permitió determinar cuál de los dos materiales presenta mayor eficacia, sustentando científicamente su posible aplicación en contextos reales de tratamiento de agua.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Se delimitó la investigación a la evaluación comparativa del desempeño adsorbente de filtros de carbón activado producidos a partir de madera de cedro (*Cedrus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), aplicados a muestras puntuales de agua del río Huertas (distrito de Ambo) durante el año 2025, considerando únicamente parámetros físico-químicos y microbiológicos seleccionados, bajo condiciones controladas de laboratorio. No se incluyeron variaciones estacionales amplias, análisis a escala piloto o industrial, ni la evaluación de otros materiales adsorbentes o tecnologías complementarias de tratamiento.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente investigación fue viable, dado que se cuenta con los recursos materiales necesarios, como los insumos orgánicos (carbón

de cedro y carbón de cáscara de plátano), equipos de laboratorio para el análisis del agua y materiales para la construcción de los filtros. Además, se dispone del acceso al río Huertas como fuente directa de agua a tratar. Asimismo, se cuenta con los recursos económicos suficientes que permitirán cubrir todos los gastos operativos, desde la adquisición de materiales hasta la ejecución de análisis fisicoquímicos, metales pesados y microbiológicos, garantizando el cumplimiento de cada etapa del proyecto. La viabilidad también se fortalece por el respaldo institucional y la participación de profesionales con experiencia en química ambiental y tratamiento de agua, lo que asegura un desarrollo técnico riguroso y una interpretación adecuada de los resultados. En conjunto, estos factores permiten que la investigación se desarrolle de manera ordenada, eficiente y sin contratiempos, cumpliendo con los objetivos planteados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Ibarra (2021), en su investigación titulada Contaminantes emergentes, diclofenaco y carbamazepina en el río Machángara, Quito DM, análisis de remoción mediante nano adsorción y diseño de la fase de retención para adaptarse a una planta de tratamiento de aguas residuales, tuvo como objetivo principal determinar si el uso de nano adsorbentes eliminan contaminantes emergentes tales como: carbamazepina y diclofenaco en la cuenca del Río Machángara. En la metodología empleó el enfoque cuantitativo, diseño experimental, para la muestra consideró 10 puntos a lo largo del río. En los resultados el estudio evaluó la contaminación en la cuenca del río Machángara mediante la caracterización del agua, registrando un pH de 7,06, una temperatura de 17° C y una conductividad de 760,96 $\mu\text{S/cm}$. Además, se determinaron las concentraciones de distintos compuestos: cloruros (56,98 mg/L), nitratos (156,73 mg/L), fosfatos (11,24 mg/L) y sulfatos (57,03 mg/L). Asimismo, se identificaron contaminantes emergentes, como la carbamazepina (CBZ) y el diclofenaco (DCF), con concentraciones de 0,1046 mg/L y 15,5121 mg/L, respectivamente, empleando cromatografía de alta eficiencia (HPLC-UV). Para la remoción de CBZ y DCF, se analizaron nanopartículas previamente sintetizadas a escala de laboratorio, específicamente de Ag, Pd y MoS_2/rGO , evaluadas a pH 4 y pH 12 bajo exposición a luz natural y artificial. Los mejores resultados se obtuvieron con MoS_2/rGO , logrando una eficiencia de degradación del 99,94 % para el DCF y del 84,14 % para la CBZ a pH 4, bajo luz solar natural y con una concentración de 3 mg/L. Finalmente, se analizó la cinética de degradación de ambos contaminantes, determinando que los modelos se ajustan a reacciones de primer orden con constantes de velocidad de 0,0205 min^{-1} para CBZ y 0,0925 min^{-1} para DCF.

Vanegas (2021), en su investigación titulada Preparación y caracterización de Carbón activado obtenido a partir de residuos textiles de mezclilla, tuvo como objetivo principal preparar y caracterizar carbón activado utilizando como precursor residuos textiles de mezclilla. Se llevó a cabo con la metodología de diseño experimental, enfoque cuantitativo. Concluye que, el tratamiento de muestras sintéticas de anilinas comerciales con el carbón de mayor área superficial logró una remoción máxima del 98 % en 120 minutos para el colorante Azul Victoria y del 82 % para el Rojo Puro, evidenciando su eficacia en la eliminación de colorantes básicos. En el caso de muestras de agua reales, se alcanzó una remoción del 90 % en 150 minutos. Estos resultados sugieren que los residuos textiles pueden ser reaprovechados dentro de la misma industria que los genera, promoviendo así un modelo de economía circular mediante la reincorporación de prendas desechadas al ciclo productivo.

Herrera y Jiménez (2021), en su investigación titulada Evaluación del Precursor de Carbón Activado Granular del Agua del Río Napo, Comunidad Puerto Colón, tuvo como objetivo principal evaluar el precursor de carbón activado granular para la remoción de contaminantes del agua procedente del río Napo. En la metodología de investigación utilizó el tipo básico, el diseño experimental y el nivel descriptivo. El estudio analizó distintos residuos orgánicos, como cáscara de coco, piña y residuos vegetales, para determinar cuál es el mejor precursor en la producción de carbón activado granular con capacidad de filtración de contaminantes en el agua. Los resultados indicaron que la cáscara de Cocos nucifera es el material más eficiente, logrando una remoción del 35.3% de la turbiedad, el 71.4% del cadmio y el 81.39% del plomo. En cuanto a la cantidad de precursor obtenido, la cáscara de coco presentó la mayor disponibilidad con 550 g, seguida de los residuos vegetales con 470 g y la piña con 420 g. Los análisis de laboratorio realizados en muestras de agua del río Napo demostraron que, tras el proceso de filtración, los contaminantes fueron reducidos significativamente. Estos hallazgos confirman que el uso de filtros

biodegradables no solo es efectivo, sino también una alternativa más económica para el tratamiento del agua.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Muñoz (2024), en su tesis titulada Eficiencia del carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y naranja *Citrus x sinensis* en la remoción de cadmio en aguas contaminadas. Tuvo como objetivo principal comparar la eficiencia de remoción de cadmio utilizando carbón activado (CA) de cáscara de *Musa paradisiaca* L. y *Citrus x sinensis* en aguas contaminadas artificialmente. La metodología que se ha empleado fue diseño no experimental y de enfoque cuantitativo. En los resultados mostraron que el precursor más efectivo fue la cáscara de *Citrus x sinensis*, alcanzando un promedio de remoción del 37,83%, superior al 22,82% obtenido con la cáscara de *Musa paradisiaca*. En conclusión, la mayor capacidad de adsorción de cadmio (Cd) fue de 0,00917 mg Cd/g, mientras que la máxima eficiencia de remoción alcanzó el 30,5% al emplear 1 g de carbón activado (CA). Esto indica que una mayor concentración de adsorbente mejora la eliminación del contaminante. El análisis de las isothermas de adsorción aplicadas al modelo experimental mostró que la mejor adaptación para la absorción de cadmio con cáscara de naranja se ajusta a la isoterma de Langmuir ($R^2=0.9441$), mientras que, en el caso de la cáscara de plátano, el modelo que presentó el mejor ajuste fue el de Freundlich ($R^2=0.877$). Estos resultados evidencian que la interacción de los diferentes carbones activados influye en la eficiencia de remoción del cadmio en el agua. Además, su uso representa una alternativa ecológica viable, ya que estos materiales son accesibles y de bajo costo.

Sandoval y Yupanqui (2023), en su investigación titulada Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022, tuvo como objetivo principal determinar el efecto de la aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes en la calidad de agua del río Alameda. Se llevó a cabo con la metodología de tipo aplicada, el nivel explicativo, el diseño fue experimental y el

enfoque cuantitativo. En conclusión, muestran que, antes de aplicar el proceso de filtración con carbón activado granular y en polvo, la calidad del agua del río Alameda excede los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para aguas de Categoría 3 en varios parámetros. Entre ellos, se registraron niveles elevados de coliformes fecales o termotolerantes (240,000 NMP/100 mL), una alta demanda bioquímica de oxígeno (40.50 mg/L) y una concentración de aceites y grasas de 16.50 mg/L. Sin embargo, el pH del agua (7.32) se encuentra dentro de los valores establecidos por el ECA.

García y Sánchez (2023), en su investigación titulada Nivel de recuperación de las aguas residuales, con filtro de carbón activado de coco, del Camal Municipal de Zapatero, 2023, tuvo como objetivo evaluar el nivel de recuperación de las aguas residuales, con filtro de carbono activado de coco, del camal municipal de Zapatero. La metodología empleada en el estudio fue de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, diseño pre experimental. Los resultados de los análisis fisicoquímicos del efluente proveniente del camal municipal de Zapatero arrojaron los siguientes valores: conductividad eléctrica (CE) de 198,5 μ S/cm, temperatura de 22,8°, turbidez de 90,4 NTU, demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 38,1 mg/L, demanda química de oxígeno (DQO) de 89,1 mg/L, pH de 6,38 y una concentración de aceites y grasas de 5 mg/L. Por otro lado, el agua tratada mediante filtros de carbón activado a base de cáscara de coco presentó mejoras en sus parámetros, con una CE de 705 μ S/cm, DBO de 28,8 mg/L, DQO de 68,1 mg/L, pH de 7,36, temperatura de 22,9 °C, turbidez de 4,2 NTU y una concentración de aceites y grasas que se mantuvo en 5 mg/L. Además, el tratamiento con diferentes dosis de carbón activado de cáscara de coco evidenció que la dosis de 75 mg/L (T3) logró reducir la DBO en un 24,4 %, la DQO en un 23,6 % y la turbidez en un 95,4 %, manteniendo el pH en niveles adecuados. Concluye que el uso filtro de carbono activado de coco disminuyeron el nivel de contaminación de las aguas del camal municipal, Zapatero.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Soto (2023), en su estudio titulado Implementación de un filtro a base de carbón activado de cáscara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa - Nauyan Rondós, Huánuco, 2022 – 2023, tuvo como objetivo principal demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cáscara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa – Nauyan Rondos. En la metodología consideró diseño experimental, enfoque cuantitativo. Los resultados obtenidos en los parámetros fisicoquímicos muestran que la conductividad eléctrica inicial fue de 2,8600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que, tras el tratamiento con el filtro de cáscara de coco, aumentó a 13,9450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En cuanto al pH, se registró un valor inicial de 7,5600, reduciéndose ligeramente a 7,5117 después del experimento. En el análisis de metales pesados, la concentración inicial de cadmio fue de 0,004 ppm, disminuyendo a 0,003333 ppm tras el tratamiento. Por su parte, el plomo presentó una reducción significativa, pasando de 0,142000 ppm a 0,011000 ppm. Respecto a los parámetros microbiológicos, la cantidad de coliformes totales se redujo de 1 400 000 NMP/100 mL a 143 333 NMP/100 mL. Asimismo, los coliformes fecales disminuyeron de 1 100 000 NMP/100 mL a 35 666,67 NMP/100 mL. Se concluye que el filtro de carbón activado de coco es eficiente en el tratamiento de los lixiviados, puesto que estabiliza el pH, reduce la cantidad (ppm) de los metales pesados y reduce la población (NMP/100mL) de los coliformes.

Palacios (2023), en su investigación titulada Eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial, tuvo como objetivo principal evaluar la eficacia del sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial. En la metodología se empleó el tipo aplicada, diseño cuasi experimental la muestra fue 80L de agua pluvial. Donde concluye que, el sistema de filtración con carbón activado de cáscara de coco no logró producir agua apta para el

consumo humano a partir de agua pluvial. Esta conclusión se obtuvo con un nivel de confianza del 95%.

Rojas (2022), en su investigación titulada Eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco (*cocos mucifera* L.) y plátano (*musa paradisiaca* L.) en la depuración del río Huallaga Huánuco - 2022, en su objetivo principal evaluar la eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco y plátano en la depuración del río Huallaga, Huánuco 2022. En la metodología se empleó enfoque cuasi experimental, enfoque cuantitativo, el nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados muestran que ambos métodos presentan la misma eficiencia en la depuración del río Huallaga, según todos los indicadores evaluados, incluyendo conductividad, sólidos disueltos totales, turbidez, pH, DBO, DQO, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Concluye que, el uso de los filtros biológicos utilizando el carbón de coco y plátano, es una alternativa de depuración del río Huallaga en Huánuco.

2.2. BASES TEÓRICAS

Carbón activado

El carbón activado es un material cuyo origen proviene de un proceso llamado carbonización en el cual el material sufre un proceso de descomposición proveniente de la temperatura y la carencia de oxígeno, por este motivo se prolifera la presencia de carbono el resultado final de este proceso; en el que también el material obtiene una propiedad porosa que permite la adherencia de aquellos agentes biológicos o químicos que deben ser removidos del agua en su totalidad, por esta razón es considerado un potente removedor de agentes contaminantes en el líquido vital. Posee una composición química que agrupa átomos O con átomos H y átomos C, de manera que construye una composición determinada: $-C-OH$, de manera que se pueden tener diferentes combinaciones como: $-C=O$, CO_3 , $-C-O$ y también $-CH$ (Huaranccay, 2024).

Figura 1

Carbón activado listo para el uso de múltiples procesos



Nota. La figura muestra el carbón activado listo para el uso de múltiples procesos.

Activación del carbón activado

Posterior a la selección del material, el cual proporciona propiedades extras al resultado final, se someterá este producto a un proceso de calor bajo cierta cantidad de vapor involucrada, que permitirá descomponer el material de tal manera que su deshidratación logrará recrear la textura necesaria para la adherencia de los contaminantes, no obstante, será de gran utilidad una activación posterior al proceso pirolítico al que es sometido desde un inicio para obtener la mayor cantidad de poros o microporos contenedores de elementos (Huaranccay, 2024).

Figura 2

Proceso para activación de carbono activado



Nota. La figura muestra el proceso para la activación de carbono activado.

Materiales de donde se puede obtener carbón activado

El carbón activado proviene también de elementos con alta cantidad de lignina o celulosa, lo cual aporta gran propiedad a la proliferación de poros

propios de su origen material; en este sentido podemos encontrar: cáscara de coco, Cáscara de nueces, maderas (diferentes clases), cáscaras de arroz, la caña, mazorcas de maíz, cáscaras de plátano, cáscara de tamarindo. De esta manera se obtienen múltiples fuentes naturales para remover o filtrar los agentes que son considerados como contaminantes del agua (Huaranccay, 2024).

2.2.1. FILTROS DE CARBÓN

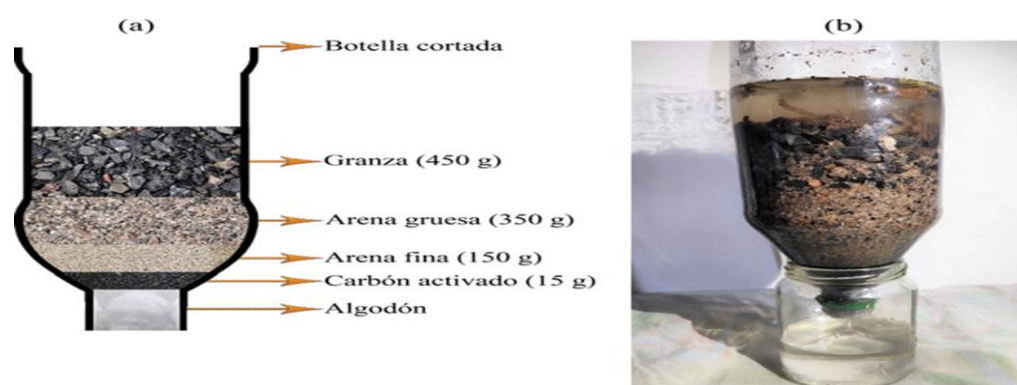
Estos filtros son utilizados para eliminar contaminantes presentes en el agua capaces de contaminar su olor o color generando un sabor desagradable proveniente de bacterias. Son además un complemento idóneo para la eliminación de la gran mayoría de los contaminantes orgánicos como los THM y los PCB (Ascar et al., 2021).

Estos filtros son plenamente eficientes en su vida útil limpiando el agua desde los restos de asbesto hasta los metales pesados que existen en ella, el carbón es una excelente opción para garantizar la eliminación de la escorrentía química, bacterias y virus que pueden habitar en el agua (Verrillo 2020).

No obstante, está demostrado que los filtros de carbón son eficientes en la remoción de plomo y arsénico con proporciones de eficiencia hasta de un 98.40% de efectividad, posicionándose en una categoría alta de los productos removedores de estos químicos (Huaranccay et al., 2024).

Figura 3

Proceso de filtración casero como método de prueba de los elementos



Nota. La figura muestra el proceso de filtración casero como método de prueba de los elementos

Carbón de madera de cedro

El cedro o *cedrus* es conocido a nivel mundial por ser un árbol de grandes y variadas características, no solo por su tamaño, sino que también por ser capaz de retener y almacenar a largo plazo el CO₂ presente en la atmósfera convirtiéndola en biomasa para así detener en gran medida el efecto invernadero. Otra de sus impresionantes habilidades viene de su sistema radicular el cual protege su suelo de la erosión, el cedro es capaz de actuar como un sistema natural en la filtración del aire permitiendo la absorción de las partículas dañinas en suspensión y el dióxido de azufre (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2022).

Figura 4

Carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido

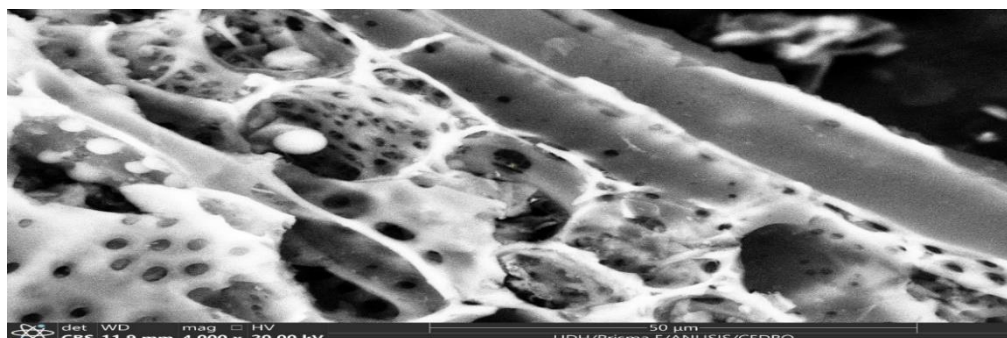


Nota. Imagen a 200μm

Para hacer una correlación podemos influir con lo indicado por Marsh y Rodríguez-Reinoso (2020) quienes indican los procesos y beneficios de filtrar y purificar el agua con carbón usándolo como agente de limpieza físico-química del agua en un gran aporte a la ciencia, en su explicación indica que el carbón no solo puede retener las partículas sino que también tiene la capacidad de eliminar el cloro, pesticidas y otros compuestos orgánicos volátiles por medio de una serie de procesos de adsorción química.

Figura 5

Carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido



Nota. Imagen a 50µm

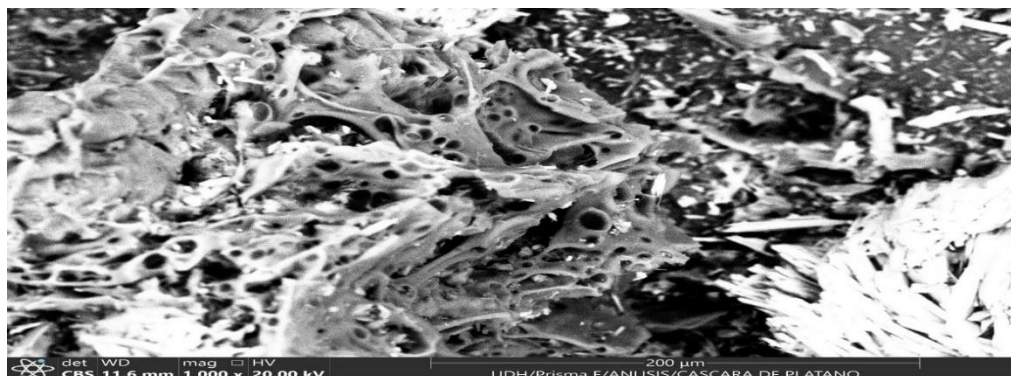
En una especie de matiz se relacionan las propiedades del cedro gracias a una activación ya sea por horno con un control de atmósfera o un método químico con ácido fosfórico, el resultado permitirá la aplicación del carbón de cedro como agente purificador efectivo del agua proporcionando un excelente sabor y una efectiva remoción de partículas y agentes químicos nocivos.

Carbón de cáscara de plátano

La cáscara de plátano posee grandes propiedades en el mundo químico para la resolución orgánica de variados problemas ambientales, en cuanto a la carbonización y posterior empleo como sistema de adsorción de metales pesados en el agua se puede decir que tiene una funcionalidad del 88% en su aplicación, lo que corresponde a una respuesta viable como herramienta para variados procesos de descontaminación del agua en cuanto a metales pesados presentes (Robles, 2025).

Figura 6

Carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido

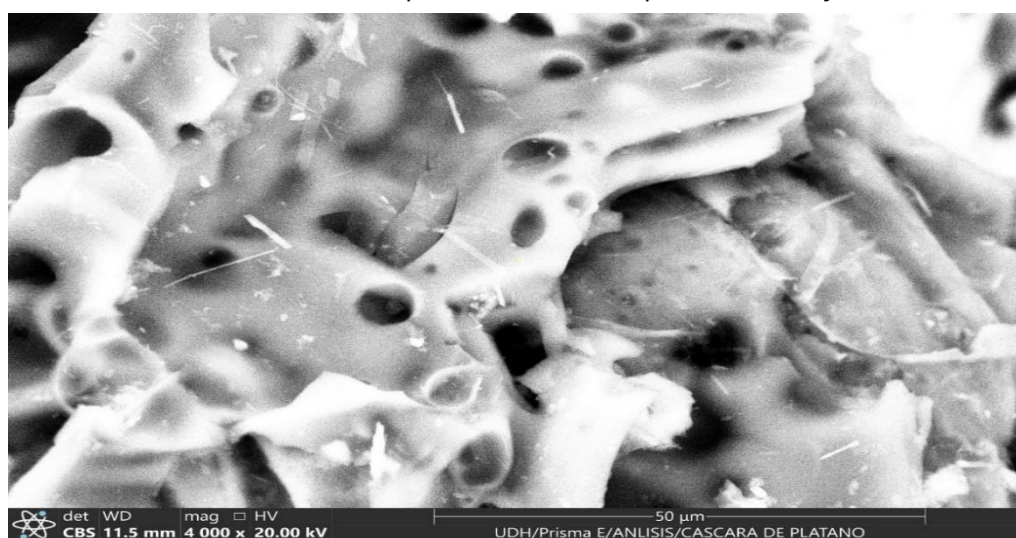


Nota. Imagen a 200µm

La cáscara de plátano puede usarse también como una fase biosorbente en los procesos de extracción de agentes contaminantes del agua, resultando un modelo viable para la obtención de resultados agradables con el acompañamiento o transformación del desecho en carbón activado para un proceso de remoción más eficaz y oportuno, entendiendo que el tratamiento consta de fases e implementaciones específicas en distintos tipos de muestras o procesos de sorción en emergentes (Torrez, 2023).

Figura 7

Carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido



Nota. Imagen a 50µm

Índice de número de yodo

Es una medición del total de enlaces dobles en aceites y grasas, expresado como gramos, estos mismos que reaccionarán ante estos enlaces sin importar si el índice de yodo que contienen los mismos son altos o bajos (Onu y Mbohwa, 2026).

Por otra parte, este índice también se considera como una con la que no se medirá directamente la capacidad que tiene el carbón para adsorber moléculas y tampoco funcionará para medir su capacidad operativa, por el contrario, puede funcionar para predecir el punto de ruptura de próximos ciclos (Roman-Lara et al., 2025).

Capacidad de adsorción

Esta se encuentra en varios factores que son condicionantes del poder y la resistencia que demuestra en su trabajo el carbón activado,

principalmente en el diámetro que compone a la molécula, luego se consideran factores como su favoritismo cambiante entre grupos alcalinos o ácidos, que es dependiente de su estado ya sea de carácter básico o ácido de su composición, también en lo que respecta a su superficie, diámetro, distribución y tamaño de poros (Mokhatab et al., 2019).

Nivel de porosidad

Es el grado relativo en que un material presenta espacios vacíos internos en su estructura. Describe cualitativamente si un material posee baja, media o alta cantidad de poros, lo cual influye en propiedades como permeabilidad, absorción, filtración y resistencia mecánica. En materiales como suelos o carbón activado, un mayor nivel de porosidad generalmente implica mayor capacidad de retención o adsorción (Mokhatab et al., 2019).

Porcentaje de porosidad

Es la expresión cuantitativa de la porosidad y representa la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total del material, multiplicada por cien. Este parámetro es fundamental en estudios hidráulicos, geotécnicos y ambientales, ya que permite evaluar la capacidad de almacenamiento de agua, flujo de fluidos y comportamiento estructural del material (Mokhatab et al., 2019).

2.2.2. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua ha sido objeto de estudios debido a su importancia ecológica y su uso por parte de las comunidades locales. Según los análisis recientes, se han identificado niveles moderados de contaminación, especialmente por residuos orgánicos y nutrientes como nitratos y fosfatos. Estos elementos provienen, en su mayoría, de descargas domésticas, actividades agrícolas y falta de tratamiento de aguas residuales. Aunque el río aún conserva tramos con condiciones aceptables, el aumento de la actividad humana representa una amenaza significativa para su equilibrio ecológico. Se recomienda implementar medidas de conservación, monitoreo periódico y programas de educación ambiental para preservar la calidad del recurso hídrico (Pedro et al., 2021).

El río Huertas ha sufrido un deterioro progresivo en la calidad de su agua, principalmente a causa de las actividades humanas no reguladas en su cuenca. Las prácticas agrícolas intensivas, el uso excesivo de fertilizantes, la deforestación y las descargas de aguas residuales sin tratamiento son factores clave que han contribuido a la contaminación del río. Estudios fisicoquímicos y microbiológicos indican altos niveles de coliformes fecales, baja oxigenación y presencia de sedimentos contaminantes. Este escenario no solo afecta la biodiversidad acuática, sino también la salud de las poblaciones cercanas que dependen del río. La situación requiere una intervención urgente por parte de autoridades ambientales y la participación activa de la comunidad (Cárdenas, 2022).

Es el estado en el que el agua se encuentra libre de propiedades minerales o contaminantes, con un nivel de pH adecuado y sin presencia de algún agente de cualquier índole que pueda ser contaminante. El estudio que determina todos estos valores son pruebas de laboratorio donde se ubican muestras de agua tomadas de un punto de medición para determinar su temperatura, conductividad eléctrica, turbidez, pH, cloro, metales, virus, bacterias, dureza, acidez, oxígeno disuelto, alcalinidad, sólidos suspendidos u otros agentes que puedan arrojar resultados negativos para los estándares de calidad, demostrando abiertamente cuáles son los agentes presentes en ella para determinar cuál es el proceso necesario para su purificación (Novoa, 2021).

Descripción geográfica del Río Huerta

El río Huertas está ubicado en la región Huánuco, aunque también recibe aportes desde Pasco, y forma parte importante de la cuenca del Alto Huallaga, ya que es uno de los afluentes del río Huallaga. Su cuenca tiene una extensión aproximada de 2,083 km² y su recorrido alcanza unos 93 km de longitud. Nace en las partes más altas, a más de 4,000 metros sobre el nivel del mar, y a lo largo de su trayecto va descendiendo hasta llegar a los 3,200 metros aproximadamente. En su camino recibe el aporte de varias subcuencas como Yanacocha, Chaupihuaranga y Quío, que aumentan y fortalecen su caudal.

El relieve de su curso es el típico de los ríos de la sierra: tiene pendientes bastante pronunciadas que en promedio superan el 2 %. Esto

hace que en sus tramos altos y medios tenga un cauce rápido y dinámico, con aguas que corren con bastante fuerza. En cambio, cuando se acerca a la provincia de Ambo, el río se ensancha y fluye con más calma, convirtiéndose en un recurso fundamental para los pobladores de la zona, que dependen de él para su vida diaria.

La vegetación a lo largo del río cambia de acuerdo a la altura. En sus nacientes predominan los pajonales, los pastizales altoandinos y matorrales adaptados al frío de la puna. Conforme desciende, aparece una vegetación más variada y ribereña, que además de darle vida al paisaje, permite que los agricultores aprovechen el agua del río para regar sus chacras y cultivar productos tradicionales en los valles.

En cuanto a su comportamiento, el río Huertas suele crecer bastante durante la temporada de lluvias, y en algunos años incluso ha llegado a niveles de alerta por riesgo de desborde, sobre todo cuando pasa por Ambo. Esto lo convierte en un río indispensable para la región, pero al mismo tiempo en una fuente de riesgo para quienes viven cerca de su cauce.

Hoy en día enfrenta varios problemas, entre ellos la contaminación por residuos sólidos, las aguas residuales que se descargan sin tratar y la extracción de materiales de su lecho. A pesar de ello, sigue siendo un río con gran valor, tanto así que se le ha considerado como una alternativa para abastecer de agua potable a la ciudad de Huánuco, especialmente porque otros ríos de la zona están perdiendo caudal.

Parámetros físico y químico del agua

Los parámetros físico-químicos ofrecen mucha información sobre las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, pero no dicen cómo afectan a la vida acuática. Por otro lado, los métodos biológicos sí dan información sobre esta influencia, pero no identifican los contaminantes. Por eso, muchos investigadores sugieren usar ambos enfoques para evaluar el agua (Weber, 2021).

La calidad del agua engloba las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que determinan si el agua es adecuada para usos como el consumo humano, la recreación y la agricultura. Para evaluar esta calidad, se analizan parámetros como la temperatura, el pH,

la turbidez y los niveles de contaminantes y microorganismos patógenos. Mantener una buena calidad del agua es crucial para la salud pública y el medio ambiente, ya que el agua contaminada puede causar enfermedades y perjudicar los ecosistemas acuáticos (Cárdenas, 2022).

El agua químicamente pura se distingue por ser un líquido sin sabor ni olor, que se encuentra traslúcida en capas finas y carece de color. Aunque puede presentar una tonalidad azulada debido a su capacidad para absorber la radiación roja, esta característica se utiliza como un punto de referencia en la escala de temperatura Celsius. Las características físicas del agua son 35 fundamentales para valorar su calidad y establecer su aptitud para diferentes usos, desde el consumo humano hasta aplicaciones industriales (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es una forma de medir cómo el agua puede llevar corriente eléctrica. Eléctrica. A mayor conductividad eléctrica, más minerales disueltos se encontrarán presentes. Este parámetro se usa para revisar la cantidad total de minerales disueltos y la cantidad de iones disueltos como sodio, cloruro y sulfato. Permite seguir cómo cambian estas concentraciones con el tiempo, lo cual es crucial para evaluar y mantener la calidad del agua en cuanto a su contenido mineral. La conductividad del agua mide la capacidad del agua para conducir electricidad. Esta capacidad está directamente ligada a la concentración de iones conductores en el agua. Estos iones conductores se derivan de materiales inorgánicos tales como cloruros, álcalis, compuestos de carbonato y sulfuro, así como sales disueltas (Adams y Raynor, 2025).

PH

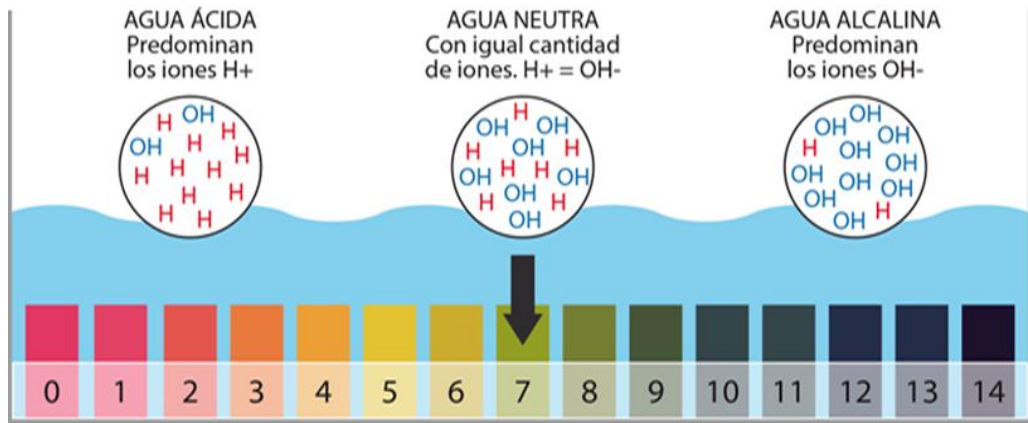
El pH del agua constituye un indicador químico esencial para la evaluación de su calidad. Señala si el agua es ácida, neutra o alcalina, y se determina a partir del logaritmo negativo de la cantidad de iones de hidrógeno presentes. El agua pura posee un pH neutro, aproximadamente a 7.0 a una temperatura de 25 grados Celsius. No obstante, es infrecuente que el agua destinada al consumo humano

tenga este valor, dado que diversos factores pueden modificar este valor. La presencia de dióxido de carbono en la atmósfera y los metales presentes en las tuberías pueden afectar el pH del agua (Lorenzo-Maiquez y Mesa-Mena, 2025).

Niveles de pH: Es la cantidad de acidez o alcalinidad presentes en el agua, estos niveles van a determinar la vida que resiste en ese ambiente tomando una medida representativa de 0 a 14 donde su punto medio es 7 indicando su pureza, es decir, este nivel va a determinar la calidad del agua luego del análisis respectivo (García et al., 2019).

Figura 8

Nivel de pH en el agua y la representación de iones que habita en cada nivel



Nota. La muestra del nivel de pH en el agua y la representación de iones que habita en cada nivel

Sólidos disueltos: Es el material que se muestra en un recipiente de muestra luego de la evaporación del agua, se consigue seguidamente de haber tomado esa muestra evaporada y filtrado por medio de membranas de $0.45\ \mu m$ en diámetro de poro, este proceso se realiza para medir los mg/l para referencia cuál es la cantidad de TDS que se necesita para generar algún color o conductividad eléctrica. Su eliminación consta de distintos procesos de filtración por membranas con el diámetro de poro cada vez más reducido para proceder a los siguientes tratamientos hasta llegar a una purificación de la misma (Cárdenas, 2022).

Turbidez: Es un aspecto donde el agua pierde su característica de cristalinidad debido a la presencia de partículas suspendidas impidiendo el paso de la luz, en este caso se trata muchas veces de agua bruta o

contaminada la cual debe pasar por un proceso de filtración en el que pierde la mayor proporción de agentes característicos en la turbidez, este proceso es realizado en filtros de doble lecho, multilecho con el tamaño del grano invertido para garantizar una mayor retención de fracciones suspendidas (Weber, 2021).

Aceites y grasas

Son sustancias orgánicas que provienen de fuentes vegetales, animales o industriales, formadas por hidrocarburos, ésteres, lípidos, entre otros. Se encuentran con frecuencia en vertidos industriales, aguas residuales domésticas, talleres mecánicos, carreteras y zonas urbanas. Durante su descomposición, incrementa tanto la DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno a 5 días) como la DQO (Demanda Química de Oxígeno), lo que reduce el oxígeno disuelto en los cuerpos de agua y puede causar deterioro ecológico, corrosión y eutrofización (Sultana et al., 2022).

DQO

La DQO refleja la cantidad total de oxígeno necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica presente en la muestra, incluyendo tanto la biodegradable como la no biodegradable, además de ciertos compuestos inorgánicos como sulfuros o sulfitos (INDUANALISIS, 2019).

Este análisis, aunque más rápido que la DBO, proporciona una idea más completa de la carga contaminante total. En general, los valores de DQO son superiores a los de DBO debido a su alcance más amplio (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2024).

Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro crítico que influye en la solubilidad de gases (como el oxígeno), la actividad metabólica de los organismos acuáticos y la velocidad de las reacciones químicas y biológicas (Pérez et al., 2013).

Las elevaciones en la temperatura reducen la cantidad de oxígeno disuelto disponible y pueden alterar la eficacia de procesos de

tratamiento y de filtración natural, así como el equilibrio ecológico del sistema acuático (Pérez et al., 2013).

Microbiológico

Por lo general, a diferencia de los macroorganismos, los microorganismos tienen la habilidad de realizar procesos de crecimiento, producción de energía y reproducción, sin importar si otras células pertenecen al mismo tipo o difieren. Las células analizadas en el campo de la microbiología pueden ser clasificadas en dos categorías principales, las células eucariotas y las procariotas (Apella y Araujo, 2000).

El aspecto microbiológico del agua se refiere a la presencia de microorganismos patógenos o indicadores de contaminación, que pueden afectar la salud humana. Su análisis permite detectar si el agua es segura para el consumo. Así mismo Representa el equilibrio o alteración de la calidad biológica del agua en un ecosistema. La presencia de ciertos microorganismos puede indicar contaminación fecal o cambios ambientales, como descargas de aguas residuales (Organización Mundial de la Salud, 2022).

Coliformes totales

Los coliformes totales constituyen un grupo de bacterias que se encuentran de forma natural en el ambiente, incluyendo el suelo, el agua, la vegetación y también el tracto intestinal de animales de sangre caliente, incluidos los humanos. Aunque la mayoría de estas bacterias no son patógenas por sí mismas, su presencia en fuentes de agua potable o en alimentos puede indicar una contaminación microbiológica que aumente el riesgo de la existencia de organismos dañinos, como bacterias patógenas, virus o protozoos. Por esta razón, los coliformes totales se utilizan como indicadores de higiene y seguridad, especialmente en el monitoreo de la calidad del agua y de procesos de tratamiento de agua potable (Sigler y Bauder, 2012).

En el análisis microbiológico, los coliformes totales se detectan mediante técnicas de cultivo a temperaturas cercanas a 37 °C, utilizando medios específicos que favorecen su crecimiento y permiten estimar su concentración en muestras de agua o alimentos. Aunque su presencia

no confirma directamente la existencia de patógenos fecales, sí señala posibles fallas en la desinfección, contaminación ambiental o infiltración de aguas residuales. Además, dentro de este grupo se encuentran subgrupos más específicos, como los coliformes fecales o termotolerantes, que provienen directamente de excrementos y representan un riesgo sanitario más inmediato (Sigler y Bauder, 2012).

El monitoreo de coliformes totales es fundamental en la gestión de sistemas de abastecimiento de agua, en la producción de alimentos y en estudios de saneamiento ambiental, ya que permite tomar decisiones preventivas, identificar fuentes de contaminación y garantizar que los productos y el agua sean seguros para el consumo humano (Sigler y Bauder, 2012).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Análisis bacteriológico:** Es el estudio de microorganismos bacterianos mediante técnicas de laboratorio para identificar, cuantificar y caracterizar su presencia en diversas muestras, como agua, alimentos, sangre o tejidos, este proceso es fundamental en microbiología clínica, ambiental e industrial (Margareta y Lina, 2014).
- **Calidad de agua:** Se refiere a las características físicas, químicas y biológicas que determinan su aptitud para el consumo humano, el uso industrial, agrícola y ecológico. Se evalúa mediante parámetros como el pH, la turbidez, la presencia de contaminantes químicos, microorganismos patógenos y sustancias tóxicas (Nieto et al., 2024).
- **Carbón activado:** El carbón activado es un material poroso que se produce a partir de sustancias ricas en carbono como carbón, madera u otro material mediante un proceso especial. Su estructura interna llena de poros le otorga una gran superficie específica. Gracias a ello, posee una alta capacidad de adsorción (Montiel et al., 2017).
- **Filtro:** Un filtro es un dispositivo o proceso que elimina componentes no deseados de una señal o flujo, permitiendo el paso de aquellas que sí son necesarias. Su aplicación es amplia en campos como la electrónica, la química y la ingeniería ambiental, donde resulta una herramienta esencial por su capacidad de separar y depurar (Montiel et al., 2017).

- **Toma de muestra:** Es el proceso mediante el cual se recolecta una porción representativa de una fuente de agua para su análisis físico, químico y microbiológico. Este procedimiento debe seguir protocolos específicos que garanticen la fiabilidad de los resultados, incluyendo el uso de recipientes estériles, técnicas adecuadas de muestreo (Fernández, 2012).
- **Tratamiento de agua:** Es el conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos destinados a eliminar contaminantes y mejorar su calidad para distintos usos, como el consumo humano, la industria o el riego. Este proceso incluye etapas como la sedimentación, filtración, desinfección y tratamientos avanzados (Fernández, 2012).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hg: Existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Ho: No existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- He1: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Ho1: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

- He2: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Ho2: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- He3: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
- Ho3: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
- He4: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
- Ho4: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del agua

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Filtros de carbón

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	VALOR FINAL
V.I. Filtros de carbón	El carbón activado es un material cuyo origen proviene de un proceso llamado carbonización en el cual es material que sufre un proceso de descomposición proveniente de la temperatura y la carencia de oxígeno, por este motivo se prolifera la presencia de carbono el resultado final de este proceso. Es una sustancia de origen vegetal que puede absorber químicos, gases, metales pesados, proteínas, desechos y toxinas. También elimina contaminantes que causan malos olores, mejorando el sabor del agua potable (Lozano-Ríos et al., 2020).	Los filtros de carbón (Cedrus) serán evaluados mediante un proceso de medición y observación, utilizando una ficha de observación en la cual se registran los resultados. Estos resultados se analizarán en función de diferentes variables, tales como el carbón de la madera cedro y el carbón de cáscara de plátano, con el fin de comparar sus usos en el río Huertas, en el distrito de Ambo.	Carbón de madera cedro	1000	mg/g
			Carbón de cáscara de plátano	1000	mg/g
			Índice de número de yodo	Capacidad de adsorción	gr
			Nivel de porosidad	Porcentaje de porosidad	%
V.D. Calidad del agua	La calidad del agua de categoría 3 del río Huertas es el conjunto de propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua superficial destinadas al riego de vegetales y bebida de animales, evaluadas según los parámetros y límites máximos permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua en el Perú (ANA-Resolución Jefatural N° 056, 2018)	La calidad del agua del río Huertas, se detallará y se medirá a través de la observación donde los datos serán medidos a través de la ficha de observación, donde se identificará los parámetros físicos, y químicos del agua, así mismo se detallarán, la reducción de contaminantes.	Parámetros físico y químico del agua	- Conductividad eléctrica	μS/cm Unidad de Ph
				- Potencial de Hidrógeno(pH)	
				- Sólidos Disueltos Totales	mg/L
				- Turbiedad	UNT
				- aceites y grasas	mg/L
				- DQO	°C
				- Temperatura	
			Microbiológico	Coliformes totales	NPM/100ml

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló con el tipo aplicada y analítica, al respecto Rivero et al. (2021), la investigación aplicada es aquella que buscó resolver problemas concretos de la realidad mediante la utilización del conocimiento científico, orientándose hacia la práctica y la toma de decisiones. Por otro lado, la investigación analítica se enfoca en descomponer un fenómeno complejo en sus partes fundamentales para comprender su estructura, relaciones internas y causas, utilizando métodos rigurosos que permiten explicar el porqué de los hechos observados. Ambas se complementan al unir la profundidad del análisis con la finalidad práctica.

3.1.1. ENFOQUE

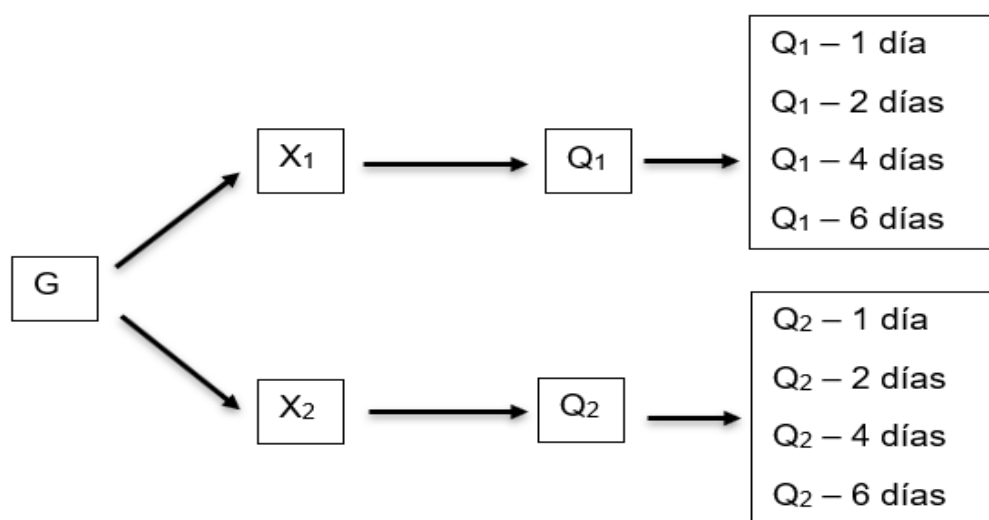
Se llevó a cabo con el enfoque cuantitativo. En ese sentido Rivero et al. (2021), indica que se basa en la recopilación y análisis de datos numéricos para explicar fenómenos, establecer patrones y probar hipótesis mediante métodos estadísticos. En ese sentido, en este estudio se implica demostrar la eficiencia de la evaluación comparativa de los filtros de carbón de la madera de cedro (*cedrus*) y filtros de carbón de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Se llevó a cabo con el nivel explicativo. Según Hernández et al. (2014), mencionando que mediante este nivel se busca identificar las causas y efectos de un fenómeno, estableciendo relaciones de causalidad entre las variables. Su propósito fue no solo describir un hecho, sino también explicar por qué ocurre, a través de pruebas empíricas y el uso de métodos analíticos rigurosos. Es así que en este estudio se explicó sobre evaluación comparativa de filtros de carbón de cedro (*cedrus*) y filtros de carbón de la cáscara de plátano (*musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

3.1.3. DISEÑO

El estudio se llevó a cabo con el diseño experimental. De acuerdo a Hernández et al. (2014), indicando que el investigador manipula deliberadamente una o más variables independientes para observar sus efectos en una variable dependiente, bajo condiciones controladas. Su objetivo es establecer relaciones de causa y efecto mediante la comparación de resultados entre grupos experimentales y de control. Es así que, en esta investigación, se pudo manipular las variables identificadas con la finalidad de ver el comportamiento o como adsorción de los filtros de carbón activado puede mejorar la remoción de contaminantes en el Río Huertas.



G = Agua en su estado natural

X1 y X2 = Filtros naturales

Q1 y Q2 = Resultados

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población se refiere al conjunto total de elementos, individuos u objetos que comparten características comunes y que son de interés para el investigador (Rivero et al., 2021). En ese sentido, para esta investigación la población estuvo conformada por el Río Huertas del Distrito de Ambo, donde es posible la presencia de contaminantes del agua por múltiples razones asociadas a la presencia de la mano humana como principal actor de la contaminación en la zona.

El río Huertas representa uno de los principales nutrientes del río Huallaga, ya que contiene el caudal con más volumen de todos los proveedores. Tiene un recorrido que nace desde el departamento Pasco hasta Huánuco desde sur-este hasta nor-este de 2184.61 km², en este tramo se localizan 3 microcuencas que nutren al río Huertas, que son: el Río Chaupuhuranga, el Río Yanacocha y el Río Quío, donde se ha registrado un caudal máximo de 359.810 M³/Seg - 524.80 M³/Seg. El potencial agrícola y la constante repoblación de las zonas verdes han aumentado con los años el grado de contaminación que presentan las aguas que recorren la zona de Ambo, junto con el potencial turístico que ahora representa, por lo que ha servido como fuente de incertidumbre analizar la calidad del agua en la zona seleccionada.

Figura 9

Referencia satelital de la ubicación del área donde se tomará la muestra del estudio



Nota. La muestra la referencia satelital de la ubicación del área donde se tomará la muestra del estudio

3.2.2. MUESTRA

La muestra en un estudio de investigación es un subconjunto seleccionado de la población, que se elige de manera representativa para inferir características o resultados de la población total. La selección de la muestra debe ser cuidadosa para que los resultados sean generalizables y reflejen de manera precisa las características del grupo más amplio que se está estudiando (Rivero et al., 2021).

La muestra fue tomada en el punto N:10.12590481 y E:76.2049496, experimentalmente estuvo conformada por 40 litros de agua superficial provenientes del río Huertas, recolectados para su evaluación. Este volumen se distribuyó en dos tratamientos

experimentales correspondientes a filtros elaborados con carbón activado de madera de cedro y de cáscara de plátano. Donde en cada tratamiento se utilizaron 5 litros diarios durante cuatro jornadas de monitoreo (días 1, 2, 4 y 6), lo que dio lugar a un total de ocho unidades experimentales (2 materiales $\times$ 4 tiempos). Cada unidad fue sometida al respectivo sistema de filtración y posteriormente evaluada mediante análisis de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

La técnica de observación en la investigación es un método de recolección de datos que consiste en examinar de manera sistemática y directa un fenómeno, hecho o comportamiento, ya sea en su entorno natural o en condiciones controladas (Medina et al., 2023). En ese sentido, se observó sobre la evaluación comparativa entre el filtro de carbón de la madera de cedro (*cedrus*) y filtro del carbón de la cáscara de plátano (*musa paradisiaca*), con la finalidad de analizar su eficiencia en la mejora de la calidad del agua del río Huertas para sus diferentes usos. Asimismo, la toma de muestras de agua se realizó siguiendo los lineamientos establecidos de la normativa del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado mediante la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, garantizando procedimientos adecuados, confiables y estandarizados durante la recolección, conservación y análisis de las muestras, a fin de asegurar la validez y precisión de los resultados obtenidos.

Procedimiento

El personal responsable debió ponerse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra del agua.

- Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- Antes del inicio de la toma de muestras, enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo y registrar las mediciones en el formato de registro de datos de campo.

- Para la toma de muestras, colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en la dirección opuesta al flujo del río.

Elaboración del carbón activado

- Se seleccionó la madera de cedro (*Cedrus*) y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como materiales de origen, los cuales fueron limpiados y cortados en trozos pequeños y homogéneos para facilitar su procesamiento y carbonización.
- Posteriormente, los materiales fueron sometidos a un proceso de secado previo a una temperatura aproximada de 105 °C durante 24 horas, con la finalidad de reducir el contenido de humedad y optimizar el proceso de obtención del carbón.
- Luego, se realizó la carbonización de los materiales en un recipiente metálico a temperaturas comprendidas entre 400 °C y 600 °C durante un periodo aproximado de 2 a 3 horas, hasta obtener un material carbonizado de color negro y textura porosa.
- Una vez finalizada la carbonización, el carbón obtenido fue dejado en reposo y enfriamiento a temperatura ambiente durante 12 horas, evitando cambios bruscos de temperatura que pudieran alterar su estructura porosa.
- Posteriormente, el material carbonizado fue triturado manualmente y reduciéndolo a partículas más pequeñas y homogéneas para mejorar su capacidad adsorbente.
- Después de la trituración, el carbón fue cernido utilizando tamices de malla fina, obteniéndose un carbón en forma de polvo uniforme y adecuado para su utilización en el proceso de filtración.

- Seguidamente, se realizó la activación química utilizando ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85%, con la finalidad de incrementar la porosidad y la capacidad de adsorción del carbón activado.
- El ácido fosfórico fue diluido con agua destilada hasta alcanzar una concentración de 42.5%, empleándose aproximadamente 1 litro de solución activadora para cada kilogramo de carbón de madera de cedro y 1 kilogramo de carbón de cáscara de plátano.
- La mezcla fue sometida a impregnación química durante 24 horas a temperatura ambiente, permitiendo que el reactivo penetrara adecuadamente en la estructura del carbón.
- Posteriormente, el material activado fue sometido a un segundo calentamiento a temperaturas entre 450 °C y 500 °C durante 1 a 2 horas, favoreciendo el desarrollo de microporos y aumentando la eficiencia adsorbente del carbón activado.
- Finalizada la activación, el producto fue lavado con abundante agua destilada hasta eliminar residuos de ácido, cenizas e impurezas, verificando que el pH del agua de lavado alcanzara valores cercanos a la neutralidad.
- Finalmente, el carbón activado fue secado a una temperatura moderada de 105° C durante 12 horas y almacenado en frascos limpios, secos y herméticos, garantizando su conservación y posterior uso en el tratamiento y filtración de muestras de agua del río Huertas.

3.3.2. INSTRUMENTOS

El estudio utilizó como instrumento de recolección de datos la ficha de observación, permitiendo registrar de manera sistemática la información obtenida durante el análisis. Se seleccionó una muestra representativa para someterla a un análisis químico conforme a los criterios establecidos, con el fin de identificar y cuantificar sus componentes. Las muestras fueron debidamente rotuladas y clasificadas, asignándoles etiquetas con información esencial para garantizar su correcta identificación y trazabilidad. Además, todo el proceso estuvo bajo un estricto protocolo de cadena de custodia,

asegurando la integridad y autenticidad de las muestras mediante medidas de control que previenen su alteración, pérdida o contaminación.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis de la información en la investigación sobre la comparación de la capacidad de adsorción de los filtros de carbón activado de madera de cedro y cáscara de plátano en la remoción de contaminantes del río Huertas, se organizó los datos recolectados mediante fichas de observación en una base de datos digital, clasificando las muestras por características relevantes como tipo de filtro y ubicación de toma. Se calcularon los parámetros iniciales de concentración de contaminantes y propiedades de los filtros, asegurando condiciones experimentales uniformes.

El análisis de la información incluye un análisis descriptivo con la obtención de promedios y desviaciones estándar para evaluar la remoción de contaminantes, pruebas estadísticas como la t de Student o la prueba de Wilcoxon para comparar la eficacia de ambos filtros, y la realización de regresiones o modelos para correlacionar propiedades de los filtros con la eficiencia de adsorción. Además, se calculó la eficiencia de remoción de contaminantes mediante la fórmula correspondiente y se generaron gráficos visuales para comparar los resultados.

3.5. ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se enfocó en los aspectos éticos relacionados con la recolección de datos, basándose en principios de ética investigativa para garantizar la transparencia, el respeto y la integridad en todo el proceso. El estudio fue llevado a cabo bajo un marco ético que cumpla con los estándares establecidos en la investigación científica, asegurando que todos los procedimientos sean realizados de manera responsable y respetuosa tanto con los participantes como con el medio ambiente.

El propósito central de esta investigación es realizar una evaluación comparativa entre el uso de filtros elaborados con carbón de cedro (*Cedrus*) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad del agua proveniente del río Huertas, ubicado en el distrito de Ambo (2025). A través de un enfoque ético, se buscó no solo mejorar la calidad del agua para

diferentes usos, sino también respetar y valorar los recursos naturales locales, evitando impactos negativos en el ecosistema.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 2

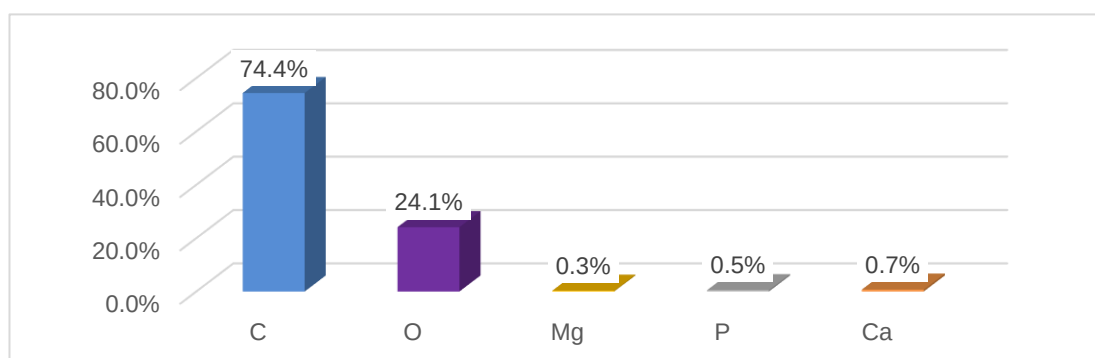
Características del carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido

Elemento	% del peso
C	74.4
O	24.1
Mg	0.3
P	0.5
Ca	0.7

Nota. En la tabla 2 el carbón activado de cedro presentó alto contenido de carbono (74.4%) y grupos funcionales activos, evidenciando adecuada capacidad adsorbente para el tratamiento de agua.

Figura 10

Características del carbón activado de la madera de cedro en microscopia electrónica y barrido



Nota. La figura 10 presenta la caracterización del carbón activado obtenido de madera de cedro mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), evidenciando su morfología y estructura superficial.

Tabla 3

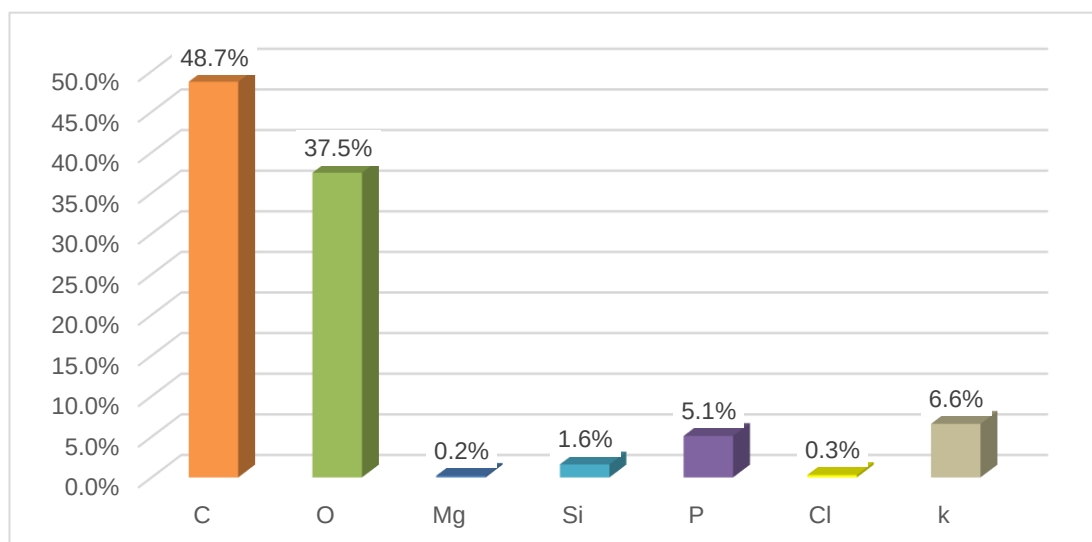
Características del carbón activado de la cascara de plátano en microscopia electrónica y barrido

Elemento	% del peso
C	48.7
O	37.5
Mg	0.2
Si	1.6
P	5.1
Cl	0.3
k	6.6

Nota. En la tabla 3 el carbón activado de cáscara de plátano presentó 48.7% de carbono, 37.5% de oxígeno, 6.6% de potasio y 5.1% de fósforo, evidenciando grupos funcionales y minerales que favorecieron su capacidad adsorbente y porosidad.

Figura 11

Características del carbón activado de la cascara de plátano en microscopía electrónica y barrido



Nota. La figura 11 presenta la caracterización del carbón activado obtenido de cáscara de plátano mediante microscopía electrónica de barrido (MEB), evidenciando su morfología y estructura superficial.

Tabla 4

Resultados del análisis comparativo del efecto de filtros de carbón activado sobre los parámetros fisicoquímicos

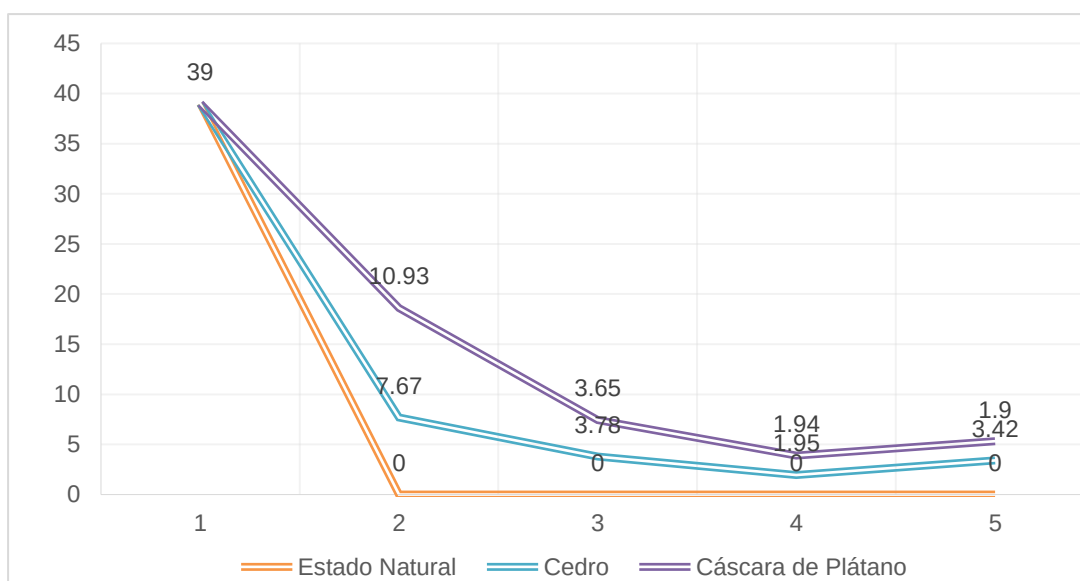
Día	Parámetro Evaluado	Muestra inicial	Filtros	
		Estado Natural	Madera de Cedro (Cedrus)	Cáscara de Plátano (Musa paradisiaca)
0	Turbidez (NTU)	39.0	0	0
	pH (unidades)	5.47	0	0
	Conductividad (μS/cm)	357	0	0
	SDT (ppm)	178	0	0
	DQO (mg/L)	24.1	0	0
	Aceites y Grasas (mg/L)	<0.5	0	0
1	Turbidez (NTU)	0	7.67	10.93
	pH (unidades)	0	6.74	6.01
	Conductividad (μS/cm)	0	1990	2100
	SDT (ppm)	0	1010	1300
	DQO (mg/L)	0	75.5	78.3
	Aceites y Grasas (mg/L)	0	<0.5	<0.5
2	Turbidez (NTU)	0	3.78	3.65
	pH (unidades)	0	5.84	5.38
	Conductividad (μS/cm)	0	3060	3290
	SDT (ppm)	0	1540	1670
	DQO (mg/L)	0	37.4	44.5

	Aceites y Grasas (mg/L)	0	<0.5	<0.5
	Turbidez (NTU)	0	1.95	1.94
	pH (unidades)	0	4.41	5.44
	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0	3100	1587
4	SDT (ppm)	0	1570	804
	DQO (mg/L)	0	34.2	30.1
	Aceites y Grasas (mg/L)	0	<0.5	<0.5
	Turbidez (NTU)	0	3.42	1.90
	pH (unidades)	0	2.74	6.44
	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	0	2274	1274
6	SDT (ppm)	0	1250	640
	DQO (mg/L)	0	51.6	49.8
	Aceites y Grasas (mg/L)	0	<0.5	<0.5

Nota. En la tabla 4 se evidenció que el carbón activado de cáscara de plátano presentó mejor desempeño fisicoquímico, alcanzando un pH de 6.44, reducción de sólidos disueltos totales hasta 640 ppm y turbidez de 1.90 NTU; mientras que el carbón de cedro registró pH 2.74 y turbidez de 3.42 NTU, demostrando menor estabilidad y mayor acidificación del agua tratada.

Figura 12

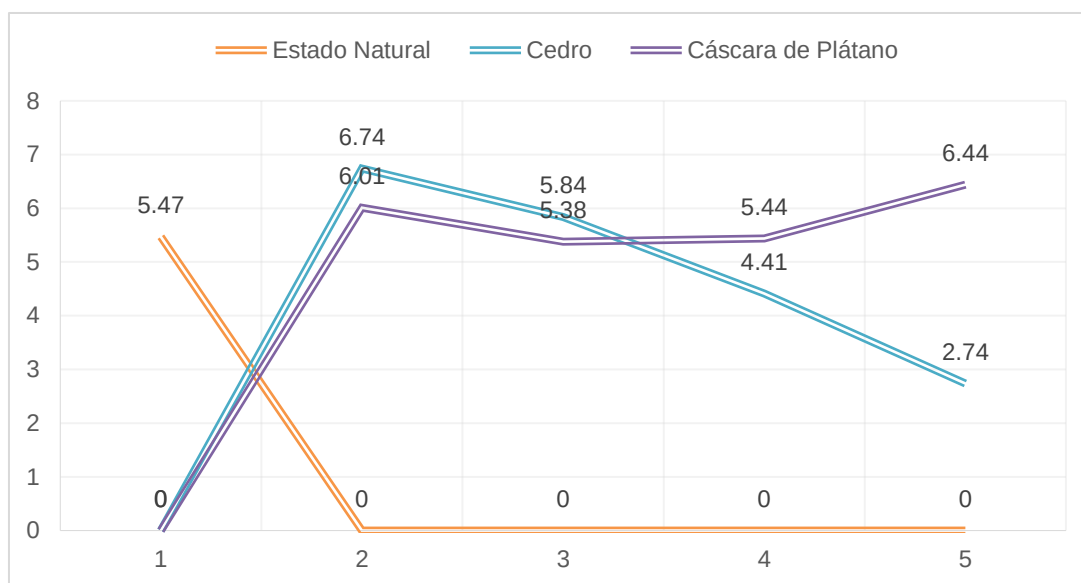
Comportamiento de la turbidez



Nota. La figura 12 presenta el comportamiento de la turbidez evaluado en laboratorio mediante la aplicación de ambos sistemas de filtración.

Figura 13

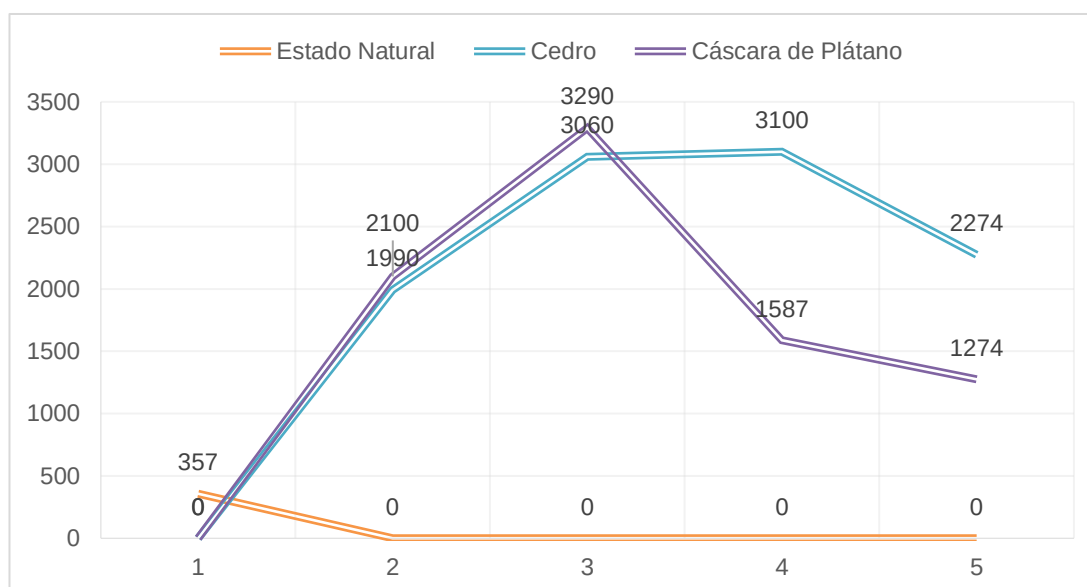
Comportamiento del Ph



Nota. La figura 13 muestra el comportamiento del pH durante el proceso de filtración. El filtro de carbón activado de cáscara de plátano mantuvo valores cercanos a la neutralidad, alcanzando pH 6.44 al final del ensayo debido a la presencia de minerales como potasio y fósforo que favorecen la estabilización química del agua. En contraste, el filtro de carbón activado de cedro disminuyó progresivamente hasta pH 2.74, debido a la liberación de compuestos ácidos residuales generados durante el proceso de activación química con ácido fosfórico y a su menor capacidad amortiguadora mineral.

Figura 14

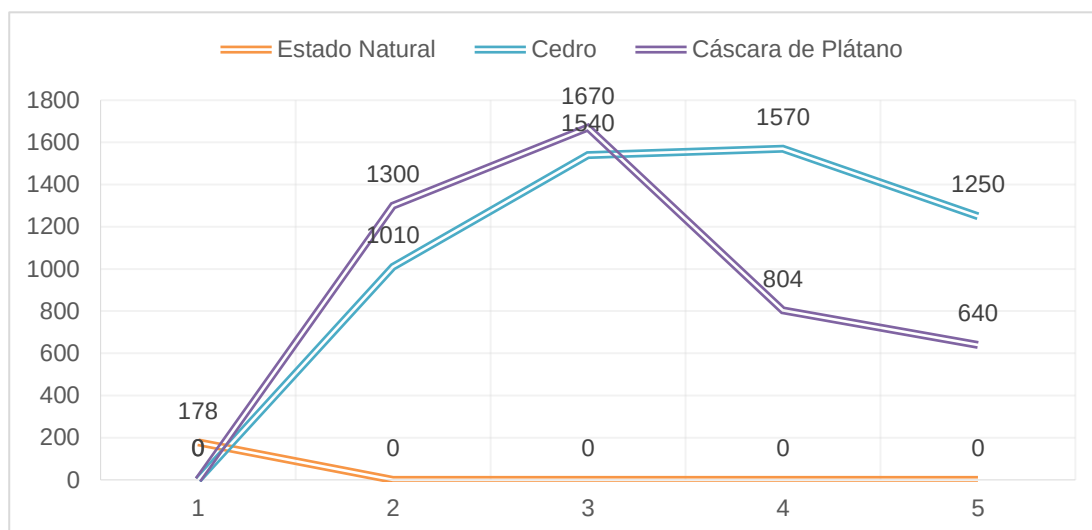
Comportamiento de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)



Nota. La figura 14 presenta el comportamiento de la conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) evaluado en laboratorio durante las pruebas experimentales.

Figura 15

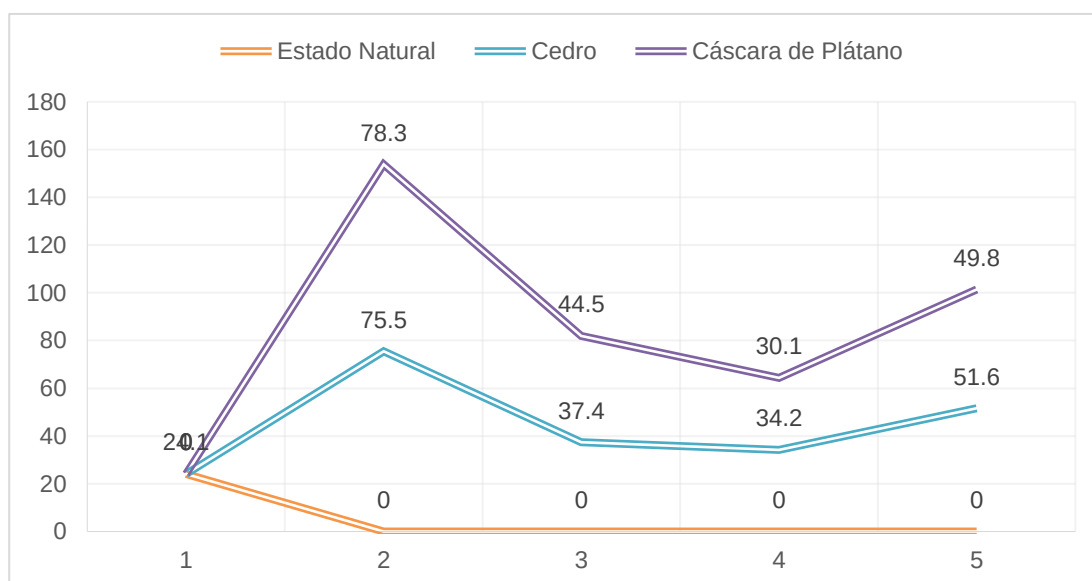
Comportamiento del SDT (ppm)



Nota. La figura 15 presenta el comportamiento de los sólidos disueltos totales (SDT, ppm) evaluados en laboratorio durante las pruebas experimentales.

Figura 16

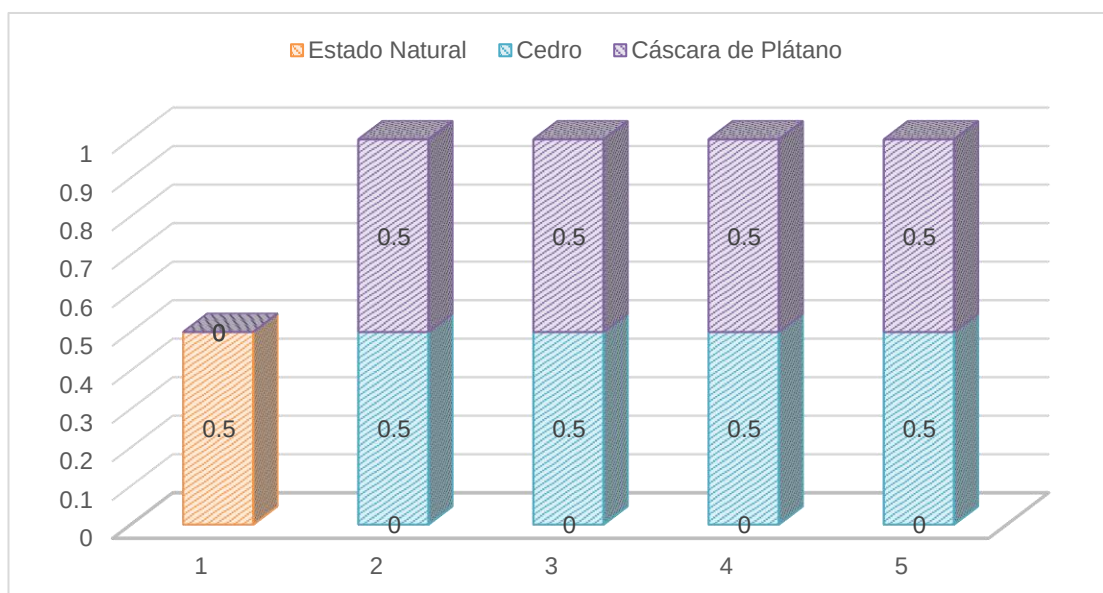
Comportamiento del DQO (mg/L)



Nota. La figura 16 presenta el comportamiento de la demanda química de oxígeno (DQO, mg/L) evaluada en laboratorio durante las pruebas experimentales.

Figura 17

Comportamiento de Aceites y grasas (mg/L)



Nota. La figura 17 presenta el comportamiento de aceites y grasas (mg/L) evaluado en laboratorio durante las pruebas experimentales.

Tabla 5

Resultados de la comparación del desempeño parámetro microbiológico coliformes totales (NPM/100ml) de filtros de carbón activado durante los días analizados

Día	Filtro			Observación
	Muestra inicial			
	Estado natural	Madera de Cedro (M.C.)	Cáscara de Plátano (C.P.)	
0	170.0	0	0	Valor inicial del agua.
1	0	160,000,000	<1.8	El filtro de cedro presenta un aumento inicial de bacterias, mientras que el filtro de plátano muestra una remoción casi inmediata.
2*	0	1.8	23.0	Se observa una reducción significativa en el cedro y un leve incremento en el plátano por adaptación microbiológica.
4	0	<1.8	920,000	El cedro alcanza niveles mínimos de coliformes, mientras que el plátano presenta rebrote microbiológico.
6**	0	<1.8	5,400,000	El cedro mantiene estabilidad microbiológica, mientras que el

plátano presenta un incremento significativo de coliformes.

Nota. En la tabla 5 se evidenció que el filtro de carbón activado de madera de cedro presentó mayor eficacia microbiológica, reduciendo los coliformes desde 170 NMP hasta valores menores a 1.8 NMP

Nota.* En el día 2 la madera de cedro disminuyó considerablemente, mientras que se produjo un leve incremento en la cascara de plátano por la adaptación microbiológica.

*Nota**.* En el día 6 el cedro se mantiene estable, mientras que la cascara de plátano incrementa significativamente los coliformes.

Tabla 6

Resultados en el Índice de Número de Yodo en su capacidad de adsorción

Ensayo Realizado	Carbón de Madera de	Carbón de Cáscara de
	Cedro	Plátano
Ensayo 1 (mg/g)	964.7	926.6
Ensayo 2 (mg/g)	939.3	913.9
Ensayo 3 (mg/g)	964.7	926.6
Ensayo 4 (mg/g)	951.9	901.2
VALOR FINAL		
(Promedio)	955.15 mg/g	917.08 mg/g

Nota. En la tabla 6 se evidenció una alta capacidad adsorbente en ambos carbones activados, donde el cedro alcanzó 955.15 mg/g y la cascara de plátano 917.08 mg/g en número de yodo, demostrando elevada microporosidad y superficie específica; sin embargo, el carbón de cedro presentó aproximadamente 4% más capacidad de adsorción.

Tabla 7

Resultados de la Eficacia en la remoción de Turbidez (NTU)

Tiempo Días	Muestra inicial	Filtro	
	Estado natural	Madera de Cedro	Cáscara de Plátano
0	39.00	0	0
1	0	7.67	10.93
2	0	3.78	3.65
4	0	1.95	1.94
6	0	3.42	1.90

Nota. En la tabla 7 se evidenció que el filtro de carbón activado de cascara de plátano presentó mayor estabilidad y eficiencia en la reducción de turbidez, alcanzando 1.90 NTU al final del ensayo; mientras que el carbón de cedro incrementó sus valores de turbidez entre el día 4 y el día 6, evidenciando posible desprendimiento de partículas finas y menor estabilidad estructural.

Tabla 8

Resultados en la caracterización Química Elemental EDS

Elemento Químico	Carbón de Madera de Cedro	Carbón de Cáscara de Plátano
Carbono (C)	74.4%	48.7%
Oxígeno (O)	24.1%	37.5%
Potasio (K)	No detectado	6.6%
Fósforo (P)	0.5%	5.1%
Magnesio (Mg)	0.3%	0.2%
Silicio (Si)	No detectado	1.6%
Calcio / Cloro	Ca: 0.7%	Cl: 0.3%

Nota. En la tabla 8 se evidenció que el carbón de cedro, con 74.4% de carbono, presentó mayor capacidad adsorbente y estabilidad física; mientras que el carbón de cáscara de plátano, con 37.5% de oxígeno y 6.6% de potasio, mostró mayor actividad química y mejor capacidad de estabilización del pH hacia valores cercanos a la neutralidad.

4.2 CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Tabla 9

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Filtros de carbón	,672	8	,101
Calidad del agua	,753	8	,243

Nota. SPSS V. 25 estadísticas

Interpretación

Según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicada debido a que el tamaño de la muestra (8) fue menor a 50, se obtuvo una significancia de $p = 0,101$ para la variable filtros de carbón y $p = 0,243$ para la variable calidad de agua del río Huertas. Dado que ambos valores son mayores al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), donde indican que los datos presentan una distribución normal y permiten el uso de pruebas paramétricas. En consecuencia, se procedió a aplicar la prueba t de Student para contrastar las hipótesis de investigación.

Hipótesis general

- Hg: Existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Ho: No existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la

calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Tabla 10

Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis general

	Filtro	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grupo	Madera de cedro	4	84,97	9,854	,332
	Cáscara de plátano	4	62,33	18,431	,467

Nota. En la tabla 10. La madera de cedro presentó una eficiencia promedio superior (84.97) respecto a la cáscara de plátano (62.33), evidenciando mejor desempeño general en la mejora de la calidad del agua.

Tabla 11

Resultados de la prueba T Student de la hipótesis general

Diferencias emparejadas							
Filtros	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig (bilateral)
			Inferior	Superior			
M.C.- C.P.	22,640	10,164	15,346	26,53	3,867	8	.021

Nota. En la tabla 11. La prueba T de Student mostró una desviación estándar de 22.640 entre ambos filtros y se presenta una significancia ($p = 0.021 < 0.05$), rechazándose la hipótesis nula y confirmando mayor eficiencia del carbón activado de madera de cedro frente al de cáscara de plátano en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo.

Hipótesis específica 1

- He1: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Ho1: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Tabla 12

Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 1

	Filtro	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grupo	Madera de cedro	4	44,27	15,752	,379
	Cáscara de plátano	4	74,43	8,928	,284

Nota. En la tabla 12. El filtro de carbón activado de cáscara de plátano presentó una eficiencia promedio superior (74.43) frente al filtro de madera de cedro (44.27), evidenciando mejor desempeño en la mejora de los parámetros físico-químicos del agua.

Tabla 13

Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 1

Diferencias emparejadas							
Filtros	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig (bilateral)
			Inferior	Superior			
M.C.- C.P.	30,160	12,067	-30,354	-4,255	-2,618	8	.037

Nota. En la tabla 13 la prueba T de Student evidenció una diferencia estándar de 30.160 entre ambos filtros en los parámetros físico-químicos y presentó una significancia ($p = 0.037 < 0.05$), rechazándose la hipótesis nula y confirmando mayor eficiencia del carbón activado de cáscara de plátano en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo.

Hipótesis específica 2

- He2: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.
- Ho2: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Tabla 14

Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 2

	Filtro	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grupo	Madera de cedro	4	89,23	20,395	,664
	Cáscara de plátano	4	65,09	13,658	,527

Nota. En la tabla 14 el filtro de carbón activado de madera de cedro presentó una eficiencia promedio superior (89.23) respecto al filtro de cáscara de plátano (65.09), evidenciando mejor desempeño en la reducción microbiológica del agua.

Tabla 15

Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 2

Diferencias emparejadas							
Filtros	Desviación Estándar	Media de error estándar	de 95% de confianza de la diferencia	de intervalo de la diferencia	t	gl	Sig (bilateral)
			Inferior	Superior			
M.C.- C.P.	24,140	11,864	3,289	19,550	2,954	8	.031

Nota. En la tabla 15 la prueba T de Student mostró desviación estándar de 24.140 entre ambos filtros en la reducción microbiológica y una significancia ($p = 0.031 < 0.05$), rechazándose la hipótesis nula y confirmando mayor eficiencia del carbón activado de madera de cedro en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo.

Hipótesis específica 3

- He3: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
- Ho3: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.

Tabla 16

Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 3

	Filtro	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grupo	Madera de cedro	4	93,38	12,85	,429
	Cáscara de plátano	4	68,94	16,93	,476

Nota. En la tabla 16 el filtro de carbón activado de madera de cedro presentó una eficiencia promedio superior (93.38) frente al filtro de cáscara de plátano (68.94), evidenciando mayor capacidad adsorbente según el índice de número de yodo.

Tabla 17

Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 3

Diferencias emparejadas							
Filtros	Desviación Estándar	Media de error estándar	de 95% de confianza de la diferencia	de intervalo de la diferencia	t	gl	Sig (bilateral)
			Inferior	Superior			

M.C.-	24,440	7,587	8,694	23,116	3,127	8	.018
C.P.							

Nota. En la tabla 17 la prueba T de Student evidenció una desviación estándar entre ambos filtros en el número de yodo y una significancia ($p = 0.018 < 0.05$), rechazándose la hipótesis nula y confirmando mayor capacidad de adsorción del carbón activado de madera de cedro para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo.

Hipótesis específica 4

- He4: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
- Ho4: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.

Tabla 18

Resultados de muestras emparejadas de la hipótesis específica 4

	Filtro	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grupo	Madera de cedro	4	77,34	4,76	,885
	Cáscara de plátano	4	59,25	8,96	,462

Nota. En la tabla 18 el filtro de carbón activado de madera de cedro presentó una eficiencia promedio superior (77.34) frente al filtro de cáscara de plátano (59.25), evidenciando mayor nivel de porosidad y capacidad de remoción de contaminantes.

Tabla 19

Resultados de la prueba T Student de la hipótesis específica 4

Diferencias emparejadas							
Filtros	Desviación Estándar	Media de error estándar	95% de confianza de la diferencia		t	gl	Sig (bilateral)
			Inferior	Superior			
M.C.-	18,090	4,957	3,284	11,365	2,538	8	.042
C.P.							

Nota. En la tabla 19 la prueba T de Student mostró una desviación estándar de 18.090 entre ambos filtros en el nivel de porosidad y una significancia ($p = 0.042 < 0.05$), rechazándose la hipótesis nula y confirmando mayor eficiencia del carbón activado de madera de cedro en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Respecto a la hipótesis general que existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025, resultado comprobado mediante la prueba de T de Student con una significancia de $p = 0.021 < 0.05$, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. Donde el filtro de carbón activado de madera de cedro alcanzó una eficiencia promedio de 84.97, superando al filtro de cáscara de plátano, que obtuvo una media de 62.33, con una diferencia de 22.640 unidades. Estos resultados evidenciaron que el carbón activado de cedro presentó mayor capacidad de remoción de contaminantes que afectan las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua, mejorando notablemente características como el olor, color y apariencia del recurso hídrico. Esta eficiencia estuvo asociada a la elevada porosidad, estabilidad estructural y capacidad adsorbente generadas durante el proceso de activación del material. En concordancia con estos hallazgos, Vanegas (2021) reportó niveles de remoción de hasta 98% en aguas de ensayo y 90% en cuerpos de agua reales mediante el uso de carbón activado, demostrando que este material constituye una alternativa altamente eficiente, sostenible y competitiva dentro del tratamiento de aguas, especialmente para procesos de purificación y recuperación de recursos hídricos en zonas con acceso limitado a tecnologías convencionales.
- Respecto a la hipótesis específica 1 que hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025, comprobada mediante la prueba de T de Student con una significancia de $p = 0.037 < 0.05$, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. De la misma manera el filtro elaborado con cáscara de plátano alcanzó una eficiencia

promedio de 74.43, superando al filtro de madera de cedro, que obtuvo una media de 44.27, con una diferencia de 30.160 unidades. Los resultados evidenciaron que el carbón activado de cáscara de plátano presentó mayor estabilidad fisicoquímica, destacando en la regulación del pH, la conductividad eléctrica y la reducción de turbidez, lo que favoreció la conservación de la calidad del agua tratada. Esto se atribuyó a la presencia de minerales y grupos funcionales oxigenados que ayudaron a mantener valores cercanos a la neutralidad. En cambio, el carbón activado de madera de cedro mostró mayor porosidad y capacidad adsorbente para remover materia orgánica y contaminantes, aunque tendió a acidificar el agua debido a residuos generados en su activación química. En relación con estos resultados, García y Sánchez (2023) demostraron que los carbones activados de origen natural pueden reducir significativamente contaminantes asociados a la demanda biológica y química de oxígeno, turbidez, conductividad y alteraciones del pH, mejorando las propiedades fisicoquímicas del agua. Por ello, el filtro de cáscara de plátano se consideró más adecuado para usos domésticos no potables, riego y conservación del recurso hídrico; mientras que el filtro de cedro requiere procesos complementarios de neutralización y desinfección antes de destinar el agua a consumo humano. Finalmente, se recomienda combinar ambos materiales filtrantes o implementar controles posteriores de pH para optimizar la calidad y seguridad del agua tratada.

- Respecto de la hipótesis específico 2 que hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025, comprobada mediante la prueba de T de Student con una significancia de $p = 0.031 < 0.05$, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. Donde el filtro de carbón activado de madera de cedro alcanzó una eficiencia promedio de 89.23, superando al filtro de cáscara de plátano, que obtuvo una media de 65.09, con una diferencia de 24.140 unidades. Estos resultados demostraron que el carbón activado de cedro presentó mayor capacidad para remover

microorganismos y reducir la carga microbiológica presente en el agua, favoreciendo una mejora significativa en la calidad biológica del recurso hídrico. Esta eficiencia estuvo asociada a su elevada microporosidad y capacidad adsorbente, características que permitieron retener con mayor efectividad bacterias, coliformes y otros agentes contaminantes que afectan la seguridad sanitaria del agua. De manera similar, Soto (2023) demostró que el uso de carbón activado de origen ecológico permitió disminuir considerablemente la presencia de coliformes y metales pesados en cuerpos de agua contaminados, evidenciando la efectividad de este material en procesos de purificación. En concordancia con dichos hallazgos, la presente investigación confirmó que ambos filtros naturales poseen capacidad de remoción microbiológica; sin embargo, el carbón activado de madera de cedro destacó por presentar un desempeño superior y una mayor estabilidad en la reducción de contaminantes biológicos. Por ello, el agua tratada con este filtro mostró mejores condiciones para usos domésticos, limpieza y conservación hídrica, aunque para consumo humano directo aún se recomienda complementar el tratamiento con procesos de desinfección y control sanitario que garanticen la inocuidad del agua.

- Respecto a la hipótesis específico 3 que existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025, comprobada mediante la prueba de T de Student con una significancia de $p = 0.018 < 0.05$, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. El filtro de carbón activado de madera de cedro alcanzó una eficiencia promedio de 93.38, superando al filtro de cáscara de plátano con 68.94, evidenciando una mayor capacidad adsorbente gracias a su estructura microporosa y elevada superficie específica, que favorecieron la retención de contaminantes y mejoraron la calidad de. En concordancia con estos resultados, Muñoz (2024) demostró que el carbón activado obtenido a partir de materiales naturales presentó afinidad con compuestos iónicos y capacidad de remoción de contaminantes como el

cadmio, alcanzando eficiencias importantes de adsorción. De manera similar, la presente investigación confirmó que el carbón activado de cedro posee mejores propiedades estructurales y mayor capacidad de adsorción en comparación con el carbón de cáscara de plátano, lo que favorece la reducción de contaminantes y mejora las propiedades del agua tratada. En ese sentido, el agua obtenida mediante este sistema puede ser destinada principalmente a usos domésticos no potables, limpieza y conservación hídrica; sin embargo, para consumo humano directo se recomienda complementar el tratamiento con procesos adicionales de neutralización y desinfección que aseguren el cumplimiento de estándares sanitarios.

- Respecto a la hipótesis específico 4 que existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025, comprobada mediante la prueba de T de Student con una significancia de $p = 0.042 < 0.05$, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna. Donde el filtro de carbón activado de madera de cedro alcanzó una eficiencia promedio de 77.34, superando al filtro de cáscara de plátano con 59.25, debido a su estructura microporosa y mayor contenido de carbono, características que favorecieron una mejor retención de contaminantes y optimizaron la filtración y clarificación del agua. De manera similar, Herrera y Jiménez (2021) compararon distintos materiales de origen vegetal para la remoción de contaminantes, demostrando que los precursores con mayor estructura porosa presentaron mejores niveles de reducción de turbidez y metales pesados. En concordancia con dichos hallazgos, la presente investigación confirmó que el carbón activado de madera de cedro posee mejores propiedades estructurales y mayor capacidad de adsorción frente al carbón de cáscara de plátano, favoreciendo una mejora más eficiente de la calidad del agua. Sin embargo, debido a las variaciones observadas en el pH del agua tratada, se recomienda complementar el proceso con tratamientos de neutralización y desinfección antes de destinarla al consumo humano. Por

ello, el agua obtenida mediante este sistema resulta más adecuada para riego, limpieza, conservación hídrica y usos domésticos no potables.

CONCLUSIONES

Respecto a la conclusión general se pudo comprobar que si existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso, proveniente del río Huertas del distrito de Ambo, esto se debe a que los índices de yode para *cedrus* fue de 955.15mg/g, composición elemental 74.4%, estabilidad microbiológica <1.8 NMP y pH 2.74; mientras que para *Musa paradisiaca* de 917.08mg/g, composición elemental 48.7%, estabilidad microbiológica de 5,400,000 NMP y pH 6.44. Estos valores sugieren una diferencia notoria, porque ambos elementos demuestran características funcionales que cumplen distintos objetivos, puesto que mientras el *cedrus* absorbe de forma más eficiente y controla factores microbiológicos de manera más eficiente, la *musa paradisiaca* actúa con mejores características estabilizadoras de las propiedades fisicoquímicas, pero sus capacidades de control microbiológico son menores.

Por otra parte, para las conclusiones sobre los factores específicos del proceso de mejora de la calidad del agua con ambos filtros se demuestran de la siguiente manera:

- Si hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo, porque en los resultados para el *cedrus* de NTU: 1.95-3.42, pH 2.47, 3100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y DQO 34.2mg/l mientras que para la *Musa paradisiaca* el NTU de 1.94-1.90, pH 6.44, 1274 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y DQO 30.1mg/l, estos resultados admiten que si existen diferencias con altos niveles de significancia en los que el *cedrus* inicialmente es un adsorbente potente pero la *musa paradisiaca* demuestra mayor sostenibilidad del efecto de tratamiento de los factores fisicoquímicos presentes en un cuerpo de agua.
- Si hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara

de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo, porque las características que demostró el *cedrus* fue de: 160,000,000 - <1.8 - <1.8 NMP y las la características que demostró la *musa paradisiaca* fueron de <1.8 – 920,000 – 5,400,000 NMP. Estos resultados indica que dicha diferencia el *cedrus* demuestra esta vez mayor estabilidad de control microbiológico de los parámetros existentes en el cuerpo de agua, mientras que la *musa paradisiaca* al principio es eficiente pero progresivamente pierde la capacidad de control microbiológico.

- Si existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo, porque los valores obtenidos con el *cedrus* fueron de 955.15mg/g mientras que los obtenidos con la *musa paradisiaca* fueron de 917.05mg/g, con una diferencia entre ambos de $\approx 38\text{mg/g}$. Estos valores indican primero que el *cedrus* es más eficiente en la reducción del índice de yodo lo cual permite corroborar que el cedro es más poroso y adsorbe elementos con menor peso molecular.
- Si existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo, porque uno de los dos filtros presentó mejores características lo cual afirma una diferencia de gran significancia para el estudio, siendo claros indicadores de la capacidad porosa de *cedrus*, tales como mayor índice en la remoción de yodo que fue más alto, por otra parte el contenido de carbono en la composición elemental y mayor estabilidad de conducción eléctrica que le da pureza carbonosa a su estructura.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Ambo crear sistemas de procesamiento alternativos en proyectos habitacionales modernos y bajo un modelo constructivo autosustentable en el que se utilice el agua proveniente del río Huertas para ser procesada por plantas de tratamiento piloto de carbón activado mixto en el que el cedro y la cáscara de plátano sean los actores principales que otorguen las características necesarias para que este cuerpo de agua sea apto para el consumo humano
- Se recomienda a la empresa de tratamiento y distribución de agua SEDA Huánuco promover programas de capacitación a los habitantes que no cuentan con el recurso directo a tratar cuerpos de agua de manera superficial por medio de estos tratamientos que estabilizan y otorgan los estándares de calidad.
- Se recomienda a las autoridades del Ministerio de Salud del Perú MINSA hacer revisiones constantes a las comunidades y dotarlas de un modelo de filtro de carbón activado que sea eficiente en la remoción microbiológica, incluyendo la presencia de coliformes, de modo que se establezca un mejor control sanitario en el consumo de agua de estos centros poblados desatendidos.
- Se recomienda a las autoridades locales como la municipalidad del distrito de Ambo mantener un seguimiento periódico de los filtros dotados para que se remplace el material filtrante y se mantenga la calidad de los resultados de remoción de agentes contaminantes en los cuerpos de agua de su zona.
- Se le recomienda a investigadores empíricos y emprendedores de la zona considerar que durante el proceso de carbonización también se efectúe un proceso de lavado del material previo a la comercialización o pruebas empíricas, de este modo el producto tendrá consistencia en su desempeño y mayor pureza en su efecto de remoción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, D. y Raynor, J. (2025) *Química inorgánica práctica avanzada* (E-book edición). Editorial Reverté.
https://www.google.com.pe/books/edition/Qu%C3%ADmica_inorg%C3%A1nica_Pr%C3%A1ctica_avanzada/UsRHEQAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Conductividad+El%C3%A9ctrica&pg=PA151&prints=ec=frontcover
- Apella, M. y Paula, A. (2000). *Microbiología de agua. Conceptos básicos*. Editorial Normativa.
https://www.psa.es/es/unidades/tsa/projects/solarsafewater/document/s/libro/02_Capitulo_02.pdf
- Ascar, G., Androne, D., Zanni, S., Garcia, A., Severdija, A., Rossi, L., Boll, L., Rossi, M., Conte, R., Bertoldo, P., Sawczuk, E., Ríos, M., Damonte, S., Grumelli, Y., Padilla, A., Lukasiewicz, M., Allemand, A., Lhez, L. y Lotz, G. (2021). *Dermocosmética. Criterios de formulación: Enfoque estético y terapéutico*. Editorial Universidad Católica de Córdoba.
https://www.google.com.pe/books/edition/Dermatocosm%C3%A9tica_Criterios_de_formulaci/-xIDEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Autoridad nacional del agua (2016) *Protocolo Nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales*.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- Cárdenas, J. (2022). *Calidad del agua para estudiantes de ciencias ambientales*. Colombia. Editorial Ecoe.
https://www.google.com.pe/books/edition/Calidad_del_agua_para_estudiantes_de_cie/L2NtEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Castro, J. C. (2024). Acciones urgentes para resguardar los recursos hídricos del Perú. *ESAN*. <https://www.esan.edu.pe/conexión-esan/acciones-urgentes-para-resguardar-los-recursos-hidricos-del-peru>
- Centeno, R. (2020) Características Físicos, Químicas y Biológicas en el Agua Potable que deben controlarse. Mayo 06. Obtenido de TSI LifeScience.
<https://tecnosolucionescr.net/blog/215-caracteristicas-fisicos-quimicas-y-biologicas-en-el-agua-potable-que-deben->

Cruz, X. C. (2013). Identificación y diagnóstico de los puntos de vertimientos de las aguas residuales de la ciudad de Huánuco. DIRESA, 1-9. Obtenido de <https://www.minsa.gob.pe/diresahuanuco/sambiental/2013/planagua.pdf>

Diez, S.M., Patil, P.G., Morton, J., Rodriguez, D.J., Vanzella, A., Robin, D.V., Maes, T. y Corbin, C. (2019). Marine Pollution in the Caribbean: Not a Minute to Waste. Washington, D. C: World Bank Group.

Escuela Nacional de Administración Pública. (2021). Gestión sostenible del Agua. Servir, 1-224. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2679238/Gesti%C3%B3n%20sostenible%20del%20agua.pdf>

Folleto informativo (2006). *Oxígeno Disuelto (OD)*. Página Web https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf

García Garay, K. I. y Sánchez Romero, T. (2023). Nivel de recuperación de las aguas residuales, con filtro de carbón activado de coco, del Camal Municipal de Zapatero, 2023. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/140064>

García, S., Arguello, A., Parra, R. y Pincay, M. (2019) Factores que influyen en el pH del agua mediante la aplicación de modelos de regresión lineal. *Revista de la Universidad Internacional del Ecuador*, 4, (2). Pp. 59-71. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7475468.pdf>

Grupo Banco Mundial. (2019). 12 ideas para combatir la contaminación marina en el Caribe. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/06/10/12-ideas-para-combatir-la-contaminacion-marina-en-el-caribe>

Gutiérrez, L., Otoya, A., Haro, E. y Solís, H. (2023). Biopolímero quitosano comercial. Impacto en la eliminación de metales pesados en los ríos. Ecuador. Editorial Religación Press.

https://www.google.com.pe/books/edition/Biopol%C3%ADmero_quitos_ano_comercial_Impacto/QI7rEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill Education. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Herrera-Morales, G. y Jiménez-Gutiérrez, M. (2021). Evaluación del Precursor de Carbón Activado Granular del Agua del Río Napo, Comunidad Puerto Colón. CIENCIAMATRIA, 7(1), 118-133. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i1.468>
- Huarancay, J., Otoya, A., Evangelista, G. y Díaz, N. (2024). Problemas ambientales y de salud pública. Editorial Religación Press.
- iAgua. (2017). Las propiedades del agua. iAgua. <https://tinyurl.com/yc3jw775>
- Ibañez, C. (2023). *Reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) en las aguas residuales*. Página Web <https://sigmadafclarifiers.com/reduccion-de-la-demanda-biologica-de-oxigeno-dbo-en-las-aguas-residuales/>
- Ibarra Burgos, R. (2021). *Contaminantes emergentes, diclofenaco y carbamazepina en el río Machángara, Quito DM, análisis de remoción mediante nano adsorción y diseño de la fase de retención para adaptarse a una planta de tratamiento de aguas residuales* [Tesis de posgrado, Universidad de las Fuerzas Armadas] Repositorio institucional. <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d2f2bf80-4fac-45b1-8949-97b3a9a96ff3/content>
- Lino, K. (2024). *Estimación de parámetros para el cálculo de riesgo de inundación a partir de modelos climáticos en la confluencia de los ríos Huertas y Huallaga, ciudad de Ambo – Huánuco* [tesis de grado ingeniería civil, Universidad de Huánuco]. Disponible en <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/5094/Lino%20Inocencio%2c%20Keily%20Briset.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lorenzo-Maiquez, M., y Mesa-Mena, G. (2025) Enfoque integral para la medición del pH. Teoría y procedimientos efectivos. Parte I. *ICIDCA*, 59(2), 80-88. <https://www.revista.icidca.azcuba.cu/wp-content/uploads/2025/07/articulo-10-.pdf>
- Lozano-Ríos, K., Mego-Flores, G. J., Ordoñez-Sánchez, L. A. & Lozano-Chung, A. (2024). Eficiencia de filtros de carbón activado a base de capirona, bambú y cáscara de coco en la remoción de contaminantes del agua. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 3(2), e841. <https://doi.org/10.51252/reacae.v3i2.841>
- Manals Cutiño, E. M., Vendrell Calzadilla, F. y Penedo Medina, M. (2016). *Aplicación de carbón activado de cascarón de coco en adsorción de especies metálicas contenidas en el licor de desecho (WL) de la lixiviación ácida de mineral laterítico*. *Tecnología Química*, 36(1), 93-103. Recuperado en 24 de marzo de 2025, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852016000100009&lng=es&tlng=es.
- Marsh, H. y Rodríguez-Reinoso, F. (2020). *Activated Carbon*. Elsevier. <https://books.google.com.pe/books?id=UaOXSk2vFVQC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C. y Castillo, R. (2023). Metodología de la investigación. Técnicas e instrumentos de investigación. Puno: Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.: <https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>
- Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental. (2011) *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano D.S N° 031-2010-SA*. Pertenece a Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. Obtenido de. <https://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- Mokhatab, S., Poe, W. y Mak, J. (2019). *Manual de transmisión y procesamiento de gas natural. Principios y prácticas*. Editorial Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03889-2>
- Montiel, H., Ron, A., y Singer, A. (2017) *El abc de la toxicología*. Editorial Alfíl. https://www.google.com.pe/books/edition/El_ABC_de_la_toxicolog%C3%ADa_2017/H-g-EQAAQBAJ?hl=es-

419&gbpv=1&dq=Carb%C3%B3n+activado&pg=PA15&printsec=front
cover

- Muñoz, V. H. (2024). Eficiencia del carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y naranja *Citrus x sinensis*) en la remoción de cadmio en aguas contaminadas. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8117439a-85a8-4563-9299-ac8f4936cf63/content>
- Novoa, X. (2021) *La prevención de la legionella y el control de la calidad del agua en entornos hospitalarios. Los usos y el tratamiento del agua. Prevención de la legionella*. Editorial Xavier Novoa Conde. https://www.google.com.pe/books/edition/La_preveni%C3%B3n_de_l_a_legionella_y_el_con/qQI7EAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Olivares, M. (2014). *Calidad de las aguas residuales*. ANEAS. https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/infraestructurahidraulica/2015/ANEAS_PRESENTACIONES2014/Presentaciones%20C%20y%20T/8%20Calidad%20del%20Agua/Calidad%20de%20las%20aguas%20residuales%20ANEAS%20XXVIII%20Convencion%20MXOP.pdf
- Onu, P. y Mbohwa, C. (2021). Capítulo 6 - Nuevo enfoque y perspectivas de la conversión de recursos agroindustriales para el rendimiento y desarrollo de sistemas energéticos. *Academic Press*, 97-118, DOI. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85402-3.00007-3>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2024). *Medición de las huellas de carbono y agua en la cadena de valor de la piña*. Roma. <https://doi.org/10.4060/cd1688es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). *El estado de los bosques del mundo 2022*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/16c9d1a5-531d-4cff-bb30-403146bd42d9/content>
- Organización Mundial de la Salud, (2022). *10, Aspectos de aceptabilidad: Sabor, olor y apariencia*. Guías para la calidad del agua potable Cuarta edición, Ginebra. https://www-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/books/NBK579463/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x

- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4.^a ed.). OMS. <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). Arsénico. OMS, 7 de diciembre. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Agua para consumo humano. OMS. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). Mercurio. OMS, 24 de octubre. Disponible en https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health#:~:text=Datos%20y%20cifras%20*%20El%20mercurio%20es,eI%20desarrollo%20intrauterino%20y%20la%20primera%20infancia.
- Organización Panamericana de la Salud. (2020). Plomo. Organización Panamericana de la Salud. https://surl.li/dhzpepr_hl=es&_x_tr_pto=sge
- Palacios Salvador, W. M. (2023). *Eficacia de un sistema de filtración con carbón activado a base de cáscara de coco para la obtención de agua para consumo humano a partir de agua pluvial*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco] Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4525>
- Pérez, C., León, F. y Delgadillo, G. (2013). *Tratamiento de aguas. Manual de laboratorio*. UNAM. https://portal.cuautitlan.unam.mx/manuales/tratamientodeaguas_manu_alprac.pdf
- Ramallo, R. (2021). *Tratamiento de aguas residuales*. España. Editorial Reverte. https://www.google.com.pe/books/edition/Tratamiento_de_aguas_residuales/T9MfEAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Rivero, M. S., Meneses, P. W., García, J., Anibal, R. y Zevallos, E. L. (2021). *Metodología de la investigación (Primera edición digital ed.)*. Universitaria. Obtenido de <https://isbn.bnpgob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=119983>
- Robles Lora, M. A., Vilchez Moscol, J., Ecurra Lagos, J. C. y Díaz Díaz, N. del P. (2025). *Carbón activado de la cáscara de plátano en la adsorción*

de metales pesados. Revista Alfa, 9(25), 153–163.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v9i25.338>

Robles, M., Vílchez, J., Escurra, J. y Diaz, M. (2025e). *Carbón activado de la cáscara de plátano en la adsorción de metales pesados*. ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 9, (25). pp. 153 – 163. ISSN: 2664-0902.
<http://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v9n25/2664-0902-arca-9-25-153.pdf>

Rojas Rivera, T. M. (2022). *Eficiencia de los filtros biológicos utilizando carbón de coco (cocos mucifera l.) y plátano (musa paradisiaca l.) en la depuración del río Huallaga Huánuco – 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4363/Rojas%20Rivera%2c%20Thalia%20Mercedes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roman-Lara, M., Chong, K., Bill, R. y Goddard, A. (2025) Un ensayo miniaturizado del índice de yodo para cuantificar el contenido de ácidos grasos insaturados en lípidos, mezclas de lípidos y membranas biológicas. *Lipids*. 60(4), 201-210. doi: 10.1002/lipd.12438.

Sandoval Quispe, L. y Yupanqui Quispe, J. M. (2023). *Aplicación del carbón activado granular y carbón activado en polvo como filtrantes para la mejora de la calidad de agua del río Alameda, Ayacucho, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Continental, Huancayo]. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13861/9/IV_FIN_107_TE_Sandoval_Yupanqui_2023.pdf

Sigler, A. y Bauder, J. (2012). *Coliforme total y la bacteria E. coli*. Northern Plains & Regional Water Program. https://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Coliform_Ecoli_Bacteria%202012-11-15-SP.pdf

Soto Polinar, C. T. (2023). *Implementación de un filtro a base de carbón activado de cáscara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa – Nauyan Rondós, Huánuco, 2022 – 2023*. Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4395/So>

to%20Polinar%2c%20Cinthia%20Tessy.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sultana, N., Roddick, F., Gao, L., Guo, M., y Pramanik, B. (2022) Comprender las propiedades de las grasas y aceites y su eliminación mediante interceptores de grasa. *Water Research*, 225(15), 119-141. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.119141>

Torres, G. (2023). *Uso de un biosorbente carbonizado derivado de la cáscara de plátano para la micro extracción de contaminantes emergentes en muestras acuosas*. [Tesis de Postgrado, Universidad de Chile]. Repositorio UCHILE. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/195784/Uso-de-un-biosorbente-carbonizado-derivado-de-la-cascara-de-platano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vanegas López, G. J. (2021). *Preparación y caracterización de Carbón activado obtenido a partir de residuos textiles de mezclilla*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia]. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/81024/1033793506.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Verrillo, E. (2020). *Síndrome de fatiga crónica: Una guía de tratamiento*, 2da edición. Editorial Babelcube Incorporated.

Weber, W. (2021). *Control de la calidad del agua: Procesos físicoquímicos*. España. Editorial Reverte. https://www.google.com.pe/books/edition/Control_de_la_calidad_del_agua/S9MfEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Fernandez Faustino, R. H. (2026). *Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera del cedro (Cedrus) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (Musa paradisiaca) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro del carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO: Aplicada y analítico
¿Qué diferencia existe entre eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>Cedrus</i>) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>) en la mejora de la calidad de agua para sus diferentes usos del río Huertas del distrito de Ambo-2025?	Evaluar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>Cedrus</i>) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa Paradisiaca</i>) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.	Hg: Existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>cedrus</i>) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025. Ho: No existe una diferencia significativa entre la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>cedrus</i>) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.	ENFOQUE: Cuantitativo ALCANCE O NIVEL: Explicativo DISEÑO: Experimental POBLACIÓN: Rio Huertas MUESTRA: La muestra considerada para la investigación se encontró conformada por 40 litros de agua de río superficial de tipo loticas, las cuales fueron por 4 días diferentes de estudio de cada filtro de 5 litros por día la cual serán sometidos al sistema de filtración para obtener el objetivo fijado.
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	
¿Qué diferencia existe entre el filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>Cedrus</i>) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de los parámetros físico y químico en la	Comparar la eficiencia del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>Cedrus</i>) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de los parámetros físico y químico de	He1: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (<i>cedrus</i>) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua	

mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025?

¿Qué diferencia existe entre el filtro de carbón activado de la madera de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025?

¿Cómo difiere el índice de número de yodo entre el carbón activado de cedro (*Cedrus*) y el de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en su capacidad de adsorción para mejorar la calidad del agua del río Huertas, 2025?

¿Cómo difiere el nivel de porosidad del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la remoción de contaminantes para mejorar la calidad del agua del río Huertas, 2025?

la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Comparar la eficiencia del filtro de carbón de cedro (*Cedrus*) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Identificar el índice de número de yodo del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como indicador de su capacidad de adsorción en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo-2025. Evaluar el nivel de porosidad del carbón activado de cedro (*Cedrus*) y de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Ho1: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la mejora de los parámetros físico y químico de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

He2: Hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

Ho2: No hay una diferencia significativa del filtro de carbón activado de la madera de cedro (*cedrus*) y el filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción microbiológico en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025.

He3: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025. Ho3: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el índice de número de yodo como indicador de la capacidad

de adsorción para la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.
He4: Existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.

Ho4: No existe una diferencia significativa entre el filtro de carbón activado de madera de cedro (*Cedrus*) y el filtro de carbón activado de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) en el nivel de porosidad para la remoción de contaminantes en la mejora de la calidad del agua del río Huertas del distrito de Ambo – 2025.

Cadena de custodia

[illegible]

Registro de datos en campo

 UNIVERSIDAD DE HUANUCO FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL 													
PROYECTO:		"EVALUACION COMPARTIVA DEL FILTRO DE CARBON ACTIVADO DE LA MADERA DE CEDRO(CEDRUS) Y FILTRO DE CARBON ACTIVADO DE LA CASCARA DE PLATANO (MUSA PARADISIACA) EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA SU DIFERENTE USO DEL RIO HUERTAS DEL DISTRITO DE AMBO-2025"											
RESPONSABLE:		FERNANDEZ FAUSTINO Rudy Hassler											
Código de campo	Fecha	Hora	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Parámetro in situ				Parámetro ex situ
							Norte	Este	pH	Tº(C)	Conductividad Eléctrica	Solidos Disueltos Totales	Turbidez
PRE-001 CEDRO y C.P	12/12/25	1:15pm	AMBO	AMBU	AMBO	HUANUCO	10.1254 0481	76.2044 496	5.47	25.3	357	178	
PRE-001 CEDRO y C.P	12/12/25	6:10pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2147 42					40.25
C.P-001 POST DIA 1	12/12/25	5:05pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	6.01	22.4	2100	1300	
C.P-001 POST DIA 1	12/12/25	6:17pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2147 42					10.93
CEDRO-001 POST DIA 1	12/12/25	5:17pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	6.74	22.3	1990	1010	
CEDRO-001 POST DIA 1	12/12/25	6:20pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARILIS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2147 42					7.67
C.P-001 POST -DIA 2	13/12/25	5:10pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	5.38	22.2	3290	1670	

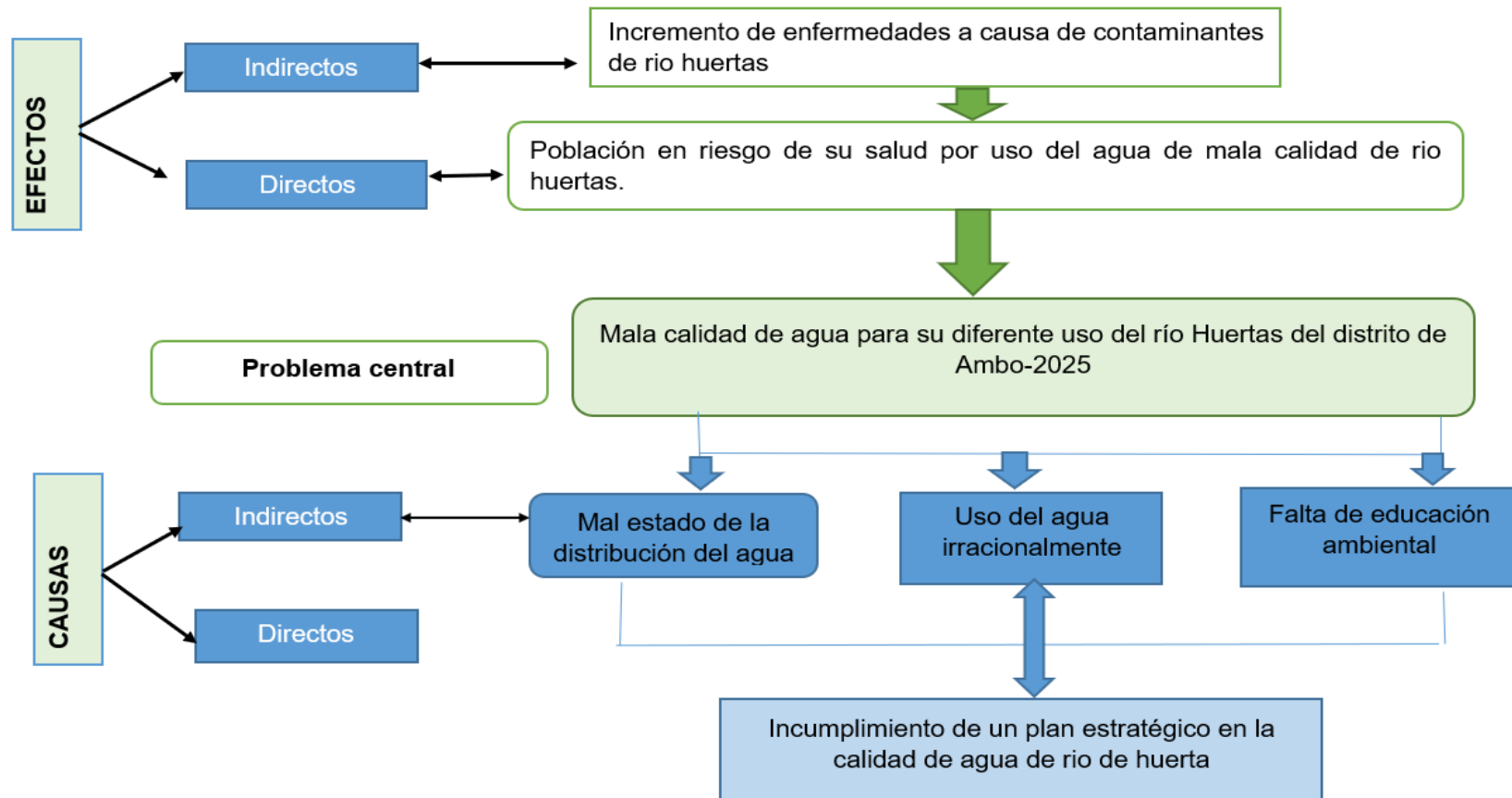
C.P-001 POST DIA 2	18/12/25	6:02pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						3.65
CEPRO-001 POST DIA 2	18/12/25	5:15pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	5.84	21.8	3060	1540		
CEPRO-001 POST DIA 2	18/12/25	6:10pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						3.78
C.P-001 POST DIA 4	15/12/25	05:10pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	5.44	20.7	1587	804		
C.P-001 POST DIA 4	15/12/25	6:30pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						1.94
CEPRO-001 POST DIA 4	15/12/25	05:17pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	4.41	19.1	3100	1570		
CEPRO-001 POST DIA 4	15/12/25	6:35pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						1.95
C.P-001 POST DIA 6	17/12/25	05:00pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	6.44	23.2	1274	640		
C.P-001 POST DIA 6	17/12/25	06:13pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						1.90
CEPRO-001 POST DIA 6	17/12/25	05:10pm	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	HUANUCO	9.9371 954	76.2531 041	2.74	22.2	2274	1250		
CEPRO-001 POST DIA 6	17/12/25	06:21pm	ESPERANZA UDH-LAB	AMARIUS	HUANUCO	HUANUCO	9.8907 69	76.2197 42						3.42

Etiqueta para muestras de agua

		Código de Laboratorio: 128247
Código punto de muestreo:	PRE-001 CEDRO y C.P	
Parámetro:	DQO	
Preservante:	H ₂ SO ₄	
Fecha y Hora:	12/12/25 01:05 pm	
Muestreado por:	RUDY FERNANDEZ	

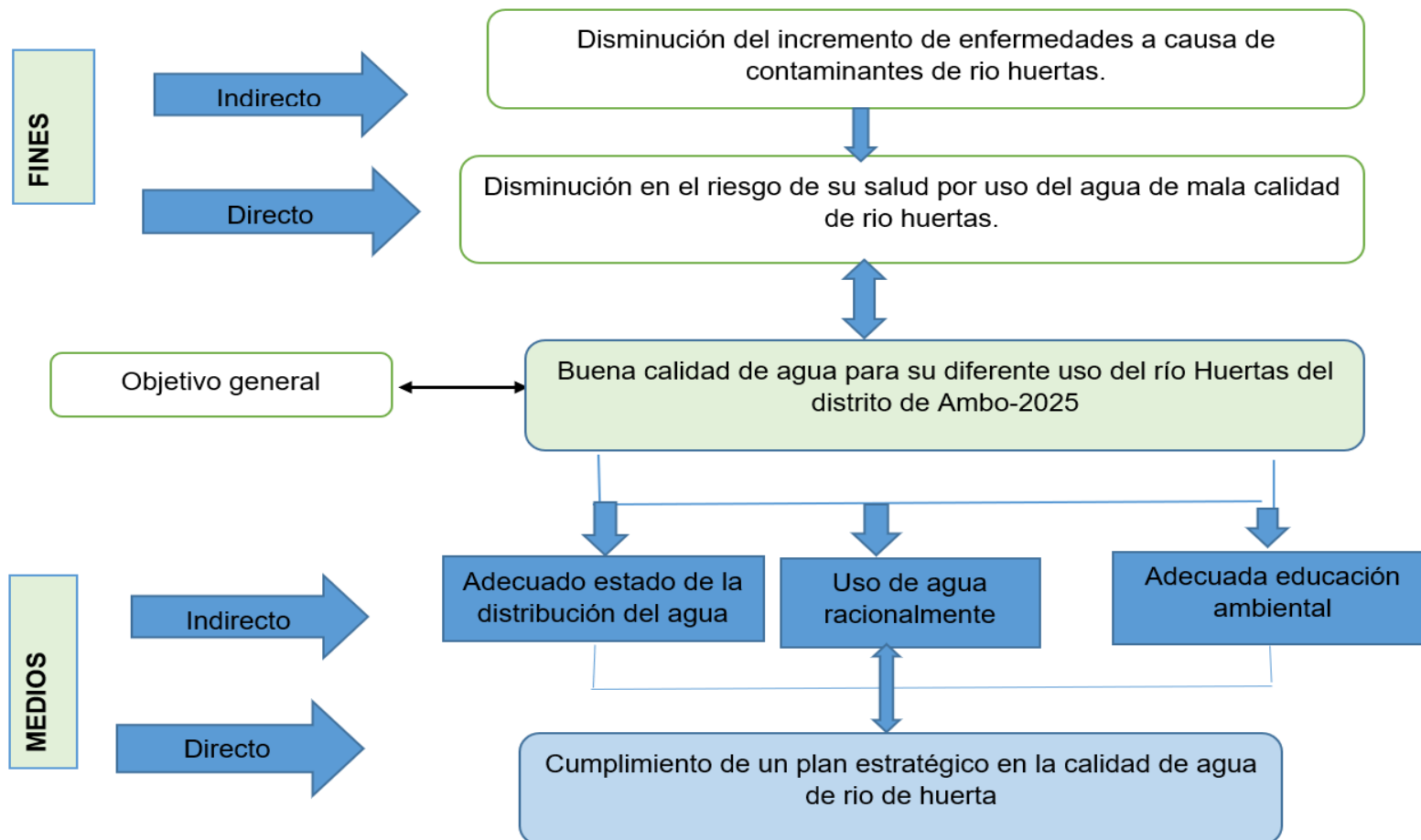
ANEXO 03

ÁRBOL DE CAUSA - EFECTO



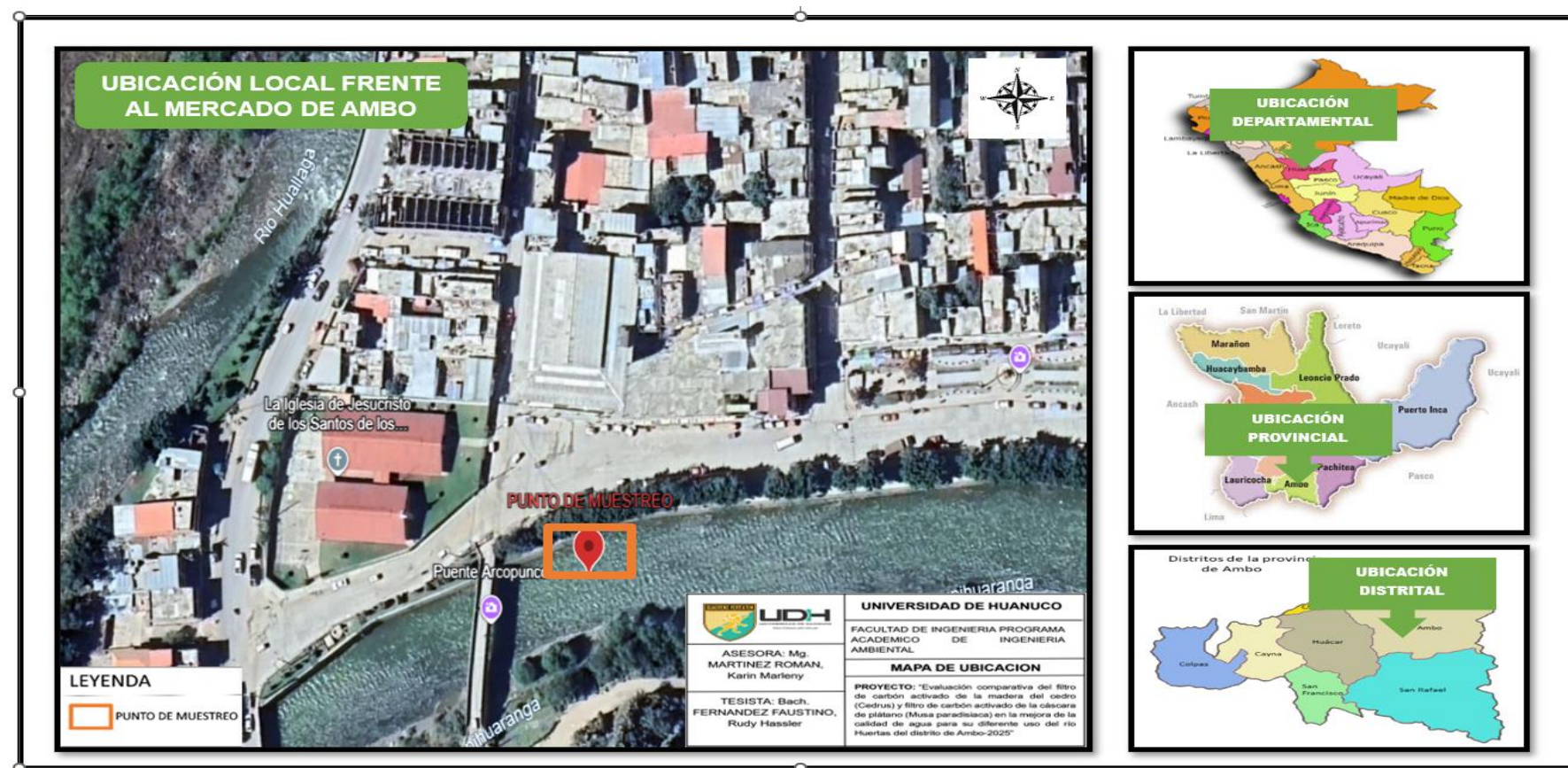
ANEXO 04

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



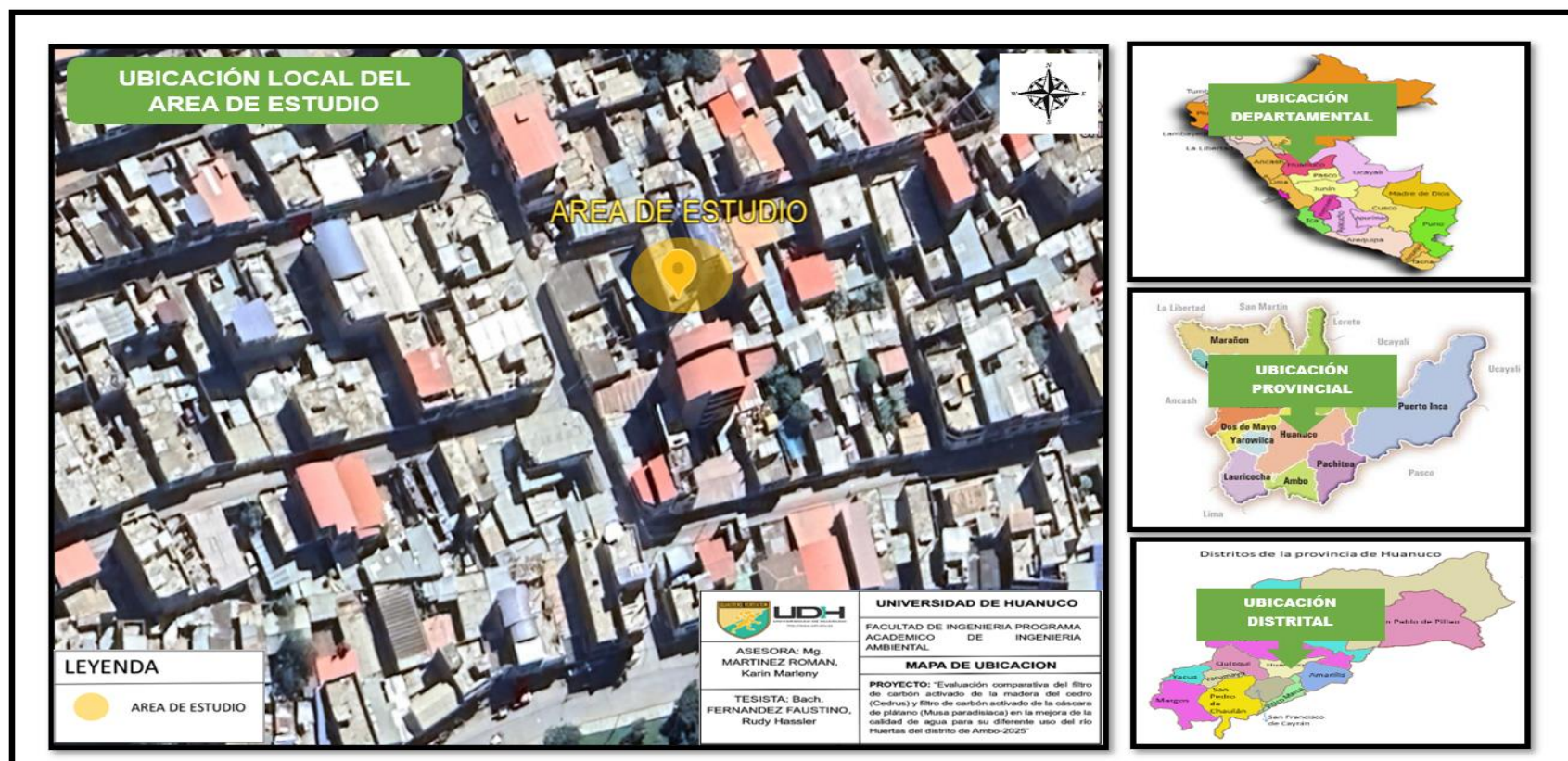
ANEXO 05

MAPA DE UBICACIÓN TOMA DE MUESTRAS



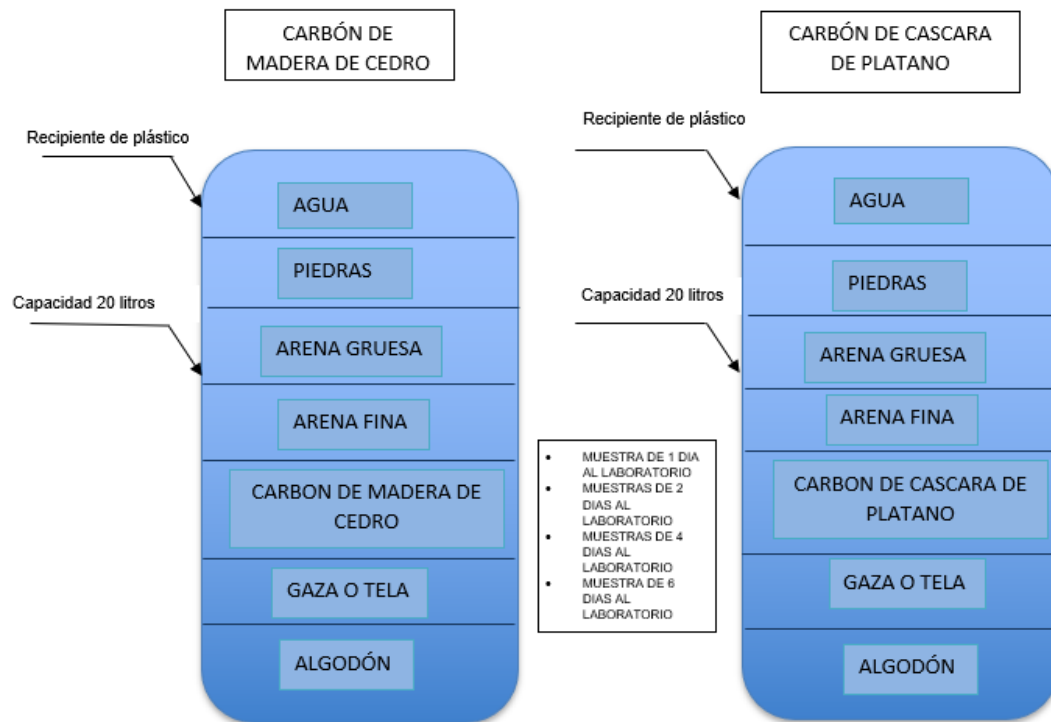
ANEXO 06

MAPA DE UBICACIÓN ÁREA DE ESTUDIO



ANEXO 07

DISEÑO DEL FILTRO



ANEXO 08

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58235

N° Id.: 0000199295

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
2.- DIRECCIÓN : Paje Santa Clara #116 Huánuco-Huánuco-Huánuco
3.- PROYECTO : J01.- AGUA NATURAL
4.- PROCEDENCIA : NO INDICA
5.- SOLICITANTE : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000008716-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2026-01-06

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 9
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-12-13
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2025-12-13 al 2026-01-06


Mgtr. Ing. J.C. Freddy A. Taipe Castro
Director de Investigación y Desarrollo
CIP N° 150812


Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 5

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chirica N° 1877,
Bellavista, Callao.
Tel.: (+511) 713 0150 / 713 0630
Cel.: 977 535 675 / 937 143 279

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zoraida Mz D2 L13,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 535 675 / 932 640 460

SEDE AREQUIPA
COOP SAGUIN Mz. D L1 S,
Arequipa
Tel.: (+515) 633 843
Cel.: 932 846 642

SEDE PIURA
Un. San Isidro 8 Etapa
Mz. D3 L1 02,
Cruceña - Piura
Tel.: (+011) 713 0636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Un. Sol de Trujillo Mz. A L1 23,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+011) 713 0636
Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58235

N° Id.: 0000199295

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.	INACAL LE - 096 CHALACA
Aceltes y Grasas IR	ASTM D8193-18, 2019. (Validado - Modificado), 2023.	Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction Using Non-Dispersive Mid-IR Transmission Spectroscopy	INACAL LE - 096 CHALACA
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	INACAL LE - 096 CHALACA

ASTM: American Society for Testing Materials

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA: American Public Health Association

Pág.2 de 5

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chasca N° 1577,
Bellavista, Callao.
Tel.: (+51) 713 0156 / 713 0639
Cel.: 977 516 675 / 937 151 376

SEDE ZARUMILLA
Protección Zorumbilla Mz D2 L13,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 530 675 / 932 640 490

SEDE AREQUIPA
COOP SIDOR Mz. C LL 5,
Arequipa
Tel.: (+51) 844 636 843
Cel.: 932 646 642

SEDE PUNO
Urb. San Isidro 9 Etapa
Mz. D3 LL 02,
Castilla - Puno
Tel.: (+51) 713 9636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol del Trujillo Mz. A LL 25,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+51) 723 9636
Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58235

N° Id.: 0000199295

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128247	M-25-128248	M-25-128249
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				PRE-001/CEDRO Y C.P	PRE-001/CEDRO Y C.P	PRE-001/CEDRO Y C.P
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(A)				E:076.2049496 N:1012590481	E:076.2049496 N:1012590481	E:076.2049496 N:1012590481
PRODUCTO ^(A)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(A)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				12-12-2025 13:05	12-12-2025 13:10	12-12-2025 13:15
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	-	170,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	24,1	-	-
Acetatos y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	-	<0,5	-

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

*.-: No ensayado

NA: No Aplica

^(A)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.3 de 5

 ● SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Civil N° 1877,
 Bellavista, Callao.
 Tel.: (+511) 713 0756 / 713 0636
 Cel.: 977 516 675 / 937 111 379

 ● SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Zoromilla Mz D2 Lt 3,
 Bellavista, Callao.
 Cel.: 977 538 675 / 932 646 490

 ● SEDE AREQUIPA
 COOP SACOUR Mz. E Lt. 9,
 Arequipa
 Tel.: (+054) 638 843
 Cel.: 932 846 942

 ● SEDE PUNO
 Urb. San Isidro 8 Etapa
 Mz. D3 Lt. 02,
 Castilla - Puno
 Tel.: (+01) 713 0636
 Cel.: 919 475 333

 ● SEDE TACUVALI
 Urb. Sol del Trujillo Mz. A Lt. 29,
 Alto Salaverry - Trujillo
 Tel.: (+01) 713 0636
 Cel.: 919 475 333

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58235

N° Id.: 0000199295

ITEM				4	5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128250	M-25-128251	M-25-128252
CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾				C.P-001/POST DIA 1	CEDRO-001/POST DIA 1	C.P-001/POST DIA 1
COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾				E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954
PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾				12-12-2025 17:10	12-12-2025 17:15	12-12-2025 17:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	160 000 000,0	<1,8	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	<0,5

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.
 L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

⁽¹⁾ Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58235

N° Id.: 0000199295

ITEM				7	8	9
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128253	M-25-128254	M-25-128255
CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾				CEDRO-001/POST DIA 1	CEDRO-001/POST DIA 1	C.P-001/POST DIA 1
COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾				E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954
PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾				12-12-2025 17:35	12-12-2025 17:40	12-12-2025 17:50
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	75,5	78,3
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	<0,5	-	-

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

NA: No ensayado

NA: No Aplica

⁽¹⁾ Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.5 de 5

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacra N° 1877,
Bellevista, Callao
Telf.: (+511) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 937 131 376

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 L1 3,
Bellevista, Callao
Cel.: 977 516 675 / 937 640 460

SEDE AREQUIPA
COOP. 2425UR Mz. E L1 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 636 843
Cel.: 932 646 642

SEDE PUNO
Urb. San Isidro II Etapa
Mz. D2 L1 02,
Castilla - Puno
Telf.: (+011) 713 0636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Telf.: (+011) 713 0636
Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58224

N° Id.: 0000199284

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

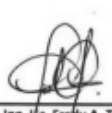
1.- RAZON SOCIAL : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
2.- DIRECCIÓN : Psje Santa Clara #116 Huánuco-Huánuco-Huánuco
3.- PROYECTO : J01.- AGUA NATURAL
4.- PROCEDENCIA : NO INDICA
5.- SOLICITANTE : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000008716-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2026-01-06

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 6
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-12-14
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2025-12-14 al 2026-01-06


Mgtr. Ing. U.C. Freddy A. Taipe Castro
Director de Investigación y Desarrollo
CIP N° 150812


Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Quercus Chacra N° 1877,
Barranca, Celis.
Tel.: (+51) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 937 121 379

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zaramilla Mz D2 L13,
Barranca, Celis.
Cel.: 977 516 675 / 932 846 460

SEDE AREQUIPA
COOP SUCUR Mz. E LL 9,
Arequipa
Tel.: (+51) 616 843
Cel.: 932 846 642

SEDE PIURA
Urb. Don Juan R. Espin,
Mz. D5 L1 D2,
Cauilla - Piura
Tel.: (+51) 713 0636
Cel.: 919 478 133

SEDE TRUJILLO
Urb. San José Trujillo Mz. A LL 29,
Río Salaverry - Trujillo
Tel.: (+51) 713 0636
Cel.: 919 478 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58224

N° Id.: 0000199284

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.	INACAL LE - 096 CHALACA
Aceites y Grasas IR	ASTM D8193-18, 2019. (Validado - Modificado), 2023.	Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction Using Non-Dispersive Mid-IR Transmission Spectroscopy	INACAL LE - 096 CHALACA
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	INACAL LE - 096 CHALACA

ASTM: American Society for Testing Materials

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA: American Public Health Association

Pág. 2 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacra N° 3577,
Bellavista, Callao.
Tel: (+51) 713 0150 / 713 0636
Cel.: 977 518 675 / 937 431 278

SEDE ZARUMILLA
Primerización Zarumilla Mz D2 L1 3,
Bellavista, Callao.
Cel: 977 525 675 / 932 640 490

SEDE AREQUIPA
COOP SUCUR Mz. C L1 5,
Arequipa
Tel: (+56) 633 843
Cel: 982 840 642

SEDE PUNO
Urb. San Isidro 8 Etapa
Mz. D3 L1 02,
Castilla - Puno
Tel: (+51) 713 9626
Cel: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0636
Cel.: 919 476 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58224

N° Id.: 0000199284

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128215	M-25-128216	M-25-128217
CÓDIGO CLIENTE ^(*)				CEDRO-001/ POST DIA 2	C.P-001/ POST DIA 2	CEDRO-001/ POST DIA 2
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(*)				E:0762531041 N:99371954	E:0762531041 N:99371954	E:0762531041 N:99371954
PRODUCTO ^(*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(*)				13-12-2025 18:02	13-12-2025 18:10	13-12-2025 18:22
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) ^(*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno ^(*)	mg/L	2,0	5,0	37,4	44,5	-
Aceites y Grasas IR ^(*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	<0,5

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, " $\leq$ " Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, " $\leq$ " Menor que el L.D.M.

*.: No ensayado

NA: No Aplica

(*) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.3 de 4

SEDE PRINCIPAL:
Av. Guardia Chacra N° 1877,
Bellavista, Callao.
Tel.: (+511) 713 0760 / 713 0630
Cel.: 977 536 675 / 937 133 379

SEDE ZARUMILLA:
Prolongación Zarumilla Mz D2 L13,
Bellavista, Callao.
Cel.: 977 536 675 / 932 640 460

SEDE AREQUIPA:
COOP SUDUR Mz. D L1 S,
Arequipa
Tel.: (+518) 638 843
Cel.: 933 846 642

SEDE PUNO:
Urb. San Isidro 8 Etapa
Mz. D2 L1 02,
Cusilla - Puno
Tel.: (+511) 713 0636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO:
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 25,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel.: (+511) 723 0636
Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58224

N° Id.: 0000199284

ITEM				4	5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128218	M-25-128219	M-25-128220
CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾				C.P-001/ POST DIA 2	CEDRO-001/ POST DIA 2	C.P-001/ POST DIA 2
COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾				E:0762531041 N:99371954	E:0762531041 N:99371954	E:0762531041 N:99371954
PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾				13-12-2025 18:15	13-12-2025 18:35	13-12-2025 18:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	23,0	35 000,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	<0,5	-	-

(1) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

(1) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacabamba N° 1877,
Barranca, Callao
Tel.: (+51) 713 0750 / 713 0636
Cel.: 977 516 675 / 937 131 379

SEDE ZARUMILLA
Proteccion Civil Zarumilla Mo D2 U3,
Barranca, Callao
Cel.: 977 535 675 / 932 646 400

SEDE AREQUIPA
COOP. SECOSUR Mo. E. U. 9,
Arequipa
Tel.: (+51) 615 843
Cel.: 932 646 942

SEDE PIURA
Urb. San Isidro 8 Etapa
Mo. CO L1, 02,
Castilla - Piura
Tel.: (+51) 713 0636
Cel.: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. San Juan Trujillo Mo. A U. 29,
Ato Suberczy - Trujillo
Tel.: (+51) 713 0636
Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58176

N° Id.: 0000199236

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

1.- RAZON SOCIAL : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
2.- DIRECCIÓN : Psje Santa Clara #116 Huánuco-Huánuco-Huánuco
3.- PROYECTO : J01.- AGUA NATURAL
4.- PROCEDENCIA : NO INDICA
5.- SOLICITANTE : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER
6.- PRODUCTO : Agua Natural

II.- DATOS DEL SERVICIO

1.- ORDEN DE SERVICIO N° : 0000008716-2025-0000
2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2026-01-06

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

1.- MUESTREADO POR : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
2.- NÚMERO DE MUESTRAS : 6
3.- FECHA DE RECEPCIÓN : 2025-12-16
4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN : Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada.
5.- PERÍODO DE ENSAYO : 2025-12-16 al 2026-01-06


Mgtr. Ing. Yc. Freddy A. Taipe Castro
Director de Investigación y Desarrollo
CIP N° 150812


Marieli V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chanka N° 2877,
Barranca, Callao.
Tel.: (+511) 713 0756 / 713 0636
Cel.: 977 536 675 / 937 133 279

SEDE ZARUMILLA
Pirayopuñán Zarumilla M2 D2 L13,
Tarma, Callao.
Cel.: 977 536 675 / 932 645 490

SEDE AREQUIPA
COOP SACSURI M2 E L1 9,
Arequipa
Tel.: (+054) 636 843
Cel.: 932 646 542

SEDE PUNTA
URB. San Isidro II Etapa
M2 D2 L1 D2,
Castilla - Puno
Tel.: (+011) 713 0636
Cel.: 939 475 133

SEDE TRUJILLO
URB. Santa Fe Trujillo M2 A L1 20,
Alto Solimay - Trujillo.
Tel.: (+041) 713 0636
Cel.: 939 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58176

N° Id.: 0000199236

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	INACAL LE - 096 CHALACA
Aceites y Grasas IR	ASTM D8193-18, 2019. (Validado - Modificado), 2023.	Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction Using Non-Dispersive Mid-IR Transmission Spectroscopy	INACAL LE - 096 CHALACA
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.	INACAL LE - 096 CHALACA

ASTM: American Society for Testing Materials

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA: American Public Health Association

Pág 2 de 4

 ● SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Chacaca N° 3577,
 Bellavista, Callao.
 Telf: (+51) 713 0786 / 713 0626
 Cel.: 977 516 675 / 907 131 279

 ● SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Zarumilla Mz D2 L1 3,
 Bellavista, Callao.
 Cel.: 977 523 875 / 932 646 490

 ● SEDE AREQUIPA
 COOP SIDOSUR Mz. E L1 5,
 Arequipa
 Telf: (+516) 615 843
 Cel.: 992 946 642

 ● SEDE PIURA
 Uta, San Isidro 18 Etapa
 Mz. D2 L1 02,
 Castilla - Piura
 Telf: (+51) 713 0626
 Cel.: 919 475 133

 ● SEDE TRUJILLO
 Uta, Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
 Alto Salaverry - Trujillo
 Telf: (+51) 723 0636
 Cel.: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58176

N° Id.: 0000199236

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-25-128144	M-25-128145	M-25-128146			
CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾	CEDRO-001/ POST DIA 4	C.P-001/ POST DIA 4	CEDRO-001/ POST DIA 4			
COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954			
PRODUCTO ⁽¹⁾	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO ⁽¹⁾	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾	15-12-2025 19:00	15-12-2025 19:05	15-12-2025 19:10			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	920 000,0	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	<0,5

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

*.-: No ensayado

NA: No Aplica

(1) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.3 de 4

 ● SEDE PRINCIPAL
 Av. Quevedo Chirica N° 1877,
 Belén, Callao.
 Tel.: (+51) 713 0756 / 713 0636
 Cel.: 977 516 675 / 937 112 379

 ● SEDE ZARUMILLA
 Prolongación Coronilla M2 D2 U3,
 Belén, Callao.
 Cel.: 977 535 675 / 932 640 460

 ● SEDE AREQUIPA
 COOP. SACSUR M2 E L1 8,
 Arequipa.
 Tel.: (+56) 636 943
 Cel.: 932 846 642

 ● SEDE PUNTA
 Uta, San Isidro 8 Elapa
 M2 D2 L1 D2,
 Castilla - Puno
 Tel.: (+51) 713 9626
 Cel.: 919 475 133

 ● SEDE TRUJILLO
 Urb. Sol de Trujillo M2 A L1 29,
 Alto Solavery - Trujillo
 Tel.: (+51) 713 0636
 Cel.: 919 470 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58176

N° Id.: 0000199236

ITEM				4	5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128147	M-25-128148	M-25-128149
CÓDIGO CLIENTE ^(*)				C.P-001/ POST DIA 4	CEDRO-001/ POST DIA 4	C.P-001/ POST DIA 4
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(*)				E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954
PRODUCTO ^(*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(*)				15-12-2025 19:15	15-12-2025 19:25	15-12-2025 19:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) ^(*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno ^(*)	mg/L	2,0	5,0	-	34,2	30,1
Aceites y Grasas IR ^(*)	mg/L	0,2	0,5	<0,5	-	-

^(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c*= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, *c*= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

^(*)Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacaca N° 1877,
Bellavista, Callao.
Tel: (+51) 713 0750 / 713 0636
Cel: 977 516 675 / 937 131 379

SEDE ZARUMILLA
Poligonal de Zarumilla Mz D2 L13,
Bellavista, Callao.
Cel: 977 538 670 / 932 846 460

SEDE AREQUIPA
COOP SACOSUR Mz. E L1 S,
Arequipa
Tel: (+51) 618 843
Cel: 933 846 662

SEDE PURA
Un. San Isidro 8 Ejea
Mz. D3 L1 D2,
Castilla - Puno
Tel: (+51) 713 9636
Cel: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Un. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0636
Cel: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58174

N° Id: 0000199234

I.- DATOS DEL CLIENTE Y/O SOLICITANTE

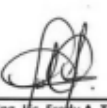
- | | |
|------------------|---|
| 1.- RAZON SOCIAL | : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER |
| 2.- DIRECCIÓN | : Psje Santa Clara #116 Huánuco-Huánuco-Huánuco |
| 3.- PROYECTO | : J01.- AGUA NATURAL |
| 4.- PROCEDENCIA | : NO INDICA |
| 5.- SOLICITANTE | : FERNANDEZ FAUSTINO RUDY HASSLER |
| 6.- PRODUCTO | : Agua Natural |

II.- DATOS DEL SERVICIO

- | | |
|---------------------------------|------------------------|
| 1.- ORDEN DE SERVICIO N° | : 0000008716-2025-0000 |
| 2.- FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2026-01-06 |

III.- DATOS DEL ÍTEM DE ENSAYO

- | | |
|----------------------------|---|
| 1.- MUESTREO POR | : MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA |
| 2.- NÚMERO DE MUESTRAS | : 6 |
| 3.- FECHA DE RECEPCIÓN | : 2025-12-18 |
| 4.- CONDICIÓN DE RECEPCIÓN | : Conservación de la cadena de frío (<= 6°C) / Preservada. |
| 5.- PERÍODO DE ENSAYO | : 2025-12-18 al 2026-01-06 |


Mgtr. Ing. U.C. Freddy A. Taipe Castro
Director de Investigación y Desarrollo
CIP N° 150812


Marleni V. Rivera Castromonte
Supervisor de Laboratorio de
Microbiología e Hidrobiología
CBP N° 16639



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia. Pág.1 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Barranca, Callao
Tel: (+51) 713 0756 / 713 0636
Cel: 977 516 675 / 937 131 379

SEDE ZARUMILLA
Prolongación Zarumilla Mz D2 Lt 3,
Barranca, Callao
Cel: 977 535 675 / 932 645 460

SEDE AREQUIPA
COOP SCSUR Mz D Lt 3,
Arequipa
Tel: (+51) 615 843
Cel: 932 646 942

SEDE PIURA
Urb. San Isidro II Etapa
Mz C0 Lt 02,
Castilla - Piura
Tel: (+51) 713 0606
Cel: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol del Trujillo Mz A Lt 25,
Alo-Solavery - Trujillo
Tel: (+51) 713 0636
Cel: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58174

N° Id.: 0000199234

IV.- MÉTODOS DE ENSAYO

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO	CONDICIÓN DE ACREDITACIÓN / LUGAR DE ANÁLISIS
Coliformes Totales (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.	INACAL LE - 096 CHALACA
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023.	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.	INACAL LE - 096 CHALACA
Aceites y Grasas IR	ASTM D8193-18, 2019. (Validado - Modificado), 2023.	Standard Test Method for Total Oil and Grease (TOG) and Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) in Water and Wastewater with Solvent Extraction Using Non-Dispersive Mid-IR Transmission Spectroscopy	INACAL LE - 096 CHALACA

ASTM: American Society for Testing Materials

SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

APHA: American Public Health Association

Pág.2 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chelaca N° 1877,
Belenosa, Callao
Tel: (+51) 713 0756 / 713 0636
Cel: 977 516 675 / 937 111 375

SEDE ZARUMILLA
Protección Zarumilla Mz D2 L13,
Belenosa, Callao
Cel: 977 528 876 / 932 640 460

SEDE AREQUIPA
COOP SOSUR Mz. E L1 5,
Arequipa
Tel: (+516) 635 843
Cel: 932 846 542

SEDE PIURA
Urb. San Isidro 8 Etapa
Mz. D2 L1 02,
Cayash - Piura
Tel: (+51) 713 0636
Cel: 919 475 133

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
Alto Salaverry - Trujillo
Tel: (+51) 713 0636
Cel: 919 475 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58174

N° Id.: 0000199234

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128138	M-25-128139	M-25-128140
CÓDIGO CLIENTE ⁽¹⁾				CEDRO-001/ POST DIA 6	C.P-001/ POST DIA 6	CEDRO-001/ POST DIA 6
COORDENADAS - UTM WGS 84 ⁽¹⁾				E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954
PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ⁽¹⁾				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ⁽¹⁾				17-12-2025 18:10	17-12-2025 18:15	17-12-2025 18:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	<1,8	5 400 000,0	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	51,6
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	-

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

 L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *c*= Menor que el L.C.M.
 L.D.M.: Límite de detección del método, *c*= Menor que el L.D.M.

*.: No ensayado

NA: No Aplica

⁽¹⁾ Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

Pág.3 de 4

 9 SEDE PRINCIPAL
 Av. Guardia Chacra N° 1877,
 Bellavista, Callao.
 Tel: (+51) 713 0158 / 713 0636
 Cel: 977 516 079 / 907 333 379

 9 SEDE ZARUMILLA
 Prosegucción Zarumilla Mz D2 L13,
 Bellavista, Callao.
 Cel: 977 535 675 / 902 840 490

 9 SEDE AREQUIPA
 COOP SICOAR Mz. 6 L1 5,
 Arequipa
 Tel: (+56) 633 843
 Cel: 932 846 642

 9 SEDE PUNO
 Urb. San Isidro 8 Etapa
 Mz. D2 L1 02,
 Casilla - Puno
 Tel: (+51) 713 9626
 Cel: 919 475 133

 9 SEDE TRUJILLO
 Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 29,
 Alto Salaverry - Trujillo
 Tel: (+51) 713 0636
 Cel: 919 476 133

 www.alab.com.pe

INFORME DE ENSAYO N°: IE-25-58174

N° Id.: 0000199234

ITEM				4	5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-25-128141	M-25-128142	M-25-128143
CÓDIGO CLIENTE ^(*)				C.P-001/ POST DIA 6	CEDRO-001/ POST DIA 6	C.P-001/ POST DIA 6
COORDENADAS - UTM WGS 84 ^(*)				E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954	E:076.2531041 N:99371954
PRODUCTO ^(*)				Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural
SUB PRODUCTO ^(*)				Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(*)				17-12-2025 18:25	17-12-2025 18:35	17-12-2025 18:30
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) (*)	NMP/100mL	NA	1,8	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	49,8	-	-
Aceites y Grasas IR (*)	mg/L	0,2	0,5	-	<0,5	<0,5

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, *<= Menor que el L.C.M.
L.D.M.: Límite de detección del método, *<= Menor que el L.D.M.

*-: No ensayado

NA: No Aplica

(*) Datos proporcionados por el cliente y/o solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionado por el cliente y/o solicitante pueda afectar la validez de los resultados.

VI.- OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Pág.4 de 4

SEDE PRINCIPAL
Av. Guardia Chacra N° 1877,
Bellavista, Callao
Telf.: (+51) 713 0750 / 713 0630
Cel.: 977 516 675 / 937 121 379

SEDE ZARUMILLA
Paseo de la Zorana Mz D2 L1 3,
Bellavista, Callao
Cel.: 977 538 675 / 932 640 400

SEDE AREQUIPA
COOPISCOSUR Mz E L1 3,
Arequipa
Telf.: (+51) 616 843
Cel.: 932 640 402

SEDE PUNO
Urb. San Isidro 8 Edifio
Mz. D3 L1 02,
Castilla - Puno
Telf.: (+51) 713 2626
Cel.: 930 675 333

SEDE TRUJILLO
Urb. Sol de Trujillo Mz. A L1 20,
Alto Solavery - Trujillo
Telf.: (+51) 713 0630
Cel.: 937 475 133

 www.alab.com.pe



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

1. DATOS

SOLICITANTE	Fernández Faustino Rudy Hassler	MUESTREADO POR:	Fernández Faustino Rudy Hassler
DEPARTAMENTO	Huánuco	FECHA DE RECEPCIÓN:	11/12/25
PROVINCIA	Huánuco	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	12/12/25
DISTRITO	Huánuco	FECHA DE REPORTE	17/12/25
CASERIO		RECIBO O FACTURA:	2015100671
TIPO DE MUESTRA	Muestra de agua superficial (Rio)	OBSERVACIÓN:	
PROYECTO	Evaluación comparativa del filtro de carbón activado de la madera del cedro (<i>Cedrus</i>) y filtro de carbón activado de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) en la mejora de la calidad de agua para su diferente uso del río Huertas del distrito de Ambo-2025		
TESISTA	Fernández Faustino Rudy Hassler		

2. DATOS DE LA MUESTRA: Pre-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
Pre- C.P y M.C	Pre-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro	357 u/cm	5.47	178 ppm	39.0 NTU	23.3
		356 u/cm	5.46	177 ppm	42.7 NTU	23.3
		353 u/cm	5.52	180 ppm	38.9 NTU	23.3
		357 u/cm	5.48	182 ppm	40.4 NTU	23.3

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL

Gisela Yoselin Lezama Ramos
(E) LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

DATOS DE LA MUESTRA: Post-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro

DIA 1

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
M.C 001/Post Dia 1	Post-Muestras de la Madera de cedro	1990 M/cm	6.74	1010 ppm	7.67 NTU	22.3
		2000 M/cm	6.82	1010 ppm	7.51 NTU	22.3
		2010 M/cm	6.85	990 ppm	7.38 NTU	22.3
		2020 M/cm	6.90	100 ppm	7.29 NTU	22.3

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
C.P 001/Post Dia 1	Post-Muestras de la Cascara de plátano	2100 M/cm	6.01	1300 ppm	10.93 NTU	23.2
		2140 M/cm	6.19	1320 ppm	10.74 NTU	23.2
		2120 M/cm	6.26	1410 ppm	10.82 NTU	23.2
		2150 M/cm	6.18	1320 ppm	11.21 NTU	23.2

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL

Cecilia Yocelin Estrada Ramos
(E) LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

4. DATOS DE LA MUESTRA: Post-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro

DIA 2

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
M.C 001/Post Dia 2	Post-Muestras de la Madera de cedro	3060 ppm	5.84	1340 ppm	3.78 NTU	21.8
		3070 ppm	5.71	1550 ppm	3.72 NTU	21.8
		3090 ppm	6.14	1560 ppm	3.52 NTU	21.4
		3080 ppm	5.70	1554 ppm	3.67 NTU	21.4

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
C.P 001/Post Dia 2	Post-Muestras de la Cascara de plátano	3290 ppm	5.38	1670 ppm	3.65 NTU	22.2
		3300 ppm	5.37	1660 ppm	4.34 NTU	22.2
		3310 ppm	5.37	1670 ppm	3.44 NTU	22.2
		3320 ppm	5.35	1670 ppm	3.44 NTU	22.2

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL

Gisela
Gisela Yoseth Lazaro Ramos
(E) LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

6. DATOS DE LA MUESTRA: Post-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro

DIA 4

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
M.C 001/Post Dia 4	Post-Muestras de la Madera de cedro	3820 µm	4.41	1570 ppm	1.45 NTU	19.1
		3080 µm	4.42	1550 ppm	1.79 NTU	19.1
		3080 µm	4.42	1570 ppm	1.73 NTU	19.1
		3090 µm	4.43	1560 ppm	1.70 NTU	19.1

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
C.P 001/Post Dia 4	Post-Muestras de la Cascara de plátano	1587 µm	5.88	804 ppm	1.94 NTU	20.7
		1584 µm	5.84	805 ppm	1.94 NTU	20.7
		1597 µm	5.85	807 ppm	1.85 NTU	20.7
		1599 µm	6.01	810 ppm	1.95 NTU	20.7

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL
Cecilia YOSHIO LIZARDI RAMOS
(E) LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

6. DATOS DE LA MUESTRA: Post-muestras Cascara de plátano y Madera de cedro

DIA 6

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
M.C 001/Post Dia 6	Post-Muestras de la Madera de cedro	1279 N/m	2.70	1250	3.79 NTU	22.2
		1280 N/m	2.63	1260	3.33 NTU	22.2
		1285 N/m	2.73	1260	3.50 NTU	22.3
		1287 N/m	2.74	1260	3.42 NTU	22.2

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				
CODIGO	REFERENCIA	C.E	PH	SDT	TURBIDEZ	Tº
C.P 001/Post Dia 6	Post-Muestras de la Cascara de plátano	1279 N/m	6.00	640 ppm	1.90	23.2
		1280 N/m	6.04	650 ppm	2.11	23.2
		1285 N/m	6.01	653 ppm	2.10	23.2
		1287 N/m	6.00	653 ppm	1.90	23.2

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL
Gisela Yocelin Lazaro Rios
(E) LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

1. DATOS

SOLICITANTE	Fernández Faustino Rudy Hassler	MUESTREADO POR:	Fernández Faustino Rudy Hassler
DEPARTAMENTO	Huánuco	FECHA DE RECEPCIÓN:	06/11/25
PROVINCIA	Huánuco	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	13/11/25
DISTRITO	Huánuco	FECHA DE REPORTE	21/11/25
CASERIO		RECIBO O FACTURA:	2015100671
TIPO DE MUESTRA	Muestra de carbón activado pulverizado	OBSERVACIÓN:	

2. DATOS DE LA MUESTRA: PRUEBA PARA NUMERO DE YODO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS					
CODIGO	REFERENCIA						
C.A MC	Carbón activado de la madera de Cedro	964.7	939.3	964.7	951.9		
C.A CP	Carbón activado de la cascara de Plátano	962.6	913.9	926.6	901.2		

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL

Gisela Yaelin Lázaro Ramos
(E) LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL

Carretera Central Km. 2.5 – La Esperanza Teléfono N° 51 -9773 – Anexo 310 Huánuco – Perú
E-mail: secretaria.ambiental@udh.edu.pe



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental

TEMA TEORICO-PRACTICO
PRUEBA DE NUMERO DE YODO

$$N.^{\circ} \text{ YODO (mg/g)} = \frac{(A-B) \times N \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

PARA CARBON ACTIVADO DE MADERA DE CEDRO

ENSAYO 1.

$$\frac{(7.8 - 0.2) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 964.7 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 2.

$$\frac{(7.8 - 0.4) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 939.3 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 3.

$$\frac{(7.8 - 0.2) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 964.7 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 4.

$$\frac{(7.8 - 0.3) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 951.9 en el rango del buen carbón activado

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL

Gisela Yvelin Lázaro Ramos
del LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental

TEMA TEORICO-PRACTICO
PRUEBA DE NUMERO DE YODO

$$N.^{\circ} \text{ YODO (mg/g)} = \frac{(A-B) \times N \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

PARA CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE PLATANO

ENSAYO 1.

$$\frac{(7.8 - 0.5) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 926.6 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 2.

$$\frac{(7.8 - 0.6) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 913.9 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 3.

$$\frac{(7.8 - 0.5) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 926.6 en el rango del buen carbón activado

ENSAYO 4.

$$\frac{(7.8 - 0.7) \times 0.1 \times 126.93 \times 1000}{0.5} \times \left(\frac{50}{10}\right)$$

R= 901.2 en el rango del buen carbón activado

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL
[Firma]
Gisela Yoseito Lesado Ramos
IE: LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL

ANEXO 09
PANEL FOTOGRÁFICO
OBTENCIÓN DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLATANO



LAVADO CON AGUA DESTILADA, PARA ELIMINAR IMPUREZAS



SECADO DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLATANO



CARBONIZACION DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLATANO



PROCESO DE MOLIENDA Y TAMIZADO DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLATANO



**PESO DEL CARBÓN TAMIZADO PROVENIENTE DE LA MADERA DE
CEDRO Y CASCARA DE PLATANO**



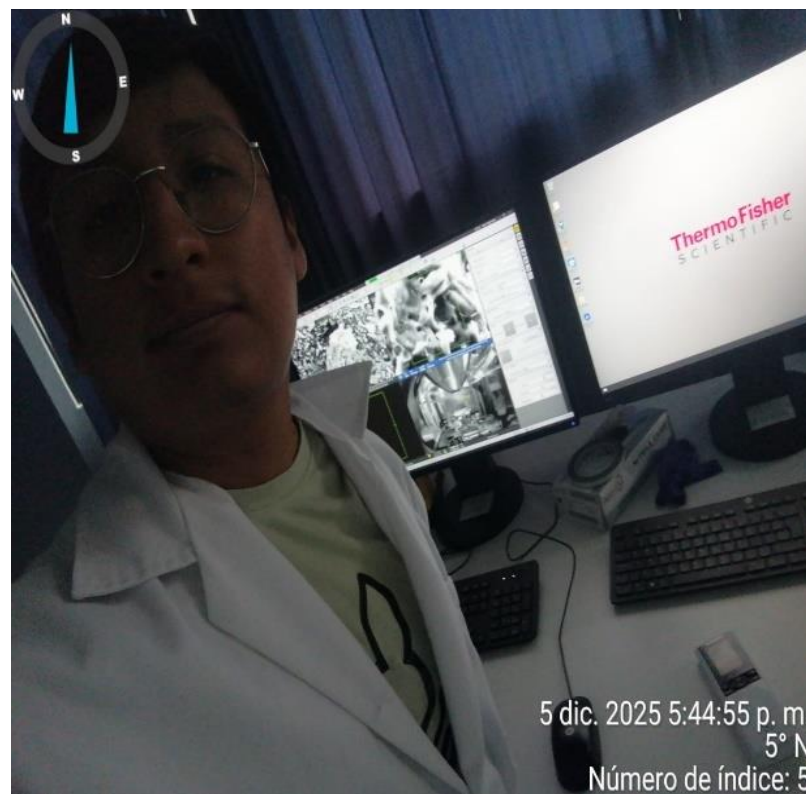
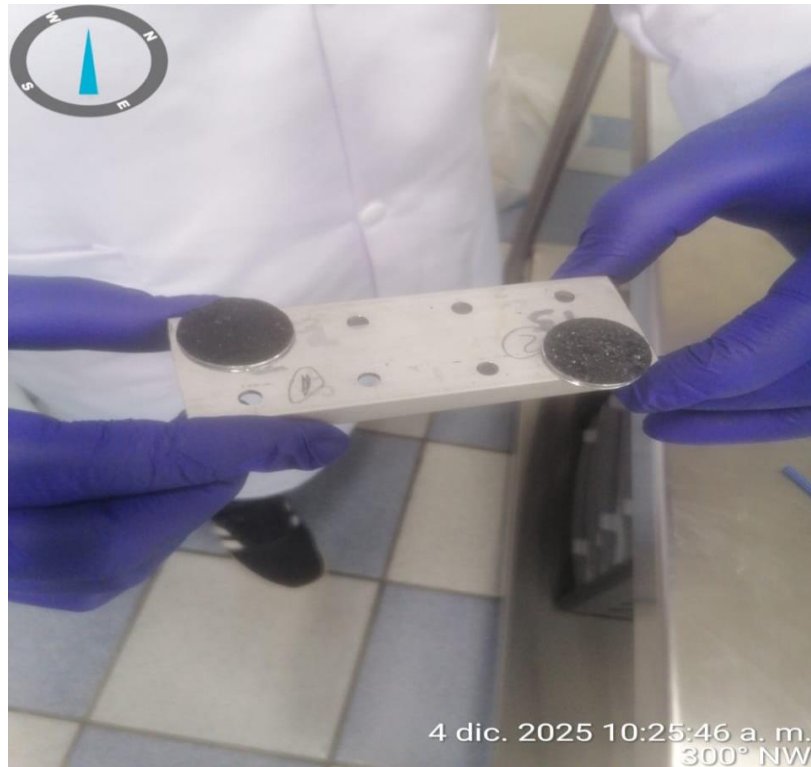
**MATERIALES PARA LA ACTIVACIÓN DEL CARBÓN JUNTO A LA
ASESORA MG KARIN MARLENY**



PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVACION DEL CARBON



**ANÁLISIS DE SU POROSIDAD DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA
DE PLÁTANO CON EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO Y BARRIDO**



PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DEL NÚMERO DE YODO ASTM D4607

PREPARACIÓN DEL TIOSULFATO DE SODIO 0.01



PREPARACION DE SOLUCIÓN DE YODO 0.02 N



PREPARACIÓN DEL INDICADOR ALMIDÓN DE MAÍZ



PESAJE Y MUESTRA DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLÁTANO



COLOCANDO EL CARBÓN ACTIVADO EN LA MATRAZ Y AÑADIENDO LA SOLUCIÓN DE YODO 0.02 N.



AGITACIÓN DURANTE 30 MINUTOS DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLÁTANO



FILTRANDO CON PAPEL FILTRO EL CARBÓN ACTIVADO DE LA MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLÁTANO



**AÑADIENDO UNAS GOTAS DE SOLUCIÓN DE ALMIDÓN AL LIQUIDO
FILTRADO LA MEZCLA SE PONDRÁ DE COLOR AZUL**



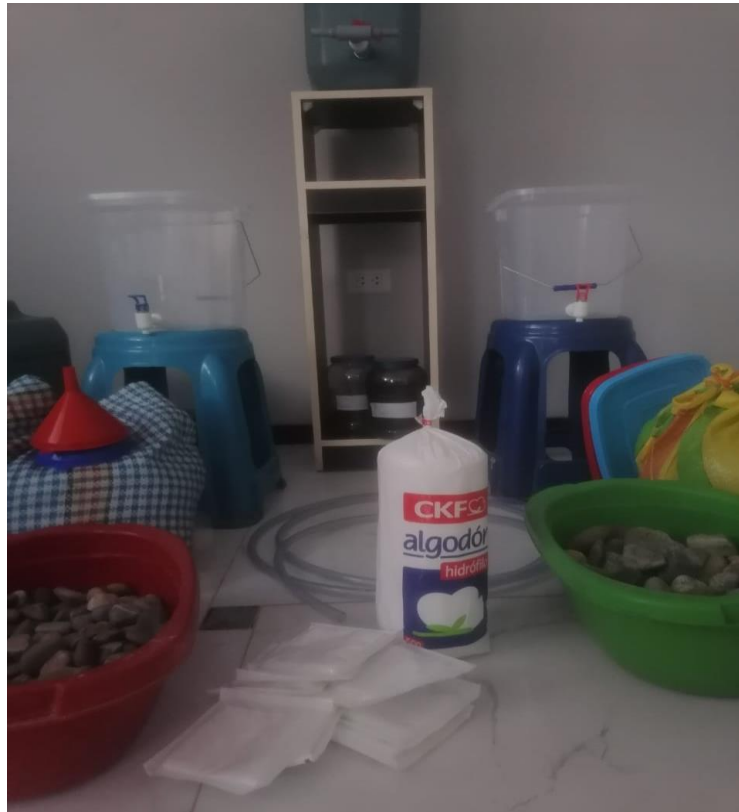
**TITULACIÓN CON EL TIOSULFATO DE SODIO AL 0.01 HASTA QUE
DESAPAREZCA EL COLOR**



VERIFICACIÓN DE MIS JURADOS Y ASESORA EN LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DEL NÚMERO DE YODO ASTM D4607

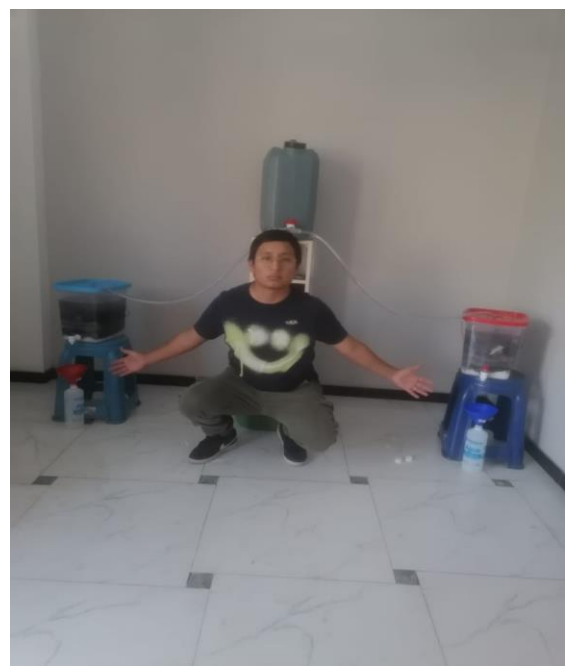


PREPARACIÓN DE LOS FILTROS
MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN

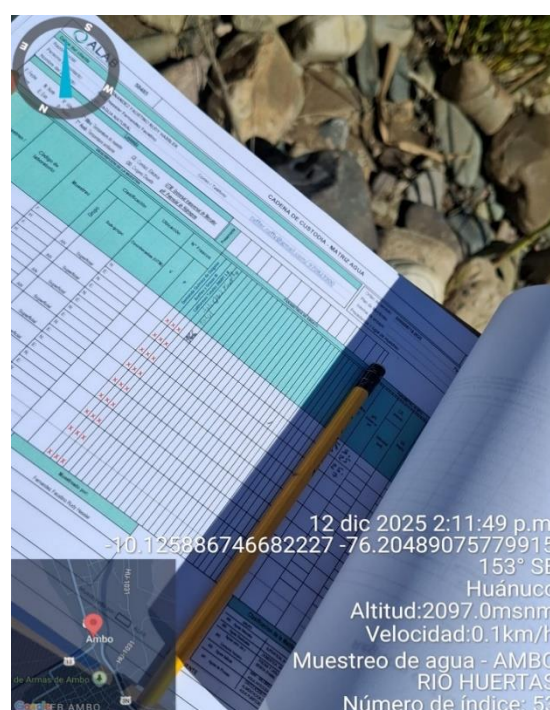


**AÑADIENDO EL CARBÓN ACTIVADO DE LA MADERA DE CEDRO Y
CASCARA DE PLÁTANO DE LA MISMA MANERA LAS CAPAS DEL
FILTRO**





TOMA DE MUESTRAS EN EL RIO VIZCARRA FRENTE AL MERCADO DE AMBO



SUPERVISIÓN DE LA ASESORA MG. KARIN MARLENY EN EL RIO VIZCARRA FRENTE AL MERCADO DE AMBO



PREPARACIÓN DE MUESTRAS PARA ENVIAR AL LABORATORIO DE LIMA Y TAMBIÉN ANALIZAR EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO-ESPERANZA



**SUPERVISIÓN DE LA JURADA Y LA ASESORA EN EL
FUNCIONAMIENTO DE LOS FILTROS DEL CARBÓN ACTIVADO DE LA
MADERA DE CEDRO Y CASCARA DE PLÁTANO**



**VERIFICACIÓN DE LOS JURADOS, ASESORA Y ESPECIALISTA DEL
LABORATORIO DE AMBIENTAL EN LA DETERMINACIÓN DE
PARÁMETROS EN LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO-ESPERANZA**

