

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Implementación de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa - Nauyan Rondós, Huánuco, 2022 - 2023”

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

AUTORA: Soto Polinar, Cinthia Tessy

ASESOR: Vásquez Baca, Yasser

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48512168

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	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445

D

H



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 07 del mes de julio del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1442-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN FILTRO A BASE DE CARBÓN ACTIVADO DE CASCARA DE COCO PARA LA DEPURACIÓN DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO DE CHILEPAMPA-NAUYAN RONDOS, HUÁNUCO, 2022-2023"**, presentado por el (la) Bach. **SOTO POLINAR, CINTHIA TESSY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **12** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47)

Siendo las **17:59** horas del día **07** del mes de **Julio** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

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

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



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **YASSER VÁSQUEZ BACA**, asesor(a) del PA. INGENIERÍA AMBIENTAL y designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 750-2022-D-FI-UDH del 08 de abril de 2022**; del bachiller **CINTHIA TESSY SOTO POLINAR**, de la investigación titulada **“IMPLEMENTACION DE UN FILTRO A BASE DE CARBON ACTIVADO DE CASCARA DE COCO PARA LA DEPURACIÓN DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO DE CHILEPAMPA-NAUYAN RONDOS - HUÁNUCO -2023”**.

Puedo 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, 12 de julio de 2023

Vásquez Baca Yasser

DNI N° 42108318

Código Orcid N° 0000-0002-7136-697X

Informe final Soto polinar Cinthia

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	5%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.scielo.org.co Fuente de Internet	2%
5	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	2%
6	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
8	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	1%
9	www.ecologiaverde.com Fuente de Internet	1%

Vásquez Baca Yasser
DNI N° 42108318
Código Orcid N° 0000-0002-7136-697X

DEDICATORIA

A mi padre quien ha sido determinante con sus buenos sentimientos, valores y hábitos los cuales me ayudaron para perseverar en las dificultades.

Para mi mami quien desde el cielo me ilumina siempre para ser constante en mis metas.

A mi hijo Evans quien es mi motivación más grande, para no rendirme y con ello ser un buen ejemplo para él.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradecer a Dios quien siempre fue mi guía dándome la fuerza necesaria para continuar con mis metas.

A mi padre quien constantemente me dio estímulos y su comprensión, de igual manera un incondicional apoyo a través de mi formación académica.

A los docentes de la facultad de ingeniería, por mi formación profesional; al Biólogo Rolando Duran y mi asesor el Mg. Yasser Vasquez.

Y a cada persona que de diferente manera me han apoyado en el proceso de este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.4.1. JUSTIFICACIÓN A NIVEL TEÓRICO.....	15
1.4.2. JUSTIFICACIÓN A NIVEL PRACTICO.....	15
1.4.3. JUSTIFICACIÓN A NIVEL SOCIAL.....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL	22
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. LIXIVIADOS.....	22

2.2.2.	CLASIFICACIÓN DE LIXIVIADOS	23
2.2.3.	COMPOSICIÓN DE UN LIXIVIADO	24
2.2.4.	TRATAMIENTOS DEL LIXIVIADO	25
2.2.5.	VERTEDEROS CONTROLADOS	28
2.2.6.	CARACTERÍSTICAS DE UN BOTADERO INFORMAL.....	28
2.2.7.	CARACTERÍSTICAS DE UN BOTADERO FORMAL	29
2.2.8.	CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN HUÁNUCO	29
2.2.9.	MARCO NORMATIVO DE CALIDAD DE AGUAS, PROTOCOLOS DE MONITOREO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS	30
2.2.10.	DEPURACIÓN.....	32
2.2.11.	COCO (COCOS NUCIFERA)	33
2.2.12.	CARBÓN ACTIVO	34
2.2.13.	PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO..	35
2.2.14.	ESTRUCTURA DEL CARBÓN ACTIVADO.....	36
2.2.15.	CLASIFICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO.....	37
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	38
2.3.1.	BOTADERO.....	38
2.3.2.	BOTADERO CONTROLADO	38
2.3.3.	RELLENO SANITARIO.....	38
2.3.4.	RELLENO SANITARIO DE SEGURIDAD.....	38
2.3.5.	DEPURACIÓN.....	39
2.3.6.	CARBON ACTIVO.....	39
2.3.7.	LIXIVIADOS.....	39
2.3.8.	COCO	40
2.3.9.	RESIDUOS SOLIDOS	40
2.3.10.	ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)	40
2.4.	HIPÓTESIS	40
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	40
2.5.	VARIABLES	41
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	41
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	41
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	42

CAPÍTULO III.....	43
MÉTODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.1. ENFOQUE.....	43
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	43
3.1.3. DISEÑO.....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.2.1. POBLACIÓN.....	45
3.2.2. MUESTRA.....	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.2. PARA LA TOMA DE MUESTRA.....	48
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	49
CAPÍTULO IV.....	50
RESULTADOS.....	50
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	50
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	59
CAPÍTULO V.....	61
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación de las características típicas de los lixiviados.....	24
Tabla 2 Clasificación del lixiviado según su edad.....	25
Tabla 3 Análisis Físicoquímico.....	50
Tabla 4 Análisis microbiológico pre tratamiento con filtro de carbón.....	50
Tabla 5 Análisis físicoquímico post tratamiento con filtro de carbón.....	51
Tabla 6 Análisis microbiológico post tratamiento con filtro de carbón.....	51
Tabla 7 Procesamiento de los parámetros físicoquímicos.....	52
Tabla 8 Procesamiento de los metales pesados.....	54
Tabla 9 Procesamiento de los parámetros microbiológicos.....	56
Tabla 10 Resumen de procesamiento de datos.....	58
Tabla 11 Prueba de normalidad.....	59
Tabla 12 t de student para una media.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Botadero controlado de Piura	28
Figura 2 Fruto del coco	33
Figura 3 granulo de carbon activado.....	34
Figura 4 Carbon activo de coco	36
Figura 5 Diferencia del parámetro conductividad con ECA-agua.....	53
Figura 6 Diferencia del parámetro pH con ECA-agua.....	53
Figura 7 Diferencia del metal pesado cadmio con ECA-agua.....	55
Figura 8 Diferencia del metal pesado plomo con ECA-agua	55
Figura 9 Diferencia del parámetro coliformes totales con ECA-agua.....	57
Figura 10 Diferencia del parámetro coliformes fecales con ECA-agua.....	57

RESUMEN

En el trabajo de investigación “Implementación de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa-Nauyan Rondos - Huánuco” considerando que los lixiviados de los residuos sólidos suelen ser un problema grave para el ambiente, se tuvo como **objetivo** demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos. Para ello en la **metodología** de tipo experimental, cuantitativo en la que se realizó la elaboración del carbón activado de cascara de coco, con la cual se implementó un filtro, se analizó los lixiviados antes y después del tratamiento en la que se obtuvieron los siguientes **resultados**: parámetros fisicoquímicos conductividad inicial 2,8600uS/cm y después del experimento con el filtro de coco tiene 13,9450uS/cm, del pH inicial 7,5600 después del experimento tiene 7,5117. Los metales pesados; cadmio inicial 0,004ppm y después del experimento tiene 0,003333ppm, el plomo inicial 0,142000 ppm y después del experimento tiene 0,011000 ppm. Los parámetros microbiológicos; los coliformes totales inicial 1400000 NMP/100mL y después del experimento tiene 143333 NMP/100mL. Respecto a los coliformes fecales 1100000 NMP/100mL y después del experimento tiene 35666,67 NMP/100mL. Al ser comparados los ECA-agua (categoría 4) 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.

Palabras claves: Implementación, filtro, carbón, cascara, coco, depuración.

ABSTRACT

In the research work "Implementation of a filter based on activated carbon coconut shell for the purification of leachate from the dump of Chilepampa-N auyan Rondos - Huánuco" considering that the leachate of solid waste is usually a serious problem for the environment, it was aimed at to demonstrate the efficiency of a filter based on activated carbon coconut shell in the treatment of leachate from the controlled dump of Chile pampa-Nauyan Rondos. For this, in the experimental **methodology**, quantitative in which the elaboration of the activated carbon of coconut shell was carried out, with which a filter was implemented, the leachate was analyzed before and after the treatment in which the following results were obtained: physicochemical parameters initial conductivity 2.8600uS / cm and after the experiment with the coconut filter has 13.9450uS / cm, from the initial pH 7.5600 after the experiment has 7.5117. Heavy metals; Initial cadmium 0.004ppm and after the experiment has 0.003333ppm, the initial lead 0.142000 ppm and after the experiment has 0.011000 ppm. Microbiological parameters; total coliforms initially 1400000 NMP/100mL and after experiment has 143333 NMP/100mL. Regarding fecal coliforms 1100000 NMP/100mL and after the experiment it has 35666.67 NMP/100mL. When comparing RCTs-water (category 4) it is **concluded** that the coconut activated carbon filter is efficient in the treatment of leachates, since it stabilizes the pH, reduces the amount (ppm) of heavy metals and reduces the population (NMP / 100mL) of coliforms.

Keywords: Implementation, filter, carbon, shell, coconut, purification.

INTRODUCCIÓN

Todo los lixiviados son líquidos que percolan por medio de los residuos sólidos que se depositan y estos extraen sólidos disueltos o suspendidos materiales de ellos. Los lixiviados se forman al mezclarse con aguas de precipitaciones que se infiltran en el depósito y otros productos compuestos que proceden de la degradación de los residuos mezclados. Los lixiviados al ser expuestos al ambiente sin algún control o tratamiento pueden generar problemas a la salud y efectos negativos al ecosistema.

Actualmente, se encuentran disponibles varias tecnologías diferentes para el tratamiento de lixiviados de vertederos, con el objetivo de alcanzar los estándares establecidos por la legislación ambiental. El tratamiento de un lixiviado se puede realizar mediante procesos biológicos, procesos físico-químicos, filtración por membrana, tratamientos oxidativos avanzados y sistemas naturales.

En el botadero controlado de Chilepampa los subproductos de las operaciones contienen altas concentración lixiviados, materia orgánica, metales pesados, sólidos suspendidos totales, además de nitrógeno y fósforo, a ello se suma que el área en la que se encuentra el botadero está a punto de colapsar y las demás afectaciones que se genera a la población.

Para sumar un aporte al control de los lixiviados se propone el uso del carbón de coco, puesto que es un residuo vegetal que se aprovecha, antes de ser desechado, además con ello se aprovecha la capacidad de adsorción de carbón, siguiendo la línea del desarrollo sostenible y la biotecnología.

El filtro del carbón de cascara de coco tiene la capacidad de estabilizar el pH, reduce la coliformes totales y fecales, además remueve metales pesados, lo cual se muestra a través de los resultados. Estos resultados podemos corroborarlos en el recorrido del presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) genera lixiviados, un efluente altamente contaminante, debido a la complejidad de su composición, que incluye una alta concentración de materia orgánica (biodegradable y refractaria), en la que los compuestos húmicos constituyen un grupo importante, así como compuestos nitrogenados, metales pesados y sales inorgánicas (Araújo, 2020).

Muchos países en el mundo no poseen un sistema de tratamiento de sus residuos sólidos. Una de las regiones más afectadas es Latinoamérica: más del 50% de los desechos sólidos son depositados en botaderos de basura al aire libre, teniendo como consecuencia altos niveles de contaminación, lixiviados y la proliferación de enfermedades en la población y en la fauna. No hay normatividad específica para tratamiento de lixiviados, ni límites permisibles de descarga, ya que las leyes de agua de los países cuentan con parámetros de descarga para el vertido en los cuerpos de agua que deben ser cumplido por todos. Los residuos orgánicos representan a nivel de Latino América el 60% del total de los residuos sólidos domésticos, y por ello su tratamiento representa un desafío para los administradores de los sistemas de manejo de residuos sólidos considerando que su inadecuada disposición presenta afectaciones ambientales ocasionadas por la generación de lixiviados y emisión de biogás.

En el caso del Perú, más del 40% de los desechos sólidos terminan en botaderos. Por lo tanto, el tratamiento de la basura se convierte en una problemática ambiental que también tiene consecuencias a nivel social y político en este país, ya que por lo general estos residuos pueden tener un segundo uso, sin embargo prácticas como el reciclar, reutilizar y reducir no son realizados. El MINAM (2022) señala que, en el Perú, son generados una media de 21 mil toneladas de residuos municipales por día, que se producen por los más de 33 millones de connacionales. Lo cual es equivalente a 0.8 kg

de residuos se genera cada persona diaria. Los residuos generados tienen como disposición final los rellenos sanitarios y botaderos, sin embargo, para la cantidad de residuos que se generan estas infraestructuras no se dan abasto, a partir de ello se forman los botaderos no formales los cuales no cumplen con el tratamiento adecuado y se convierten un foco infeccioso tanto para la salud de las personas como el medio ambiente.

En el centro poblado de Nauyan Rondos, los lixiviados contaminan en primer lugar al suelo, que es el primer recurso que tiene contacto directo con este líquido ya que el suelo es altamente permeable, causando que el suelo pierda toda capacidad de producción, y se modifique su composición, esto es relativo ya que el suelo al ser permeable le permite el paso del lixiviado a capas más profundas llegando hasta a contaminar las masas de agua subterráneas que existen en los alrededores. El clima cumple un factor fundamental, si hay presencia de lluvia, los lixiviados por acción de la escorrentía llegan a contaminar a las fuentes de agua superficiales que estén cerca al botadero, por lo general causan la eutrofización en las fuentes de agua ya que contienen alto contenido de nutrientes de diferentes tipos y un nivel alto de toxicidad del agua, debido a su composición, la que principalmente se conforma de amonio, cloruros y sulfatos.

Este proyecto busca realizar un tratamiento al lixiviado que se produce en el botadero controlado de Chile pampa, con el fin de minimizar la contaminación que generan estos lixiviados al tener contacto con la capa del suelo y fuentes de agua más cercanas, se trabajará con un producto que es ya conocido, el carbón activado que es fácil de elaborar y lo puede realizar cualquier persona común de manera simple, fácil y sobre todo no será oneroso.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en la depuración de lixiviados del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondós - Huánuco?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, en el botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco?
- ¿Cuál es la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco?
- ¿Cuáles son las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos - Huánuco.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Demostrar las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, en el botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco.
- Demostrar la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco.
- Demostrar las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a la situación actual, el presente proyecto a realizar es necesario, ya que se generará conocimiento sobre la elaboración del carbón activo, de forma didáctica y compleja, ya que este producto es conocido por su capacidad de depuración de agua, pero mas no el proceso de su elaboración, el cual es simple y no conlleva demasiada inversión. En este caso el fin es usarlo para la depuración de los lixiviados, de la misma forma también la presente investigación permitirá el reusó de estos líquidos, por ejemplo, para el riego de los vegetales, teniendo en cuenta que el agua es un recurso destinado para varias actividades y se ha vuelto un recurso muy escaso en la actualidad para ciertos sectores del país.

A su vez va disminuir la contaminación que se da en los botaderos controlados, ya que estos lixiviados son perjudiciales para el medio ambiente, afectando al suelo, a los pozos de agua subterráneos e incluso por acción de la escorrentía llega hasta ríos, lagos, etc. El proyecto mejorara las características de los lixiviados con el fin de que sean menos perjudiciales para el medio ambiente.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN A NIVEL TEÓRICO

El estudio se justifica por la determinación de contaminantes en los lixiviados, que estos a su vez van a contaminar el ambiente, principalmente las aguas subterráneas y su posterior consecuencia a la salud de la población adyacente al botadero de Chile Pampa.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN A NIVEL PRACTICO

La investigación se justifica en razón que se estudió el problema que generan los lixiviados no controlados y sus componentes, posteriormente se hallara la relación que estos presentan con la salud del ambiente en el lugar de su generación.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN A NIVEL SOCIAL

Terminado la investigación se divulgará los resultados mediante publicaciones en revistas especializadas, a fin de que la población pueda tomar conciencia de lo perjudicial que son los lixiviados, pues de esta

manera se contribuye al control de la emisión de los lixiviados, y por lo tanto a la disminución de la contaminación ambiental.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Fue al momento de realizar la elaboración del carbón activo empleando como materia prima únicamente al coco, debido a las altas temperaturas requeridas para la incineración de su cáscara. Las limitaciones al realizar el estudio fue el clima ya que en épocas de lluvia la generación de lixiviados es más y a su vez se forman fangos, lo que aturdiría el proceso de muestreo.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio realizado tuvo características que lo hicieron viable, el tema abordado que es carbón activado es muy conocido y estudiado en diferentes áreas, por lo que se tuvo la suficiente información teórica de fuentes confiables para asegurar el éxito del proyecto. El proceso de elaboración del carbón no conllevó mucho tiempo y mucho menos una inversión muy alta por lo que por este lado económicamente también fue viable.

Se tuvo un libre ingreso para el botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco ya que se coordinó anteriormente con las entidades pertinentes, debido a que se encuentran en una constante búsqueda de nuevas formas de minimizar la contaminación que este botadero produce en el medio ambiente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gualteros & Cáceres (2021) en su tesis titulada; “Estudio comparativo entre la capacidad de adsorción del carbón activado y la zeolita para la remoción de nitrógeno amoniacal en lixiviados de un relleno sanitario” Universidad de La Salle – Colombia. Cuyo objetivo fue comparar la capacidad de adsorción del carbón activado y la zeolita en contacto con el nitrógeno amoniacal contenido en el lixiviado de un relleno sanitario. En la **metodología** se realizó mediante la elaboración de isothermas de adsorción, las cuales establecieron la capacidad que tenía el carbón activado y la zeolita de adsorber el nitrógeno amoniacal; se realizó una prueba inicial con el fin de determinar la capacidad de adsorción con las que partían estos minerales, luego se realizaba esta prueba después de cada corrida o jornada de trabajo, esto para observar el comportamiento a través de su uso. Con los **resultados** de las concentraciones definidas, se calculó el porcentaje de remoción de nitrógeno amoniacal. Se estableció la relación costo-beneficio, donde se incluyó el gasto económico de los insumos, el de las estructuras, el gasto energético y la mano de obra del personal técnico que realizaría el mantenimiento, con este valor se logró obtener el valor del costo del metro cubico de lixiviado. La zeolita al igual que el carbón activado demostraron ser eficientes a diferentes cargas de nitrógeno amoniacal presente en el agua de lixiviado. La zeolita no presentó mayor variación en las eficiencias comparado con el carbón activado. **Concluyendo** que, en el proceso de remoción de nitrógeno amoniacal, los materiales adsorbentes agotaban su capacidad de adsorción. La zeolita demostró al finalizar los ensayos mayor remoción del contaminante en estudio, esta comparada con la remoción del carbón activado; para el mismo número de ensayos, tanto para el caso del agua de lixiviado como para el agua impactada.

Trujillo et al. (2020) en la investigación titulada; “Tratabilidad de los lixiviados del relleno sanitario los corazones de la ciudad de Valledupar mediante el uso de carbón activado” para la Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Colombia. Con el **objetivo** de evaluar la tratabilidad en términos de remoción de materia orgánica (DQO) presente en los lixiviados del relleno sanitario Los Corazones de la ciudad Valledupar, a través del proceso de adsorción con carbón activado. En la **metodología** se desarrolló bajo dos modelos de flujo hidráulico (reactores continuos y discontinuos) analizando variables como dosis, tiempo de contacto y PH, con la finalidad de comparar y obtener el mayor rendimiento en la remoción de carga orgánica de los lixiviados en estudio. Para reactores discontinuos con lixiviado crudo se obtuvieron **resultados** de un 67% de remoción de materia orgánica, modificando el PH a 3 se obtuvieron resultados de un 80 % de remoción de materia orgánica, obteniendo a su vez las mejores condiciones de remoción de DQO en el modelo de flujo discontinuo empleando dosis de 100g/l con tiempos de contacto de 90 minutos. El reactor continuo se utilizó con caudal de 6 ml/min, tiempo de retención hidráulico de 90 min, dosis utilizada de 640g de carbón activado, donde se ensayó con lixiviado crudo obteniéndose remociones de carga orgánica del 83%, ajustando el pH a 3 se obtuvo remociones del 97%. **Concluyendo** que el carbón activado de origen mineral mostró resultados apropiados para los ensayos, mostrando una rápida cinética de adsorción, una amplia área superficial con una superficie porosa heterogénea.

Salas (2018) en su tesis titula; “Biorremediación de suelo y tratamiento de lixiviados con carbón activado de bambú del ex-basurero a cielo abierto el Zapote, del Instituto Politécnico Nacional, Altamira, Tamaulipas, México” tuvo por **objetivo** biorremediar de suelo con lodos residuales (LR) y tratamiento de lixiviado con carbón activado a partir de bambú. La **metodología** Siguió la línea del proyecto piloto, para el estudio se utilizaron dos suelos, uno contaminado del ex relleno sanitario “El Zapote”, el otro suelo no contaminado (suelo de control) muestreado cerca del área de estudio, y lodos residuales. para experimentar En

cuanto a los resultados del tratamiento de lixiviados, los datos experimentales mostraron que el CA elimina hasta 81,4° de color y reduce la DQO a 91,6° después de 9 h de reacción a 60 °C. El máximo de adsorción de metales pesados se alcanzó a pH 8,0 en 20 minutos, los porcentajes de remoción de Pb(II), Cu(II) y Ni(II) fueron 87, 43 y 30,5%. Un modelo de pseudo-segundo orden explicó la cinética de adsorción más eficiente para Pb, Ni y Cu, mientras que para Zn se encontró un modelo de cuasi-primer orden. El lodo contenía grandes cantidades de materia orgánica fácilmente degradable, lo que provocó un aumento en la actividad microbiana como lo demuestra la producción de dióxido de carbono, la mineralización de nitrógeno y la actividad enzimática. **Concluyendo** que el CA sintetizado a partir de la especie *Guadua amplexifolia* puede usarse potencialmente como un adsorbente eficaz para la reducción de la DQO, los iones de metales pesados y la eliminación del color de las aguas residuales municipales.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Robles (2023) En su trabajo de investigación titulado “*Tratamiento de lixiviados con semillas y carbón activado de Moringa oleífera en el relleno Sanitario de Uchuypampa*” en la Universidad César Vallejo. Cuyo **objetivo** fue determinar qué tipo de dosis, es eficiente para el tratamiento de lixiviados, con las semillas de Moringa Oleífera como coagulante natural. **Metodología**; se inició con la formación de tres tipos diferentes de coagulantes en base a las semillas, las cuales son en su estado natural, carbón activado y la fusión de ambas, con toma de muestras iniciales de parámetros, para comparar su reacción a estos coagulantes, por un tiempo de 1 hora para la sedimentación, la agitación con 50 RPM, por un lapso de tiempo de 20 minutos para la homogenización. Obteniendo en los **resultados** de media como la eliminación de coliformes termotolerantes alrededor del 81.59% de eficiencia, en el caso de la DQO una reducción del 25.57%, para la DBO una reducción del 15.74%, como también el incremento de la turbiedad del 6.46% en la media, al igual que STS, que aumentaron por la presencia del coagulante

natural, con 15.32% de media. **Concluyendo** que se puede categorizar en los diferentes tipos de dosis aplicados, de los cuales la fusión de ambas presentaciones de Moringa Oleífera, obtuvo un mejor resultado en diferentes parámetros analizados.

Quispe (2021) en su trabajo de investigación titulado “*Sistemas de tratamientos de lixiviado de vertederos para eliminar contaminantes fisicoquímicos. Revisión sistemática*” en la Universidad César Vallejo. Teniendo por **objetivo** evaluar los sistemas de tratamientos de lixiviado de vertederos, se analizó la eficiente en la eliminación de contaminantes fisicoquímicos, se trabajó con la **metodología** de análisis documental y se recopiló 58 artículos científicos. Los **resultados** lograron tratar al contaminante orgánico mediante el tratamiento biológico, fisicoquímico y la combinación de ambos resultó la remoción del 95%, 98.3% y 98% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) respectivamente, mediante la aplicación de reactores (reactor manto de lodo anaerobio de flujo ascendente (UASB), un reactor anóxico/aeróbico (A/O) y el UASB desnitrificante (DUASB)), (proceso de peróxido de hidrógeno sonolítico (US- H₂O₂) y persulfato sonolítico (US-PS)) y (reactor granular de biofiltro por lotes de secuenciación (SBBGR) y el reactor electroquímico) respectivamente, con una temperatura que osciló a 29.5°C con tiempo de retención hidráulica (HRT) de 10.5 días, pH 5.25. Para el contaminante inorgánico se logró remover un 99.92%, 97.5% y 95% del nitrógeno de amonio respectivamente, se aplicó los procesos (sistema biológico compuesto de bajo oxígeno disuelto (OD)), (coagulación, carbón activado granular (GAC) e intercambio iónico) y (coagulación y fotobiorreactor de columna (PBR)) respectivamente, la temperatura osciló a 25.25°C con pH 7.25, agitación de 100 rpm. **Concluyendo** que el lixiviado joven se caracterizó por tener mayores compuestos orgánicos (DQO y DBO) mientras que los medianos y viejos tienen mayores compuestos inorgánicos (NH₃-N, NH₄⁺-N y metales pesados). Los métodos biológicos y fisicoquímicos son utilizados para eliminar compuestos biodegradables y refractarios respectivamente.

Chávez (2017) en su tesis *“Evaluación del filtro roca en el tratamiento fisicoquímico del lixiviado en la planta de tratamiento de residuos sólidos”* en la Universidad Nacional de Cajamarca. Tuvo por **objetivo** evaluar y proponer mejoras en el lixiviado generado por la planta de tratamiento de residuos sólidos de Cajamarca. En la **metodología** se utilizó el método analítico, que determinaron los variables que se consideran de importancia para el análisis del lixiviado y su tratamiento mediante el filtro roca. Se hizo la propuesta para la descontaminación de lixiviados generados mediante el filtro roca compuestos por diferentes capas de materiales pétreos. Para lo cual se construyeron tres filtros de diferente cantidad de carbón. **Resultados**; el filtro F-1. El trabajo de investigación comprendió dos fases: La primera fase, fue el reconocimiento de campo y ubicación de los puntos para extraer la muestra de lixiviado de cada uno de los filtros para su respectivo análisis en laboratorio. La segunda fase correspondiente al trabajo de laboratorio y consistió en realizar el análisis de las muestras provenientes de los filtros: F-1, F-2, F-3. En el trabajo de gabinete se dio la interpretación correspondiente a los resultados del laboratorio y se realizaron las comparaciones con LMP para la descarga de efluentes líquidos de tratamiento de residuos sólidos y lixiviados de rellenos sanitarios y de seguridad, que establece la Legislación peruana debido a que, los puntos potenciales de descarga son los pozos de almacenamiento área de investigación. La evaluación realizada en este trabajo de investigación muestra que la concentración de algunos elementos como: La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) registra 237 mg/L; demanda química de oxígeno (DQO) registra 1 179 mg/L; sólidos totales, valores de 14 450 mg/L; oxígeno disuelto valores de 0,05 mg/L; que superan los LMP, establecidos por la legislación peruana. **Concluyendo** que el lixiviado presenta un índice de biodegradabilidad, es decir la relación DBO/DQO de 0,33; conociendo el valor de biodegradabilidad define en gran medida el tipo de lixiviado y el tipo de tratamiento, mediante procesos aerobios.

2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL

Tito (2019) de su tesis: “Degradación de la carga orgánica de lixiviado maduro mediante proceso de oxidación avanzada $H_2O_2/uv/tio_2$ en reactor anular del relleno sanitario” en la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tuvo por objetivo degradar la carga orgánica de lixiviado maduro mediante proceso de oxidación avanzada $H_2O_2/UV/TiO_2$ en reactor anular fotocatalítico del relleno sanitario de la Municipalidad Provincial de Concepción. En la metodología, se elaboró el diseño estadístico con tres factores: concentración de H_2O_2 , pH y tiempo de operación del equipo; cada factor con cinco niveles, H_2O_2 (2600, 2800, 3000, 3500 y 4400 mg/L), pH (2.6, 2.8, 3, 3.2 y 3.36) y tiempo (11, 15, 20, 25 y 29 minutos). Resultados: H_2O_2 (2600 mg/L), pH (3.3) y tiempo (20 minutos). La dinámica de fluidos computacional (CFD) muestra que la distribución de velocidad de flujo es homogénea, y la distribución de radiación máxima es $278W/m^2$ y la mínima es $2W/m^2$. Por lo que concluyó que la materia orgánica del lixiviado maduro es degradada en el reactor utilizado.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LIXIVIADOS

Son líquidos que circulan dentro de los residuos en los vertederos. La lixiviación se produce en los procesos de fermentación y descomposición de la materia orgánica, que es el resultado de la filtración del agua de lluvia, que es absorbida por los residuos y capta compuestos químicos y sustancias biológicas. Son muy contaminantes y peligrosos para el medio ambiente y la salud de los seres vivos, por lo que deben ser manipulados adecuadamente (Roper, 2020).

Giraldo (1997) señala que la calidad de los lixiviados en un vertedero varía mucho con el tiempo, al igual que el tipo de vertedero. En primer lugar, vale la pena mencionar las diferencias en la calidad de las aguas residuales entre países desarrollados y en vías de desarrollo. En resumen, se puede decir que la concentración de DBO, amoníaco,

metales y precipitación en los lixiviados de los vertederos sanitarios en los países en desarrollo es mucho mayor que en los países desarrollados.

El lixiviado es agua contaminada con componentes de desecho a medida que se filtra a través de la instalación de eliminación de desechos. Contiene componentes de desecho que se disuelven, no permanecen en el suelo y no son degradables química o biológicamente. Algunos componentes potencialmente dañinos de los lixiviados son productos de cambios químicos o bioquímicos en los desechos (Manahan, 2006).

Manahan (2006) menciona que la mejor forma para la gestión del lixiviado es la prevención de su producción eso limitará su infiltración en las áreas en las que se encuentran. La velocidad de producción de los lixiviados puede ser muy bajas cuando los sitios se seleccionaron, diseñan y se construyen con la presión mínima de lixiviados como el principal objetivo. Una barrera de baja impermeabilidad, bien mantenida o más sobre el vertedero es muy importante para minimizar la generación de lixiviados. Los lixiviados circulan en forma descendente hacia el fondo, Aunque podrían, según las condiciones de los materiales, circulan lateralmente. Es importante, por ello protege el terreno con algún tipo de material impermeable, cuando la condición del terreno sea permeable, puesto que el riesgo de infiltración y posterior contaminación de las aguas subterráneas con lixiviados es alto en tal situación (Campos, 2020).

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LIXIVIADOS

Los lixiviados son clasificados según su composición, y tanto su calidad como su cantidad varían significativamente en diferentes lugares y estaciones, dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos a disponer; hidrogeología específica del sitio; diseño, operación y antigüedad del relleno sanitario; y la biodegradabilidad relativa de varios contaminantes orgánicos en un vertedero (Najera, 2000).

Tabla 1*Comparación de las características típicas de los lixiviados*

Características	Lixiviado joven	Lixiviado viejo
DBO	Muy alto	Baja
DQO	Muy alto	Alto
Amoniaco	Muy alto	Alto
Fosforo	Usualmente deficiente	Suficiente
pH	Muy bajo	Baja
Detergente	Muy alto	Bajos
Sale disuelta	Muy altas	Bajas (Relativo)
Agente incrustante (Fe, Ca, Mg)	Muy altos	Baja
Metal pesado	Muy altos	Baja

Nota. Los datos son proporcionados por Giraldo, 1997. Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: Avances recientes

2.2.3. COMPOSICIÓN DE UN LIXIVIADO

El lixiviado este compuesto por:

- Sustancia orgánica, medida por medio de DQO, DBO5 y COT.
- Nitrógenos formados en NH_4 , NH_3 , NO_3
- Sustancias inorgánicas, CHO_3 , Cl, SO_4 , Na y Ca (Fernández et al., 2004).

Los metales pesados, aunque por lo general no son muy importantes, siempre deben determinarse por el tipo de desecho que se agrega al vertedero, porque el vertedero tiene un ambiente sulfidogénico que atrapa los metales. su peligrosidad y toxicidad y, por lo tanto, es un importante factor de riesgo para las aguas subterráneas utilizadas (Fernández et al., 2004).

Los indicadores que identifican la composición de los lixiviados de vertedero son válidos, pero esto no significa que no emitan muchos otros componentes que no se tienen en cuenta, porque no debemos olvidar que existe información públicamente disponible. los primeros veinticinco años de funcionamiento del vertedero y son típicos de depósitos clásicos

que recibían y reciben diferentes tipos de residuos, una parte importante de los cuales son residuos orgánicos y muchos de los cuales también contenían residuos industriales. Por lo tanto, los datos cubren una pequeña fracción de las muchas combinaciones de residuos, métodos de relleno sanitario y solo un pequeño período del ciclo de vida del relleno sanitario, que según la generación de lixiviados puede durar cientos de años, por lo que se puede pesar una línea in situ antes. precipitación. está sucediendo factores naturales y artificiales que juntos evitan un impacto inaceptable en las aguas subterráneas (Fernández et al., 2004).

Tabla 2
Clasificación del lixiviado según su edad

Parámetro	Edad del relleno y tipo de lixiviado		
	<5(joven)	5–10 (medio)	>10(viejo)
	I (Biodegradable)	II (Intermediario)	III (Estabilizado)
Ph	< 6.5	6.5 – 7.5	> 7.5
DQO (mg/L)	> 20,000	3,000 – 15,000	< 5,000
DQO/COT	< 2.7	2.0 – 2.7	> 2.0
DBO5/DQO	> 0.5	0.1 – 0.5	< 0.1
AGV*(%COT)	> 70	5.30	< 5
Metales pesados (g/L)	2		< 50 mg/L

Nota. Los datos son proporcionados por Najera, 1997. Lixiviados ¿Qué son, ¿cómo se clasifican?

2.2.4. TRATAMIENTOS DEL LIXIVIADO

Todos los líquidos contaminantes en un relleno sanitario deben ser tratados antes de ser liberados a la superficie. En el proceso de limpieza se deben considerar las características del líquido y la ubicación del vertedero. Bueno, el lixiviado de un relleno sanitario nuevo no se puede manejar de la misma manera que el lixiviado o los residuos peligrosos de un relleno sanitario de larga duración o un relleno sanitario RNP. Para evitar la contaminación causada por los lixiviados, durante la limpieza se deben considerar sus características y la ubicación del relleno sanitario (Roper, 2020).

Baird (2001) muestra que el tratamiento de efluentes para reducir rápidamente la DBO se logra mediante degradación aeróbica, incluidos los procesos de oxidación mejorados con ozono. A veces, el lixiviado recogido simplemente se devuelve al vertedero, ya que gran parte de su contenido orgánico se biodegrada durante su segunda percolación, sin embargo, con esta práctica se decide en los Estados Unidos.

Los componentes típicos utilizados para controlar el lixiviado consisten en:

Eliminar los lixiviados y sistemas de recogida, seguido de los tratamientos de los líquidos, a menudo el efecto potencial de lixiviar hacia el agua subterránea se controla excavando y mostrando pozos en los alrededores.

Colocar de los revestimientos a los alrededores de las paredes y en dentro del vertedero, ya sea sintético (ejemplo un plástico con un polietileno de alta densidad) o natural (Por ejemplo, arcilla compactada) y que sea impermeable al agua, impidiendo que la fuga de lixiviado contaminado hacia el agua subterránea especialmente si falla el sistema de recogida por ejemplo a causa de obstrucción. Seguido. Recientemente se han desarrollado revestimientos Qué consistencia en arcilla bentónica qué es un buen sellante y retienen de manera eficiente al metal pesado, impidiendo su migración fuera del vertedero interponiéndose entre las dos capas de plástico Como por ejemplo polietileno (Baird, 2001).

Tecnologías para el tratamiento de lixiviados:

2.2.4.1. TÉRMICO (EVAPORACIÓN)

Aquí, la energía del biogás producido en el vertedero se utiliza para vaporizar las aguas residuales. Esta tecnología controla la descarga de lixiviados y, en última instancia, produce lodos que se vuelven a depositar en los vertederos (Roper, 2020).

2.2.4.2. BIOLÓGICO

Dependiendo de las características del líquido, se puede optar por un tratamiento aeróbico o anaeróbico. El tratamiento biológico aeróbico es el uso de microorganismos en presencia de oxígeno y agitación para eliminar sustancias orgánicas de las aguas residuales. Por otro lado, el proceso anaeróbico tiene el mismo principio, aunque los microorganismos se encuentran en condiciones caracterizadas por la falta de oxígeno (Chávez, 2011).

2.2.4.3. SISTEMA DE FILTROS BIOLÓGICOS CON CARBÓN DE COCO

Un estudio de laboratorio evaluó el uso de material filtrante granular a base de endocarpio o cáscara de coco (*Cocos nucifera*) para tratar aguas contaminadas. Se permitió que las muestras de agua contaminada fluyeran a través de los filtros bajo la influencia de la gravedad. Se ha demostrado que los endocarpos de coco del tamaño de un grano usados eliminan eficazmente los hidrocarburos y otras impurezas del agua, lo que da como resultado un agua libre de impurezas biológicas y químicas al final del experimento (Marín, 2021)

2.2.4.4. FISICOQUÍMICOS

Este tratamiento elimina las partículas de coagulación, es decir, sales metálicas y polielectrolitos. Los procesos de coagulación, floculación y sedimentación están involucrados. Los tratamientos se dividen en precipitación química, ósmosis inversa, eliminación de NH_3 , oxidación química y absorción con carbón activo (Bravo, 2017).

2.2.4.5. SISTEMAS NATURALES

Para algunos sistemas de funcionamiento natural, como lagunas o humedales, se propone utilizar detergentes como alternativa a otros tratamientos y, si es necesario, colocarlos

artificialmente para que luego puedan funcionar de forma natural. Sin embargo, estos sistemas requieren un área grande para los procesos (Roper, 2020).

2.2.5. VERTEDEROS CONTROLADOS

La Organización Panamericana de la Salud (2004) señala que es un botadero de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para tratarlos como residuos sanitarios. Se puede utilizar temporalmente en caso de emergencia. En un vertedero controlado se siguen unas condiciones mínimas de funcionamiento para que los residuos no se encuentren en el exterior; Estos residuos deben compactarse por capas para reducir su volumen y sellarse periódicamente con material de cobertura (Lavado, 2019).

Figura 1

Botadero controlado de Piura



Nota. El gráfico fue extraído de "Botadero controlado" no va más en el distrito castellano", Corre (2012).

2.2.6. CARACTERÍSTICAS DE UN BOTADERO INFORMAL

Acumular de modo inapropiado los residuos sólidos sobre los espacios y vías públicas, como también sobre áreas urbanas, rurales o baldías, son generadores de riesgos a la salud o medioambientales (Ministerio del Ambiente, 2010).

2.2.7. CARACTERÍSTICAS DE UN BOTADERO FORMAL

Un sitio de disposición de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria o suficiente para tratarlos como residuos sanitarios. Se puede utilizar temporalmente en caso de emergencia. En un vertedero controlado se siguen unas condiciones mínimas de funcionamiento para que los residuos no se encuentren en el exterior; Estos residuos deben compactarse por capas para reducir su volumen y sellarse periódicamente con material de cobertura (Dirección General de Salud Ambiental, 2004).

2.2.8. CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN HUÁNUCO

Huánuco como región está dentro de las regiones con mayores índices en residuos sólidos, en los últimos 10 años la generación por persona incrementó en un 40 % (IPES, 2007), por mes son depositados más de 100T.M de residuos en el botadero de Chilipampa, a excepción de las riberas de los ríos y otros lugares que no se pueden medir fácilmente. La región de Huánuco, que cuenta con 11 provincias y 76 distritos, produce 349,85 toneladas diarias, con una producción de 0,50 kg per cápita al día. con una población de 762.223 (2,8% de la población del país). Para aquellos que no entienden el verdadero alcance del problema, puede ser solo una decoración, pero su impacto en la degradación ambiental es significativo, por ejemplo: la producción de gases de efecto invernadero (como el metano y el dióxido de carbono) y gases de descomposición. la capa de ozono, los contaminantes producidos por la quema de desechos afectan la salud humana y de los seres vivos y los ecosistemas en general. La basura atrae ratas, insectos, moscas y otros animales portadores de enfermedades; La basura contamina el aire al liberar sustancias químicas tóxicas, polvo y olores de la basura a medida que se descompone. Durante la estación lluviosa, la basura contribuye a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y durante la estación seca, los vientos levantan grandes cantidades de polvo, contaminando ríos, lagos, pozos, alimentos y el agua de los residentes. (Asencios, 2018).

2.2.9. MARCO NORMATIVO DE CALIDAD DE AGUAS, PROTOCOLOS DE MONITOREO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

En el 2007 (2 de febrero), por medio de Resolución de Consejo Directivo N°011-2007-SUNASS-CD, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) se crea el “Reglamento de Calidad de la Prestación de Servicios de Saneamiento”, que tiene por objeto regular las características que debe tener la prestación de los servicios de saneamiento para llegar a las prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) públicas, privadas o mixtas de competencia de la SUNASS; considerando la calidad del servicio como las características de los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. En el capítulo 2 de este reglamento, Calidad del agua potable, del artículo 51, calidad sanitaria del agua potable, se menciona que la calidad del agua potable distribuida por EPS para consumo doméstico debe cumplir con los requisitos físicos, químicos y microbiológicos establecidos en las normas sobre la calidad del agua domiciliar provista por la institución de salud.

El 30 de julio del 2008, por medio del Decreto Supremo N° 002-2008- MINAM, el Ministerio del Ambiente es creado “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” cuyo objeto es determinar el nivel o nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su estado receptor y como componente principal de organismos acuáticos que no representen una amenaza grave para la salud humana o el medio ambiente. Estas normas se aplican a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son de obligado cumplimiento para el desarrollo de la normativa y política pública, y son referencias obligatorias para el diseño e implementación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Dichos estándares tienen divisiones en los cuerpos de agua dando 3 categorías: “Categoría 1 (Poblacional y Recreacional), Categoría 2 (Actividades Marino Costeras), Categoría 3 (Riego de Vegetales y Bebida de Animales)”.

El 25 de septiembre del 2010, por medio del decreto supremo N°031- 2010-SA, la “Dirección General de Salud Ambiental” (DIGESA), aprueba el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, su objetivo es fortalecer las disposiciones generales para la gestión de la calidad del agua doméstica para garantizar la seguridad del agua, prevenir los factores de riesgo para la salud y proteger y promover la salud y el bienestar de la población. es obligatoria para toda persona natural o jurídica, pública o privada, radicada en el territorio del país, que sea legalmente responsable, participe o intervenga en la administración, manejo, operación, mantenimiento, vigilancia, control o vigilancia del abastecimiento de agua para el consumo humano, desde la fuente hasta el consumo. Dicho reglamento, para el cual se destine el agua según parámetro microbiológico, debe estar libre de:

- Coliformes Totales, Termo tolerantes y E. coli
- Virus
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y
- Para el caso de bacterias heterotróficas menos de 500UFC/mL a 35°C.

Los parámetros que deben controlarse de manera obligatoria para el agua potable, son los siguientes:

- Coliformes totales
- Coliformes termo tolerantes
- Color
- Turbiedad
- Residual de desinfectante
- pH.

Según el “DECRETO LEGISLATIVO N° 1278, Ley General de Residuos Sólidos el Título IV (Gestión Ambiental de residuos Sólidos) CAPÍTULO III” (Autoridades Municipales) son descritos en el artículo 23:

2.2.9.1. MUNICIPALIDADES PROVINCIALES

“Planificar y aprobar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, a través de los Planes Provinciales de Gestión Integral de Residuos Sólidos, (PIGARS) los cuales deben identificar los espacios geográficos para la ubicación de las infraestructuras de residuos, compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos con las políticas de desarrollo local y regional” (MINAM, 2017)

Manejo de residuos sólidos, (Título I) en el capítulo 2: disposiciones generales para el manejo, artículos 13 y 14:

2.2.9.2. LINEAMIENTOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

“El manejo de residuos sólidos realizado por toda persona natural o jurídica deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención de impactos negativos y protección de la salud, así como a los lineamientos de política establecidos en el Artículo 6” (MINAM, 2017).

2.2.10. DEPURACIÓN

El proceso y resultado de la depuración se denomina depuración. El verbo limpiar, por otro lado, se refiere a limpiar, desinfectar, filtrar o renovar. Se puede decir que la depuración es una búsqueda de la pureza. Depurar el agua u otro elemento líquido contaminado, en este sentido, consiste en diversas operaciones químicas, biológicas y físicas cuyo objetivo es reducir o eliminar la contaminación (Pérez y Gardey, 2012).

2.2.11. COCO (COCOS NUCIFERA)

Un árbol de la familia de las palmeras, por lo general de 20-25 m de altura, las hojas se dividen en lacinia primaria invertida y flores en racimos. Suele dar frutos dos o tres veces al año. De la mercancía se extrae una bebida alcohólica. El fruto del coco, de la forma y tamaño de un melón común, cubierto de dos cáscaras parecidas a nueces, la primera fibrosa y la segunda muy dura; Tiene una masa blanca y deliciosa por dentro y por fuera, y un enfriador en la cavidad central. La primera corteza se convierte en cuerdas y tela basta; otro con tazas, vasos y otros utensilios; De la carne se elaboran dulces y se extrae el aceite (RAE, 2021).

Figura 2

Fruto del coco



Nota. La figura fue extraída de definición de coco, Pérez (2021).

Tabla 3

Taxonomía del coco

Taxonomías	
Reino	Plantae
Familia	Areaceae
Subfamilia	Arecoideae
Tribu	Cocoseae
Subtribu	Butiinae
Genero	Cocos
Especie	Cocos nucifera

Nota. Los datos son proporcionados por Cocos nucifera, Wikipedia (2022).

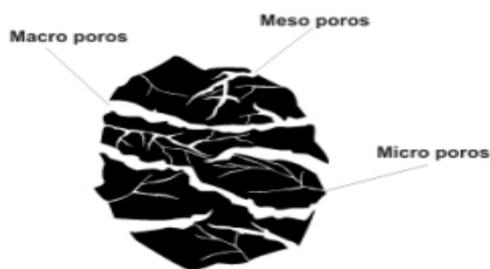
Es muy efectivo para purificar agua potable, agua embotellada y aguas residuales, eliminando olores, sabores y colores y reduciendo la

cantidad de cloro en el agua. También se puede usar para limpiar el aire, eliminar olores y una buena cantidad de gases o solventes orgánicos, ayuda a limpiar el gas natural al adsorber el sulfuro de hidrógeno altamente tóxico. (Giraldo & Moreno-Piraján, 2008).

2.2.12. CARBÓN ACTIVO

El carbón activo (CA) es uno de los materiales adsorbentes más conocidos y utilizados en la actualidad, lo que lo convierte en un material que actualmente se está estudiando mucho en la ciencia de los materiales. Este material se basa en varias materias primas que deben activarse previamente para convertirse en CA. Estos procesos de activación han sido ampliamente utilizados en materias primas de tipo biomasa, las cuales recientemente han mostrado gran interés en diversas investigaciones debido a que podrían obtener AC de forma sustentable. (Ayodele et al., 2004).

Figura 3
granulo de carbon activado



Nota. Lillo, Cazorla, & Linares (2005).

El término carbón activado se refiere a un grupo de carbones caracterizados por la capacidad de adsorción debido a sus pequeños poros. En estos poros, el carbón activado (también llamado carbón vegetal) captura varios compuestos, a menudo orgánicos. Este volumen de carbón activado lo convierte en un elemento utilizado para la limpieza. El carbón activado se puede utilizar para purificar el agua o el aire; controlar las emisiones contaminantes de los vehículos automotores; e incluso para diversas rehabilitaciones humanas o animales (Pérez y Merino, 2018).

2.2.13. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

La producción de carbón activado se hace mediante la activación física o química; el objetivo de este proceso es transformar el material carbonáceo en un material altamente adsorbente como resultado del incremento de la porosidad interna y del desarrollo de grupos funcionales específicos (López & Ayuso, 2001).

La estructura del carbón se ataca químicamente con un agente activante que reacciona con carbonos activos y genera reacciones de gasificación. Estas reacciones se llevan a cabo a temperaturas comprendidas entre los 700 y los 1.000 °C dependiendo de si se trata de una activación química o física (López & Ayuso, 2001; Rincón, et al., 1993).

En la activación química se utilizan distintos agentes oxidantes y deshidratantes tales como el ácido sulfúrico, el ácido fosfórico y el hidróxido de potasio, entre otros.

Equipos A continuación se describen los equipos empleados en el proceso de carbonización y activación. Horno de carbonización. Se utilizó un horno vertical consistente en una resistencia de tipo mufla, con potencia de 4,8 kW, instalada en el interior de un horno cilíndrico de 10 cm de cavidad central y 25 cm de profundidad, en la cual se colocó la retorta con el material para carbonizar. La retorta se construyó en acero inoxidable 304 y sus dimensiones principales fueron de 20 cm de largo y 10 cm de diámetro, con una capacidad de proceso de 100 gramos de carbón. La carcasa externa consistió en una lámina HR galvanizada de calibre 12. El horno contaba con un sistema automático de control de temperatura que permitió programar la rampa de calentamiento. La temperatura de operación alcanzó los 850 °C.

2.2.13.1. METODOLOGÍA

Los procedimientos empleados para la obtención de carbón activado y su caracterización se describen a continuación. Producción de carbón activado Carbonización de las muestras de El Cerrejón: la carbonización se llevó a cabo en el horno descrito

anteriormente. La retorta se llenó con 150 g de la muestra y se calentó a razón de 10 °C/min hasta alcanzar la temperatura de carbonización, en la cual se mantuvo durante un tiempo de residencia de dos horas; al cabo de este tiempo se apagó el horno y se dejó que la temperatura descendiera a temperatura ambiente.

Figura 4
Carbon activo de coco

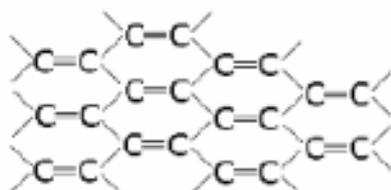


Nota. La figura fue obtenida de elacuariodulce.net

2.2.14. ESTRUCTURA DEL CARBÓN ACTIVADO

Los carbones activos tienen una estructura micro cristalina que comienza a acumularse durante el proceso de carbonización. Pero las estructuras micro cristalinas del carbón activo es diferente a la del grafito con respecto al espaciado de cada capa, que es de 0.335nm respecto al grafito y está entre 0,34 y 0,35nm en los carbones activos. La orientación de las capas de micro cristalitos también es diferente, siendo menos ordenado en activo carbonos (Chand et al., 2005).

Figura 5
Estructura del carbón activado



Nota. Martín (2008)

2.2.15. CLASIFICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

Según Callewaert (2014) el carbón activado se define como grafito grueso que tiene una estructura aleatoria o amorfa, altamente poroso y con poros de una amplia gama de tamaños, desde grietas y fisuras visibles hasta grietas y fisuras moleculares. Los poros de carbón activado se pueden clasificar por tamaño y función.

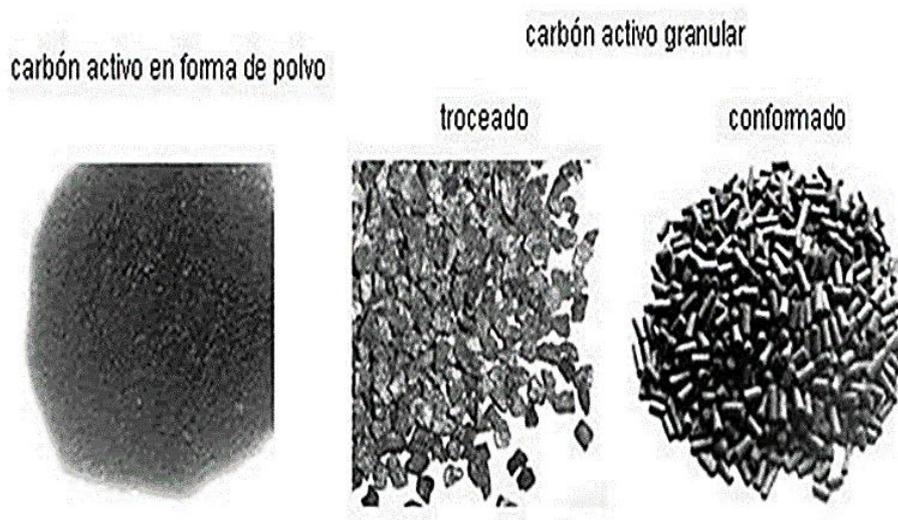
Gómez et al. (2010) indica que los poros que forman la estructura porosa, son clasificados por su tamaño basado en el principio físico y químico los cuales rigen cada proceso de adsorción en ellos.

Al asumir las formaciones cilíndricas, según la IUPAC los poros son clasificados en:

- Microporos: Poros con ancho menores a 2nm
- Mesoporos: Poros con ancho comprendidos de 2 y 50nm
- Macroporos: Poros con ancho mayor a 50nm
- Sub microporos: Poros con ancho menor a 0.7nm

Figura 6

Tipos de carbón activado



Nota. La figura fue obtenida de elacuariodulce.net

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. BOTADERO

“Uno de los métodos más antiguos para depositar los residuos domésticos ha sido y sigue siendo el vertido libre de los mismos sin ningún tipo de control en lugares muy diversos, que en general, no están muy alejados del núcleo de la población. Este sistema de eliminación incontrolada se asocia a varios problemas” (Orozco, 2008).

2.3.2. BOTADERO CONTROLADO

“Es un lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia” (Organización Panamericana de la Salud, 2004).

2.3.3. RELLENO SANITARIO

“El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica” (Jaramillo, 2002).

2.3.4. RELLENO SANITARIO DE SEGURIDAD

“El relleno de seguridad, es una instalación que permite el confinamiento seguro de los residuos sobre un suelo impermeable, con el objetivo de evitar la filtración de los lixiviados y la contaminación del suelo y de la napa freática. Este tipo de estructuras, se diseñan y se construyen básicamente para confinar en el terreno residuos del tipo

peligroso, el cual consiste en una o varias celdas de disposición final y un conjunto de elementos de infraestructura para la recepción y acondicionamiento de residuos” (Gavidia, 2003).

2.3.5. DEPURACIÓN

“La depuración podría ser explicada en términos prácticos y generales como una limpieza de algo que es considerado erróneo, negativo o peligroso en un organismo, objeto, etc. Siempre que hablamos de depuración estamos haciendo referencia no sólo a una limpieza como cualquier otra sino a un tipo de limpieza que es mucho más profunda, pensada y controlada con un fin específico (Bembibre, 2012).

2.3.6. CARBON ACTIVO

“El carbón activado es un polvo de color negro, inodoro, insípido, se obtiene de la cáscara del coco y de la pulpa de la madera, por pirrólisis de sustrato orgánico sometido luego a un lavado con ácido y activación bajo corriente de gas oxidante a 600-900 °C lo que otorga una superficie de adsorción entre 900 a 3500 m²/gramo y aumenta dos a tres veces el poder de adsorción” (Viquez, 2015).

2.3.7. LIXIVIADOS

Es el proceso en la que se lava con agua de precipitación siendo infiltrado en los suelos. Aplicado a los residuos sólidos se definen como los procesos de separación natural de un líquido que está en los mismos. A estos líquidos y a sus componentes en suspensión se les denomina lixiviados y en el caso de los residuos sólidos se generan habitualmente en procesos naturales, sin que se utilice ningún tipo de disolvente, así los materiales más finos migran hacia niveles profundos por simple acción del agua. Este proceso se produce en vertederos controlados en los que se recogen a través de drenajes subterráneos y bombas de extracción paso posterior evacuación a colector o a planta de tratamiento, o para su tratamiento in situ (Sanchez, 2007).

2.3.8. COCO

“Un coco, por lo tanto, puede ser un cocotero. Esta especie vegetal pertenece al grupo familiar de las palmas y alcanza una altura de unos 25 metros, con hojas que se segmentan en lacinias (tiras alargadas e irregulares) y racimos florales. Los cocos crecen en playas de clima tropical, tanto en los océanos Pacífico e Índico como en el mar Caribe. Para desarrollarse requieren temperaturas elevadas y un alto nivel de humedad ambiental” (Perez, 2021).

2.3.9. RESIDUOS SOLIDOS

Un residuo es un material que se desecha después de que haya realizado trabajos o hayan cumplido su misión. Es decir, de algo que no sirve son convertidos en basura y que, para la mayoría de las personas, no tienen valores económicos. Los residuos se pueden eliminar (cuando son destinandos en los vertederos o son enterrados) o reciclaje (dandose nuevos usos) (Pérez y Merino, 2022).

2.3.10. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)

“El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente” (Ministerio del ambiente, 2007).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_A: El filtro a base de carbón activado de cascara de coco es eficiente en la depuración de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos.

H₀: El filtro a base de carbón activado de cascara de coco no es eficiente en la depuración de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa - Nauyan Rondos.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Depuración

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Filtro de carbón de coco

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Determinando el tipo de investigación que se realizó, existen 4 criterios establecidos: Según el control que se tiene sobre la variable de estudio es prospectivo, ya que se basa en el trabajo con datos primarios, es decir la información lo recopila el mismo investigador, por el número de variables analíticas el presente estudio fue analítico ya que se cuentan con más de una variable a estudiar la dependiente y la independiente, según la participación del investigador el estudio tiene intervención sabiendo que durante todo el proceso el investigador fue el principal participante, desde la elaboración del carbón hasta el proceso de muestreo e interpretación de datos y finalmente según el criterio de número de mediciones es presente estudio fue longitudinal por lo que se enviaron varias muestras a un laboratorio para comprobar la depuración de los lixiviados con el carbón activo (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

El presente estudio tuvo el enfoque cuantitativo, ya que es secuencial y probatorio. Cada paso precede al siguiente y no podemos saltarnos o evitar pasos. El orden es estricto, aunque por supuesto podemos redefinir algunos de los pasos. Comienza con una idea definida y, una vez definida, se derivan los objetivos y las preguntas de investigación, se revisó la literatura y se estableció un marco teórico o perspectiva. A partir de las preguntas se plantean hipótesis y se determinan variables; se diseñó un plan (diseño) para probarlos; las variables se midieron en un contexto específico; Se analizaron las medidas obtenidas por métodos estadísticos y se extrajeron una serie de conclusiones a partir de la hipótesis o hipótesis (Supo,2019).

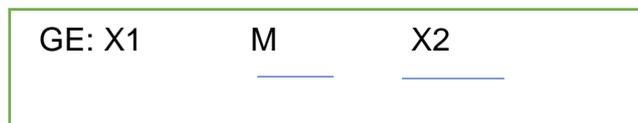
3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Esta investigación fue aplicada, también llamada constructiva o utilitaria, y se caracterizó por el interés por aplicar los conocimientos teóricos a una situación concreta y las consecuencias prácticas

resultantes. La investigación aplicada tuvo como objetivo conocer, hacer, actuar, construir, cambiar, se trata de la aplicación inmediata de la realidad de las circunstancias, no del desarrollo de conocimientos de valor universal. (Sánchez y Reyes, 2002).

3.1.3. DISEÑO

Esta investigación presentó un diseño experimental, el término experimento tiene al menos dos significados, uno general y otro específico. La general hace referencia a “elegir o realizar una acción” para la posterior observación la consecuencia. Es decir “experimentar” cuando mezclamos químicos y vemos la reacción que provoca, o cuando cambiamos de peinado y vemos cómo afecta nuestra amistad. La esencia de este concepto de experimentación es que requiere la manipulación deliberada de una acción para analizar sus posibles resultados. Los experimentos se denominan estudios de intervención porque el investigador crea una situación para explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen (Hernández, 2014).



Donde:

M= muestra (carbon activado)
X1= pre tratamiento
X2= post tratamiento

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo compuesta por los lixiviados que se generan en el botadero controlado de Chilepampa-Nauyan Rondos – Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Muestreo no probabilístico, la elección de los sujetos no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características del estudio o el objetivo del investigador. En este caso los procedimientos no son mecánicos ni según fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones del investigador o grupo de investigadores, y por supuesto las muestras seleccionadas también se basan en otros criterios de investigación (Hernández, 2014).

Se tomarán 20 litros de lixiviados, considerando un análisis pre test general y se realizaron 06 muestras post test, provenientes del botadero de Chile pampa, para luego ser trasladados al laboratorio para los análisis y procesamientos correspondientes.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1. PROTOCOLO DE MUESTREO

Según el “Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2014) por medio del “Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales” indica el proceso de muestreo, en este caso de los lixiviados. Se ubicó un punto de monitoreo en el pozo de lixiviados acumulado.

Para el muestreo inicial se tomarón en 4 puntos del cribado a una distancia de 4cm por cada punto de muestreo hacia el siguiente, los puntos de muestreo fueron consiguientes uno al otro.

3.3.1.2. IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Cada punto de monitoreo, fue identificado y reconocido claramente, de modo que permitió su ubicación exacta para el muestreo.

Para determinar la ubicación se utilizó el “Sistema de Posicionamiento Satelital” (GPS), el cual registró las coordenadas UTM y en el sistema WGS84. Una vez establecidos los puntos de monitoreo se colocó una placa para identificarlo y reconocer su ubicación.

3.3.1.3. CARACTERÍSTICA DEL PUNTO DE MONITOREO

Cada punto de monitoreo tuvo la siguiente característica:

- Permitted que la muestra fuera representativa del flujo.
- Está localizados en un lugar en la que exista una mejor mezcla y estar preferentemente cerca al punto del aforo.
- Para medir el afluente, el punto de monitoreo estuvo antes del ingreso de agua de recirculación.
- Fue de fácil y seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.
- Contó con una placa de identificación incluyendo la denominación del punto de monitoreo.

Los parámetros tomados fueron:

- Conductividad
- pH
- Plomo (Pb)
- Cadmio (Cd)
- Coliformes fecales
- Coliformes totales

3.3.1.4. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS

Factores importantes para un monitoreo efectivo, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, la solución tampón de pH, los formatos (registro de datos de campo, etiquetas de muestras de lixiviados y cadena de origen). Los materiales y el equipo de muestreo también deben estar en buen estado de funcionamiento sin limitaciones y debidamente calibrados como se muestra a continuación.

a) Materiales

- Ficha de registro de campo
- Cadena de custodia
- Cinta adhesiva
- Plumones indelebles
- Frasco debidamente etiquetado (Anexo V)
- Caja térmica (pequeña y grande) con hielos
- Bolsas de poli burbujas u otro material de embalaje adecuado
- Pisseta y agua destilada y/o des ionizada
- Cronómetro
- Cinta métrica

b) Equipos

- GPS para identificar inicialmente el punto de monitoreo
- pH-metro con registro de temperaturas.
- Cámara

c) Indumentaria de protección

- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad

- Guantes de jebe antideslizante con cubierta de antebrazo
- Guantes de látex descartables
- Casco y mascarilla descartable Toma de muestras

Las muestras se recolectaron y preservaron considerando en cada parámetro, la cantidad de muestra tomada fue lo mínimo de acuerdo al presente reglamento tomando una cantidad de 1000 mL. Para ello se siguió la instrucción general para preservar, embalar y transportar las muestras. Requerimientos para toma de muestra de agua residual y preservarlos de las muestras para el monitoreo, así como las instrucciones de etiquetado.

La muestra fue recolectada en un recipiente de vidrio, acabado este proceso con lo indicado ya anteriormente se pasa al paso de etiqueta de muestras, los parámetros de campo son: pH y temperatura solo estos parámetros no serán determinados por el laboratorio, para estos parámetros la medición no fue realizado directamente en el flujo del lixiviado, se tomó una muestra simple en una botella etiquetada y estéril. Para determinar el pH y temperatura, se realizó al instante de haber tomado la muestra.

3.3.2. PARA LA TOMA DE MUESTRA

3.3.2.1. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos, se tomó en cuenta el uso de distintos gráficos que facilita la interpretación de los resultados. El grafico del pastel, de barras y entre otros fueron algunos que se tomaron en cuenta. Esto va facilitar el análisis de los datos por los lectores del presente trabajo de investigación. A si mismo ayudara al planteamiento de las discusiones y de las conclusiones.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el presente estudio se consideró el uso del software estadístico SPSS versión 25.0, permitiendo un análisis completo de cada variable, se analizaron los datos obtenidos en campo, mediante este programa se analizó textos y nos brindara información relevante ya que el presente proyecto trabajara con diversos parámetros, estos datos fueron plasmados en gráficos no complejos y muy didácticos que permitieron entender claros, y pueden resumir los datos más relevantes, mediante la estadística de dos variables definidos ya en el presente proyecto, el contraste de la hipótesis planteada se realizó mediante la prueba T.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Se presentan los resultados en función de las características de los lixiviados y el contenido de metales pesados.

Tabla 3
Análisis Físicoquímico

Análisis Físicoquímico			
Conductividad (uS/cm)	pH (unidad de pH)	Cadmio (mg/L)	Plomo (mg/L)
2,86	7,56	0,004	0,142

Nota. Los datos obtenidos son del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 3 se aprecia que los lixiviados presentan un pH neutro de 7.56, respecto al cadmio 0.004 mg/L lo cuál está dentro de lo permitido en el ECA-Agua (categoría 4), sin embargo, el plomo 0,142 mg/L excediendo el 0.10 permitido en el ECA-Agua (categoría 4).

Tabla 4
Análisis microbiológico pre tratamiento con filtro de carbón

Análisis Microbiológico	
Coliformes totales (NMP/100 mL)	Coliformes fecales (NMP/100 mL)
1400000	1100000

Nota. Los datos obtenidos son del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 4 se aprecia que los Coliformes totales 1400000 (NMP/100 mL) excediendo los 2000 permitido en el ECA-Agua (categoría 4), y Coliformes fecales 1100000 (NMP/100 mL) excediendo los 3000 permitido en el ECA-Agua (categoría 4).

Tabla 5*Análisis fisicoquímico post tratamiento con filtro de carbón*

Análisis Fisicoquímico				
	Conductividad (uS/cm)	pH (unidad de pH)	cadmio (mg/L)	plomo (mg/L)
M1	15.020	7.20	0.0032	0.0130
M2	11.770	7.40	0.0033	0.0150
M3	12.360	7.77	0.0036	0.0050
M4	15.480	7.35	0.0032	0.0130
M5	14.800	7.59	0.0034	0.0100
M6	14.240	7.76	0.0033	0.0100

Nota. Los datos obtenidos son del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 5 se aprecia que todas las muestras post tratamiento de los lixiviados presentan un pH neutro. Respecto al cadmio todas las muestras están debajo del 0.004 mg/L lo cual está dentro de lo permitido en el ECA-Agua (categoría 4), Para el plomo todas las muestras 0,142 mg/L excediendo el 0.10 permitido en el ECA-Agua (categoría 4).

Tabla 6*Análisis microbiológico post tratamiento con filtro de carbón*

Análisis Microbiológico		
	coliformes totales (NMP/100mL)	coliformes fecales (NMP/100mL)
M1	170000	40000
M2	140000	32000
M3	130000	33000
M4	130000	33000
M5	120000	37000
M6	170000	39000

Nota. Los datos obtenidos son del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 6 se aprecia que todas las muestras post tratamiento de los lixiviados los coliformes muestran reducción sin embargo exceden dentro de lo permitido en el ECA-Agua (categoría 4).

Tabla 7
Procesamiento de los parámetros fisicoquímicos

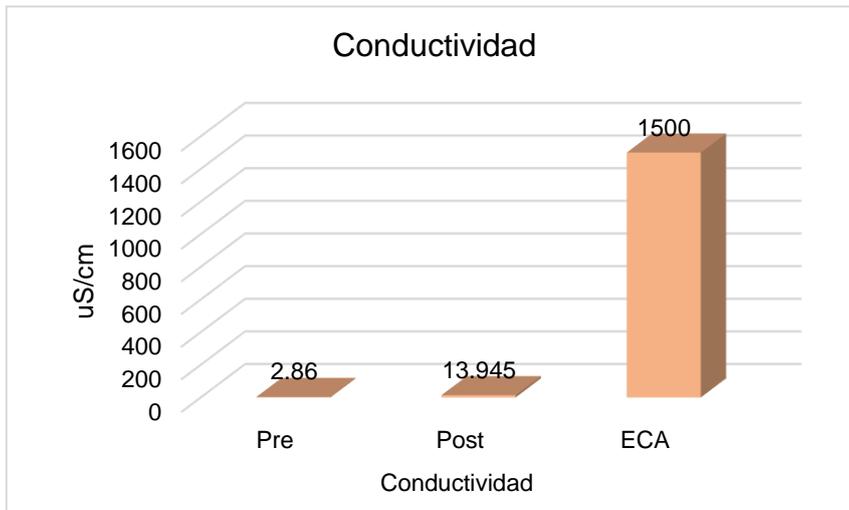
Medición	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Conductividad (pre)	1	2,8600	0,00000	28,600	28,600
Conductividad (post)	1	13,9450	0,62109	123,484	155,416
Diferencia	1	-11,0850	0,62109	-126,816	-94,884
pH (pre)	1	7,5600	0,00000	75,600	75,600
pH (post)	1	7,5117	0,09492	72,677	77,557
Diferencia	1	0,0483	0,09492	-0,1957	0,2923

Nota. Los datos se procesaron en el software estadístico SPSS V26, del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 7 en el procesamiento de los parámetros fisicoquímicos se aprecia estadísticamente que la conductividad inicial (pre) tiene una media 2,8600uS/cm y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 13,9450uS/cm, con una diferencia de 11,0850uS/cm. Lo que menciona el ECA-agua (categoría I) es un rango entre 1500uS/cm y 1600uS/cm para poder dar tratamientos. Respecto al pH inicial (pre) tiene una media 7,5600y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 7,5117, con una diferencia de 0,0483. En lo que se menciona en ECA-agua se menciona intervalos entre 6.5 y 8.5 de pH para la conservación del ambiente acuático.

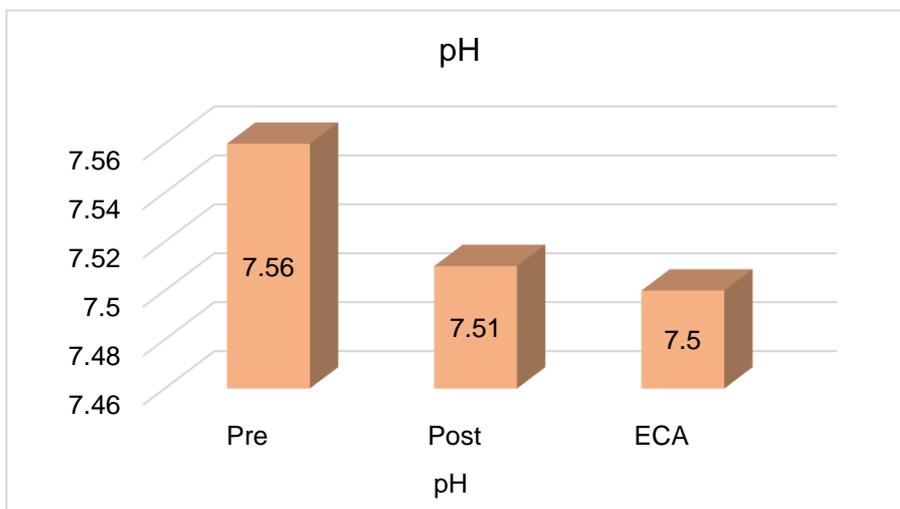
Se aprecia cambios significativos, para ello se muestran las siguientes figuras:

Figura 5
Diferencia del parámetro conductividad con ECA-agua



Nota. La conductividad inicial (pre) tiene una media 2,8600uS/cm y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 13,9450uS/cm, Lo que menciona el ECA-agua (categoría I) es un rango entre 1500uS/cm y 1600uS/cm para poder dar tratamientos a este tipo de agua.

Figura 6
Diferencia del parámetro pH con ECA-agua



Nota. El pH inicial (pre) tiene una media 7,5600y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 7,5117, con una diferencia de 0,0483. En lo que se menciona en ECA-agua se menciona intervalos entre 6.5 y 8.5 de pH para la conservación del ambiente acuático. Por lo que los datos están dentro del rango permitido.

Tabla 8*Procesamiento de los metales pesados*

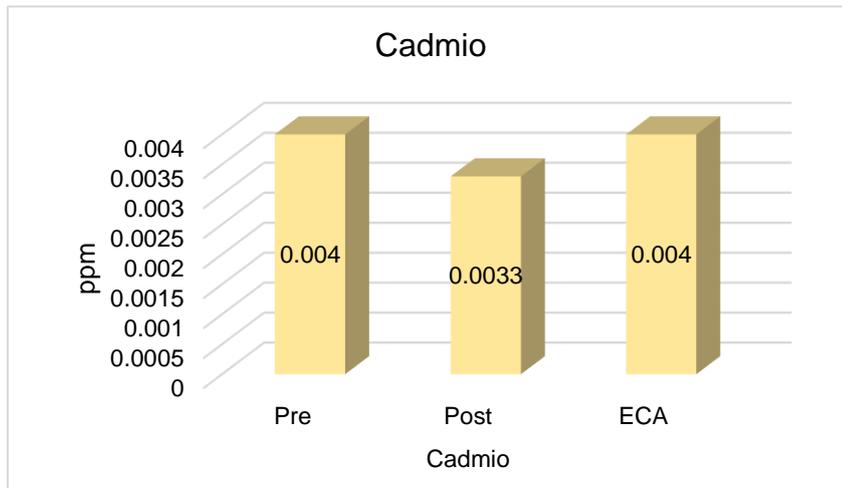
Medición	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Cadmio (pre)	1	0,004000	0,0000000	0,004000	0,004000
Cadmio (post)	1	0,003333	0,0000615	0,003175	0,003491
Diferencia	1	0,000667	0,0000615	0,000509	0,000825
Plomo (pre)	1	0,142000	0,0000000	0,142000	0,142000
Plomo (post)	1	0,011000	0,0014376	0,007305	0,014695
Diferencia	1	0,131000	0,0014376	0,127305	0,134695

Nota. Los datos se procesaron en el software estadístico SPSS V26, del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 8 en el procesamiento de los metales pesados se aprecia estadísticamente que el cadmio inicial (pre) tiene una media 0,004000 ppm y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 0,003333 ppm, con una diferencia de 0,000667 ppm. Aunque el ECA-Agua (categoría 4) indica 0.004 ppm, que los valores sean menores es de mejor consideración para la conservación de los ambientes acuáticos. Respecto al plomo inicial (pre) tiene una media 0,142000 ppm y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 0,011000 ppm, con una diferencia de 0,131000 ppm. En el ECA-Agua (categoría 4) indica un estándar de 0.001 aunque el filtro se hizo una reducción de la cantidad inicial, se tiene una cantidad que supera el estándar.

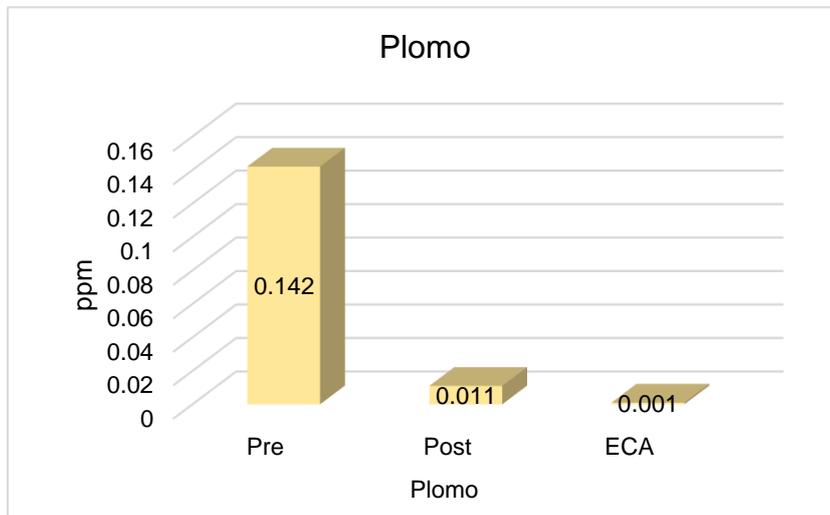
Los cambios significativos son apreciables, para ello se muestran las siguientes figuras:

Figura 7
Diferencia del metal pesado cadmio con ECA-agua



Nota. El cadmio inicial (pre) tiene una media 0,004000 ppm. Después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 0,003333 ppm, Al compararlo con el ECA-agua (categoría 4) se aprecia que se encuentra dentro de lo establecido.

Figura 8
Diferencia del metal pesado plomo con ECA-agua



Nota. El plomo inicial (pre) tiene una media 0,142000 ppm y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 0,011000 ppm, al compararlo con el ECA-Agua (categoría 4) que indica un estándar de 0.001, supera lo establecido por lo que es un indicativo de contaminación.

Tabla 9*Procesamiento de los parámetros microbiológicos*

Medición	Grupo	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
Coliformes Tot. (pre)	1	1400000	,000	1400000	1400000
Coliformes Tot. (post)	1	143333	8819,17	120662,9	166003,7
Diferencia	1	1256666,67	8819,17	1233996,3	1279337,1
Coliformes Fls. (pre)	1	1100000	0,000	1100000	1100000
Coliformes Fls. (post)	1	35666,67	1406,335	32051,57	39281,77
Diferencia	1	1064333,3	1406,34	1060718,2	1067948,4

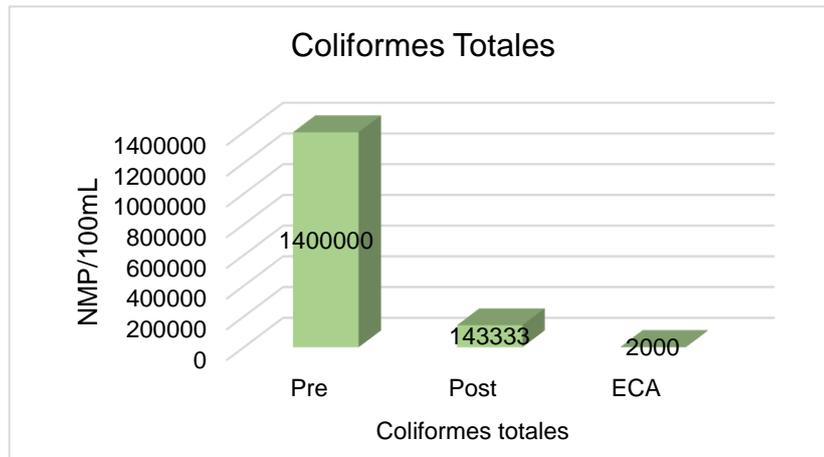
Nota. Los datos se procesaron en el software estadístico SPSS V26, del resultado de análisis emitido por el laboratorio "Pacific Control S. A. C."

De la tabla 9 en el procesamiento de los parámetros microbiológicos se aprecia estadísticamente que los coliformes totales inicial (pre) tiene una media 1400000 NMP/100mL y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 143333 NMP/100mL, con una diferencia de 1256666,67 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 2000 y 3000 NMP/100mL en el caso mencionado excede lo que se permite. Respecto a los coliformes fecales inicial (pre) tiene una media 1100000 NMP/100mL y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 35666,67 NMP/100mL, con una diferencia de 1064333,3 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 1000 y 3000 NMP/100mL, por lo que se detecta exceso en lo que se permite para conservar el ambiente.

Se aprecia cambios significativos, para ello se muestran las siguientes figuras:

Figura 9

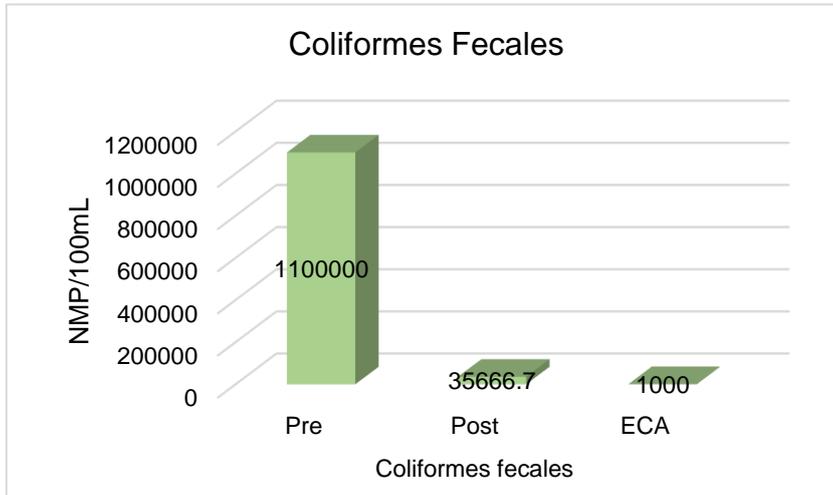
Diferencia del parámetro coliformes totales con ECA-agua



Nota. Los coliformes totales inicial (pre) tiene una media 1400000NMP/100mL y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 143333 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 2000 y 3000 NMP/100mL en el caso mencionado excede lo que se permite, por lo que indica contaminación.

Figura 10

Diferencia del parámetro coliformes fecales con ECA-agua



Nota. los coliformes fecales inicial (pre) tiene una media 1100000 NMP/100mL y después del experimento con el filtro de coco (post) tiene 35666,67 NMP/100mL, con una diferencia de 1064333,3 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 1000 y 3000 NMP/100mL, por lo que se detecta exceso en lo que se permite para conservar el ambiente.

Tabla 10
Resumen de procesamiento de datos

Parámetros fisicoquímicos	Datos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Conductividad (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Conductividad (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
pH (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
pH (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Cadmio (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Cadmio (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Plomo (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Plomo (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Coliformes totales (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Coliformes Tot. (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Coliformes Fecales (pre)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Coliformes Feca (post)	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%
Diferencia	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Nota. Los datos fueron procesados en el SPSS V26, se muestran los datos antes del experimento (pre) y después del experimento (post) y la diferencia que existe entre estos.

Tabla 11
Prueba de normalidad

Diferencia de Parámetros (pre -post)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad	0,244	6	0,200*	0,875	6	0,245
pH	0,191	6	0,200*	0,919	6	0,497
Cadmio	0,254	6	0,200*	0,866	6	0,212
Plomo	0,222	6	0,200*	0,916	6	0,478
Coliformes Totales	0,231	6	0,200*	0,840	6	0,129
Coliformes Fecales	0,281	6	0,152	0,869	6	0,223

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la prueba de normalidad se puede verificar que de la significancia bilateral (Sig.) lo cual es el P-Valor (0.05) en la prueba Shapiro-Wil, que los datos pasan el supuesto de normalidad, ya que en todos los casos superan el 0.05. por lo que se elige una prueba paramétrica para el contraste de hipótesis.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para la contrastación de hipótesis se considera lo que se plantea en la investigación, sabiendo que la hipótesis nula (H₀) niega a la hipótesis alterna (H_A), lo que se muestra a continuación:

H_A: El filtro a base de carbón activado de cascara de coco es eficiente en la depuración de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos.

H₀: El filtro a base de carbón activado de cascara de coco no es eficiente en la depuración de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos.

Intervalo de confianza = 95% (0.05)

Prueba estadística paramétrica = t de student para una media

Tabla 12
t de estudent para una media

Prueba para una muestra			
Diferencia de Parámetros (pre -post)	t	gl	Sig. (bilateral)
Conductividad	-17,848	5	0,000
pH	0,509	5	0,632
Cadmio	10,847	5	0,000
Plomo	91,125	5	0,000
Coliformes Totales	142,493	5	0,000
Coliformes Fecales	756,814	5	0,000

De la tabla 12 considerando la Sig. (bilateral), se aprecia que al considerar el P-valor (0.05), todos los datos de los parámetros son menores, solo en el caso del pH supera con un valor de 0.632, puesto que en el experimento se aprecia que los valores de este se mantienen y no afectan el pH inicial del agua, ya que es neutral antes y después del experimento.

Por lo que se aprueba la hipótesis alterna, considerando que si existe eficiencia del filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos; los resultados demuestran que el filtro tuvo eficiencia en los parámetros evaluados, con un pH estable, además el filtro tuvo eficiencia en la reducción de coliformes totales y fecales, aunque no los eliminó en su totalidad, mostró una gran reducción. Respecto a los filtros de carbón en la remoción de metales pesados. A ellos se puede agregar que el filtro tuvo eficiencia en la reducción de los metales pesados, llevándolo a valores menores de lo que establece el ECA-agua. Coincidiendo con lo que menciona Gualteros & Cáceres (2021) en su investigación en la que el carbón activado demostró ser eficientes en el tratamiento del agua de lixiviado. A ello Salas (2018) agrega de su investigación; mencionando que el carbón activado sintetizado puede usarse potencialmente como un adsorbente eficaz para la reducción de los iones de metales pesados. Por lo que el filtro de carbón activado de coco es un sistema eficiente para tratar lixiviados, además de ser un método biológico, tal como menciona Quispe (2021) que este método logra tratar al contaminante orgánico mediante el tratamiento, fisicoquímico y la combinación con otros sistemas mejora la remoción de contaminantes.

Respecto a las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado. inicialmente los lixiviados se tiene un pH estable con 7.56, dentro del rango del ECA-agua (6.5-8.5) posterior al experimento el pH se mantiene estable, es decir el carbón puede estabilizar el pH, lo que coincide con lo que sostiene Trujillo et al. (2020) mencionando que el carbón activo ajusta el pH. Sin embargo, la conductividad es baja con 2.86 (uS/cm) es decir es ligeramente salino lo cual al tener contacto con los cultivos disminuye su rendimiento, y lo que sucede posterior al experimento 13,9450 (uS/cm), es decir hubo una reducción de salinidad, sin embargo, solamente algunos cultivos lo toleran y pueden tener satisfactorio rendimiento. Esto es uno de los problemas que se enfrentan los pobladores aledaños al botadero.

Respecto a demostrar la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado. Inicialmente el cadmio tiene una media 0,004000 ppm. Después del experimento con el filtro de coco tiene 0,003333 ppm, Al compararlo con el ECA-agua, se aprecia que se encuentra dentro de lo establecido, es decir el filtro es eficiente al remover la cantidad inicial. Respecto al plomo inicialmente se tiene una media 0,142000 ppm y después del experimento con el filtro de coco tiene 0,011000 ppm, al comprarlo con el ECA-Agua (categoría 4) que indica un estándar de 0.001, hubo una gran reducción respecto a este metal pesado, aunque supera lo establecido por lo que es un indicativo de contaminación, sin embargo se muestra eficiente el filtro de coco, lo que se aprecia como capas de reducir sus concentraciones, lo que se sustenta la presencia de metales pesados en los lixiviados estudiados del botadero de Chilipampa, entendiéndose mejor con lo que mencionan Quispe (2021) en su investigación; dado que los lixiviados viejos tienen metales pesados y el tratamiento con el carbón activado puede reducir su presencia. Lo que puede ser constatado con lo mencionado por Salas (2018) en su investigación puesto que explica la cinética para una adsorción con mayor eficiencia para Pb, Ni y Cu, entre tanto que una pseudo-primer orden pudie encontrarse para Zn. Además, pueden reducir las concentraciones de otros metales pesados. Los metales reducen su presencia por la adsorción del carbón activado de coco, esto refuerza lo que mencionan Trujillo et al. (2020) que el carbón activado mostró resultados apropiados para los ensayos con una rápida cinética de adsorción.

Respecto a demostrar las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado. Los antecedentes mencionados no consideraron la evaluación de estas características, sin embargo, considerando a los coliformes totales antes del experimento se tiene una media 1400000NMP/100mL y después del experimento con el filtro de coco se tiene 143333 NMP/100mL. En la que el filtro de carbón tiene eficiencia en su reducción, sin embargo, no queda dentro de lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 2000 y 3000 NMP/100mL, por el exceso indica contaminación. De los coliformes fecales antes del experimento se tiene una media 1100000 NMP/100mL y después

del experimento con el filtro de coco tiene 35666,67 NMP/100mL. Aunque hubo reducción por la eficiencia del filtro de carbón de coco, lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 1000 y 3000 NMP/100mL, por lo que se detecta exceso en lo que se permite para conservar el ambiente.

CONCLUSIONES

Del objetivo general; demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos; se tuvo eficiencia para el tratamiento de lixiviados puesto que estabiliza el pH, reduce la cantidad (ppm) de los metales pesados y reduce la población (NMP/100mL) de los coliformes.

Respecto al objetivo específico; demostrar las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado.; la conductividad incrementa un 11,0850uS/cm. Lo que menciona el ECA-agua (categoría I) es un rango entre 1500uS/cm y 1600uS/cm para poder dar tratamientos. Se mantiene estable y dentro de los intervalos de 6.5 y 8.5 de pH del ECA-agua (C-4) para la conservación del ambiente acuático.

Respecto al objetivo específico; demostrar la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado; se aprecian estadísticamente que el cadmio reduce hasta 0,000667 ppm. Aunque el ECA-Agua (categoría 4) indica 0.004 ppm, Respecto al plomo se tuvo una reducción de 0,131000 ppm. En el ECA-Agua (C-4) indica un estándar de 0.001 aunque el filtro hizo una reducción de la cantidad inicial, la cantidad supera el estándar.

Respecto al objetivo específico; demostrar las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado; coliformes totales tuvo una reducción de 1256666,67 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 2000 y 3000 NMP/100mL en el caso mencionado excede lo que se permite. Respecto a los coliformes fecales se tuvo una reducción de 1064333,3 NMP/100mL. Lo que menciona el ECA-agua (categoría 4) un estándar entre 1000 y 3000 NMP/100mL, por lo que se detecta exceso en lo que se permite para conservar el ambiente.

RECOMENDACIONES

Realizar un estudio de tratamiento de los lixiviados, en la que se empleen diferentes concentraciones de carbón de coco, como también otros tipos de carbón vegetales aprovechables.

Para realizar el carbón, se requiere gran cantidad de materia prima puesto que al realizar el carbón estas reducen.

Realizar el carbón en un horno con pirolisis (sin oxígeno), y realizar una evaluación de laboratorio del carbón, para conocer las condiciones en la que se usa, lo cual no dará variaciones a la calidad del lixiviado u otro tipo de líquido que se trate.

Analizar otras concentraciones de contaminantes que puedan presentar los lixiviados del botadero, además diversos metales pesados tóxicos que se presenten.

A las autoridades, realizar estudios del grado de contaminación generado por los lixiviados, a los pobladores de la zona de Nauyan Rondos, además de los impactos que estos pueden generar a las actividades económicas.

Realizar un control de pérdida de lixiviados al ambiente y evitar contaminación, que por causa del viento fuerte al secarse las partículas llegan hasta la ciudad de Huánuco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, A. (2021). *Eficiencia del filtro lento de arena y carbón activo de Attalea phalerata y Mauritia flexuosa en el tratamiento del agua de la CCNN Shukshuyaku*. [Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental, Universidad Peruana la Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/4867/Ana_Tesis_Licenciatura_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Araújo, V. R. (2020). Análise comparativa do lixiviado bruto gerado em um aterro sanitário e o acumulado em uma lagoa de tratamento por evaporação natural. Ampla Editora.
- Ayodele, O., Adekunle, A., Adesina, A., Pourianejad, S., Zentner, A. y Dornack, C. (2020). Estabilización de la codigestión anaeróbica de biorresiduos utilizando carbón activado de biomasa de café molido. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852420315212?via%3Dihub>
- Baird, C. (2001). Química ambiental. Reverte. https://books.google.com.pe/books?id=bgUaHUqGPYIC&dq=lixiviado+s+componentes&hl=es&source=gbs_navlinks_
- Bembibre, C. (2012). Definición de Depuración. <https://www.definicionabc.com/general/depuracion.php>
- Correo (2012). "Botadero controlado" no va más en el distrito castellano". <https://diariocorreo.pe/peru/botadero-controlado-no-va-mas-en-el-district-219555/>
- Campos, I. (2000). Saneamiento Ambiental. EUNED. https://books.google.com.pe/books?id=lsgrGBGIGeMC&dq=Tipos+de+lixiviados&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Chávez, C. (2017). Evaluación del filtro roca en el tratamiento fisicoquímico del lixiviado en la planta de tratamiento de residuos sólidos – Cajamarca. [Tesis para optar el título profesional Ingeniero Ambiental,

Universidad nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1730/TESIS..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chand, D., Goyal, J., y Francis, T. (2006). Activated Carbon Adsorption. https://www.academia.edu/41695621/_Activated_Carbon_Adsorption_Chand_and_Goyal_Taylor_Francis_2005_

Callewaert, J., (2014). Poros de carbón activado <https://www.desotec.com/es/carbonologia/casos/poros-de-carb-n-activado>

Cocos nucifera. (2022, 24 de marzo). Wikipedia, La enciclopedia libre (05 de abril del 2022). https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Cocos_nucifera&oldid=142479676.

D.S N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, 7 de junio de 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

Fernández, L., Fernández, J., y López, J. (2004). Protección de las aguas subterráneas frente a vertidos directos e indirectos. IGME. https://books.google.com.pe/books?id=GpVdS5jAM74C&dq=Tipos+de+lixiviados&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Giraldo, E. (1997). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: avances recientes. [Archivo PDF] <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/riua.v0i14.538>

Gómez, A., Rincón, S., y Wolfgang, K. (2010). Carbón activado de cuesco de palma: Estudio de termogravimetría y estructura. Kassel university press GmbH.

Gualteros, D. G., & Cáceres, S. P. (2021). Estudio comparativo entre la capacidad de adsorción del carbón activado y la zeolita para la

remoción de nitrógeno amoniacal en lixiviados de un relleno sanitario [Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1956

Hernández, R., (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill / INTERAMERICANA. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Marín-Velásquez, T. D., & Córdor-Salvatierra, E. J. (2021). Capacidad de retención de hidrocarburos del endocarpio de coco en aguas aceitosas. *Tecnología y ciencias del agua*, 12(1), 01-36.

Manahan, S. (2006). Introducción a la química ambiental. Reverte <https://books.google.com.pe/books?id=5NR8Dlk1n68C&pg=RA2-SA13-PA13&dq=lixiviados&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj0wb3t6ub2AhVcJLkGHWwGCr8QuwV6BAgCEAc#v=onepage&q=lixiviados&f=false>

MINAM (2 de abril del 2022). Peruanos generamos 21 mil toneladas diarias de basura. *El peruano*. <https://elperuano.pe/noticia/120825-peruanos-generamos-21-mil-toneladas-diarias-de-basura>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2014). Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. [Archivo PDF] <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1057.pdf>

Mera, C. (2018). Análisis del carbón activado como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de la empresa “Curtiembre Quisapincha” del Cantón Ambato provincia de Tungurahua. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato - Ecuador]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27452/1/Tesis%201226%20-%20Mera%20Parra%20Christian%20Pa%C3%BAI.pdf>

- Ministerio del ambiente (2007). Preguntas frecuentes de estándares de calidad ambiental. [Archivo PDF] <https://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Preguntas-frecuentes.pdf>
- Nájera, H. (2022). Lixiviados ¿Qué son, ¿cómo se clasifican? (Parte 1). [Archivo PDF]. [http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1650.pdf](https://www.un Organización Panamericana de la Salud (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. [Archivo PDF] <a href=)ficach.mx/_/ambiental/de scargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf
- Ponce, D. (2019). Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1563/1/T026_73665141_T.pdf
- Pérez, J., y Gardey, A. (2012). Definición de depuración. <https://definicion.de/depuracion/>
- Pérez, J., y Merino, M. (2022). Definición de residuo sólido. <https://definicion.de/residuo-solido/>
- Porto, J. (2021). Definición de coco. <https://definicion.de/coco/>
- Pérez, J., y Merino, M. (2018). Definición de carbón activado. <https://definicion.de/carbon-activado/>
- RAE., (2021). Coco. <https://dle.rae.es/coco>
- Quispe, C. (2021). Sistemas de tratamientos de lixiviado de vertederos para eliminar contaminantes fisicoquímicos. Revisión sistemática [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65412>

- Robles, C. A. (2023). Tratamiento de lixiviados con semillas y carbón activado de Moringa oleífera en el relleno Sanitario de Uchuypampa [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112068>
- Ropero, S. (2020). Lixiviados: definición, ejemplos y tratamiento. <https://www.ecologiaverde.com/lixiviados-definicion-ejemplos-y-tratamiento-2713.html>
- Sánchez, H., y Reyes, C. (2002). Metodología y diseño de la investigación científica. Universidad Ricardo Palma
- Salas, B. (2018). Biorremediación de suelo y tratamiento de lixiviados con carbón activado de bambú del ex-basurero a cielo abierto el Zapote. [Tesis para obtener el grado de doctor, Instituto Politécnico Nacional – México]. <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18616/tesis%20de%20Bianka%20Salas%20Enr%C3%ADquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, A. (2007). Ciudades, medioambiente y sostenibilidad. ArCiBel. https://books.google.com.pe/books?id=bwRm2mafdEC&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Supo, J., y Zacarías, H. (2020). Metodología de la investigación científica: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales. Independently Published.
- Tello, P. (2018). Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. AIDIS. <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-LIBRO-AIDIS.pdf>
- Tito, J. L. (2019). Degradación de la carga orgánica de lixiviado maduro mediante proceso de oxidación avanzada h₂O₂/uv/tio₂ en reactor anular del relleno sanitario [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1526>

Trujillo, O. E., Quintero, A. L., & Vega, J. C. (2020). Tratabilidad de los lixiviados del relleno sanitario los corazones de la ciudad de Valledupar mediante el uso de carbón activado. RIAA, 11(1), 2.

Tutivén, A. (2020). Evaluación de la eficiencia del carbón activado procedente del pseudotallo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) para su uso en remoción de contaminantes en agua de pozo. [Tesis para optar el título profesional de ingeniera agroindustrial, Universidad Católica DE Santiago de Guayaquil - Ecuador]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15510/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-67.pdf>

Viquez, T. (2015). Carbón activado. [Archivo PDF] http://edumed.imss.gob.mx/pediatria/toxico/boletin_carbon_activado.pdf

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Soto Polinar, C. (2023). *Implementación de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa - Nauyan Rondós, Huánuco, 2022 - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

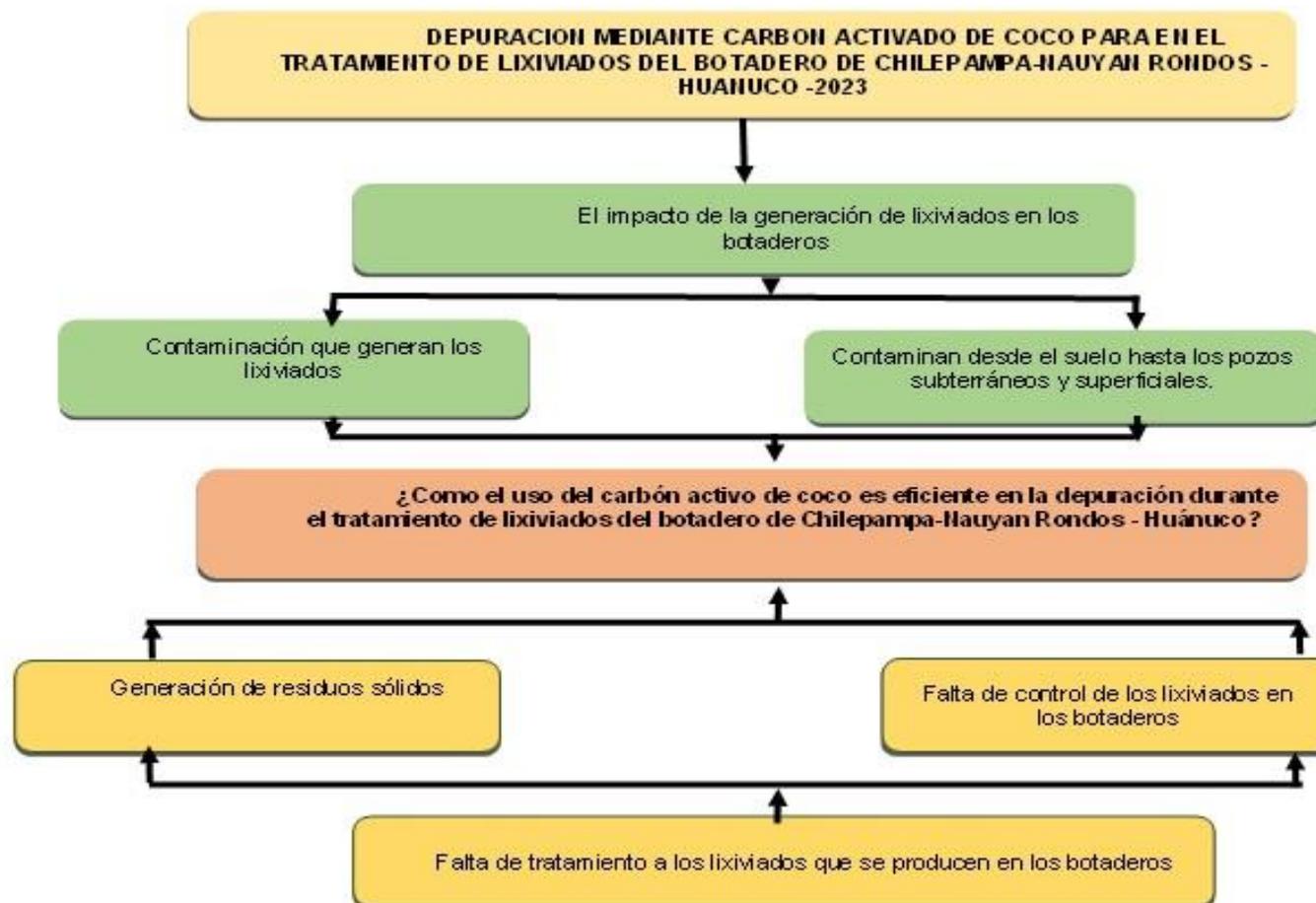
Título: “Implementación de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco para la depuración de lixiviados provenientes del botadero de Chilepampa-Nauyan rondós - Huánuco 2022-2023”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	POBLACION
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en la depuración de lixiviados del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondós - Huánuco? 	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar la eficiencia de un filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos - Huánuco 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe eficiencia en el filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco. • No existe eficiencia en el filtro a base de carbón activado de cascara de coco en el tratamiento de lixiviados del botadero controlado de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco. 	<p>Variable independiente:</p> <p>Lixiviados del botadero controlado</p>	<p>-Tipo:</p> <p>Por el número de mediciones es longitudinal (Supo y Zacariaz,2020)</p> <p>Enfoque.</p> <p>Presenta el enfoque cuantitativo ya que es secuencial y probatorio.</p> <p>Nivel: aplicado, también llamada constructiva o utilitaria, se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta. (Sánchez y Reyes, 2002)</p> <p>Diseño</p> <p>El presente estudio presenta un diseño experimental, (Hernández, 2014).</p>	<p>POBLACION:</p> <p>Conformado por todo el lixiviado que se produce en el botadero de chile pampa Nauyan Rondos – Huánuco.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Conformado por 20 litros de lixiviado de chile pampa Nauyan Rondos – Huánuco</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS				
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, en el botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco? • ¿Cuál es la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco? 	<ul style="list-style-type: none"> • Demostrar las características fisicoquímicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, en el botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco. • Demostrar la cantidad de cadmio y plomo del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco. 				

-
- ¿Cuáles son las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco?
 - Demostrar las características microbiológicas del lixiviado antes y después de someterse al filtro a base de carbón activado, del botadero de Chile pampa-Nauyan Rondos – Huánuco.
-

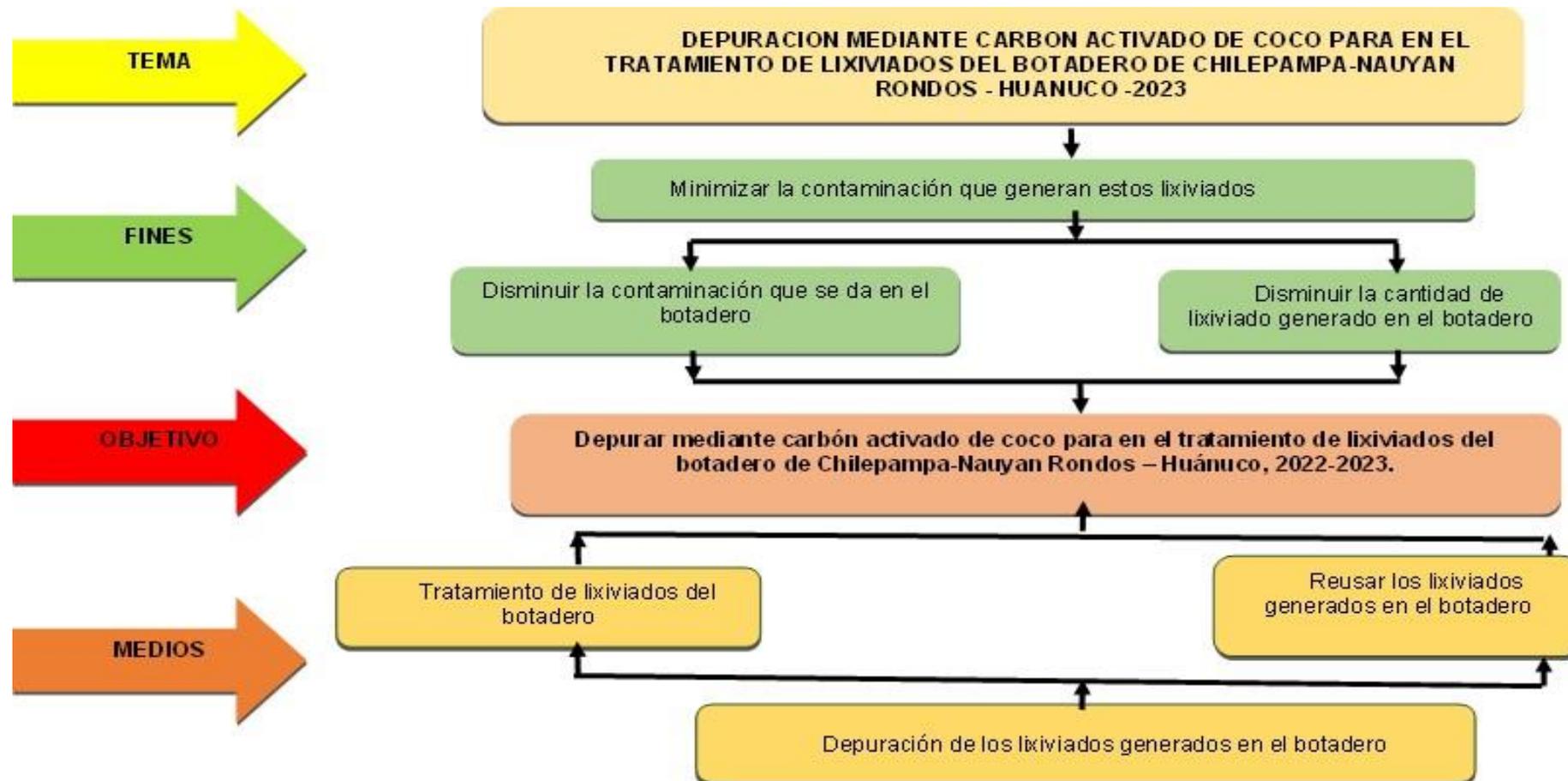
ANEXO 2

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTOS



ANEXO 3

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

HOJA DE CAMPO

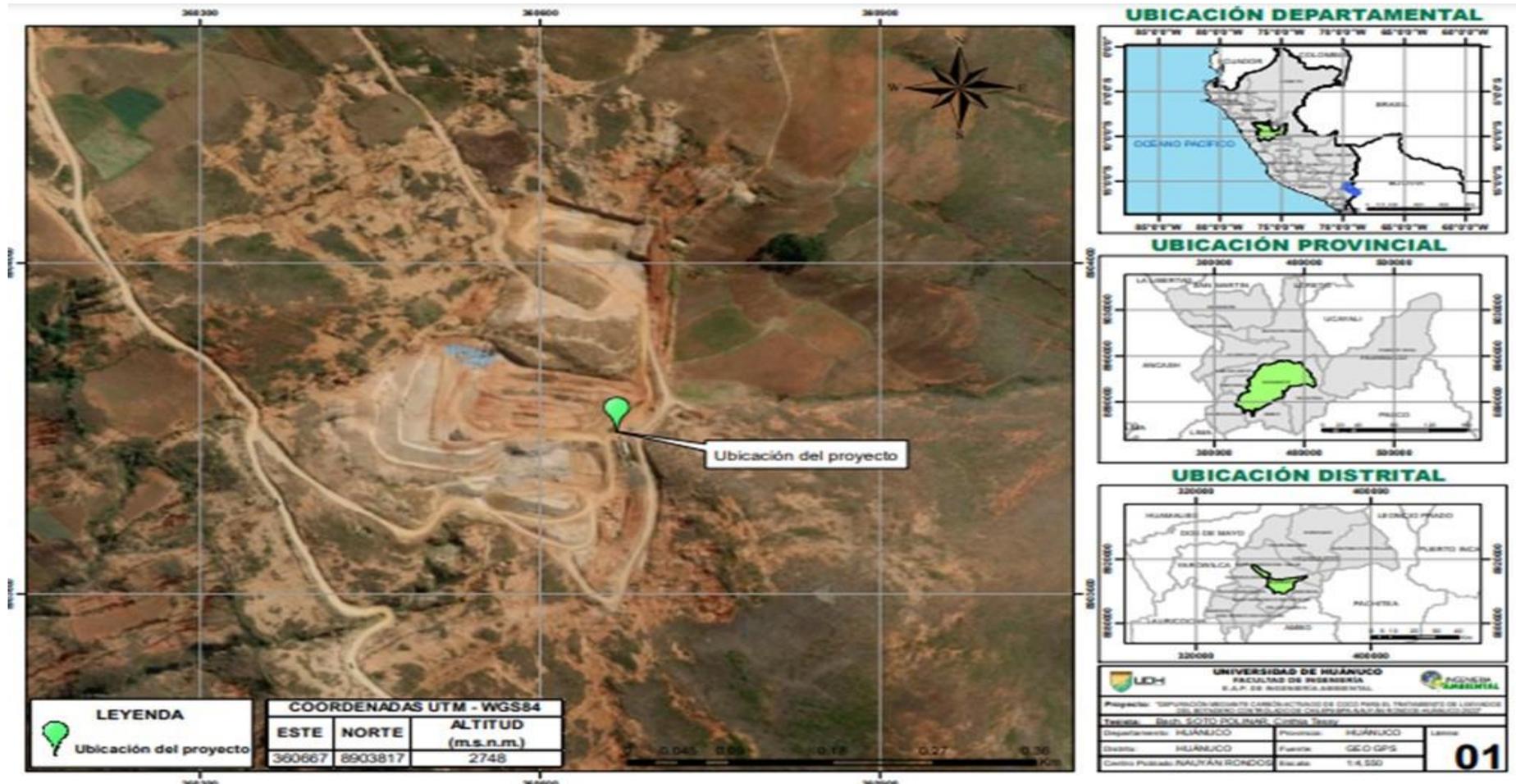
REGISTRO DE PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL PROYECTO DE TESIS “DEPURACIÓN MEDIANTE CARBÓN ACTIVADO DE COCO PARA EN EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DEL BOTADERO CONTROLADO DE CHILEPAMPA-NAUYAN RONDOS – HUÁNUCO, 2022-2023

TESISTA: SOTO POLINAR Cinthia Tessy

LUGAR: CENTRO POBLADO DE NAUYAN RONDOS, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO – AGOSTO 2021

FECHA	PUNTO DE MONITOREO	HORA	PARAMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS				
		CORDENADAS	TEMPERATURA AMBIENTAL (°C)	OD)	PH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (us/cm-1)	

ANEXO 6 MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO 7

DISEÑO DE UN FILTRO DE CARBÓN ACTIVADO



ANEXO 8

RESULTADOS DEL LABORATORIO

Análisis pre tratamiento



PACIFIC CONTROL
Your eyes everywhere

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-074



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO N° 220014021/2022

Razón social del cliente:	Soto Polinar Cinthia Tussy	RUC:	48512168
Domicilio legal del cliente:	Huanuco	CMA:	CMA2022/6962

Producto declarado:	Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras:	04
Presentación:	Frasco de Plástico / Una (01) unidad de 500 mL, Una (01) unidad de 1 L, Una (01) unidad de 250 mL, y Una (01) unidad de 120 mL
Procedencia:	BOTADERO CHILEPAMPA
Condición de la muestra:	Refrigerada
Muestreado por:	El cliente
Procedimiento de muestreo:	No Aplica
Plan de muestreo:	No Aplica
Fecha y hora de muestreo:	07/12/2022-08:00 h
Coordenadas:	No Indica
Punto de muestreo:	P1 / BOTADERO CHILEPAMPA - SIN FILTRAR
Fecha de recepción de la muestra:	08/12/2022
Código de Muestra:	220014021
Fecha de inicio de análisis:	14/12/2022
Fecha de término de análisis:	26/12/2022
Fecha de emisión:	29/12/2022

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	2.860,00
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,56
Cadmio	0,003	mg /L	0,004
Piomo	0,003	mg /L	0,142

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	1400000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	1100000

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad con la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

PR-13-15-01 / V83_2022.03.30

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representative throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.
Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Litmanville Mc Q Lote 07 y 08 - Vite el Salvador
Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYR/CYP

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

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

Tipo de análisis	Norma de Referencia
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017, Conductivity, Laboratory Method/ (T:25°C)
pH (Referencial)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method
Cadmio	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry . 1994
Plomo	EPA Method 200.7 Rev. 4.4, Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry . 1994
Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. (Incluye MUESTRED) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standart Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23rd Ed. (Incluye MUESTRED) 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

Observaciones

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"La información contenida en este informe está basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Pacific Control S.A.C. - Laboratorio.

La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. Pacific Control S.A.C. - Laboratorio. No es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente".



Cefino Yahuana Palacios
Quim. Cefino Yahuana Palacios
Gerente de Laboratorio
PACIFIC CONTROL S.A.C



FIN DE DOCUMENTO

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
PR-13-15-01 / V03, 0022.03.20

Our general term and conditions are available in full www.pacificcontrol.us or at your request
Offices, Resident Inspectors, Joint Ventureships, and Representatives throughout the world

TIC Council is an international association representing independent testing, inspection and certification companies.



Pacific Control S.A.C.

Panamericana Sur Km 23.5- Santa Rosa de Liriovilla Mz Q Lote 07 y 08 - Villa el Salvador

Phone central: (+511) 660 2323

JE/CYR/CYP

Análisis post tratamiento

INFORME DE ENSAYO N° 230000564/2023

Razón social del cliente: Soto Polinar Cinthia Tessa RUC: 48512168
 Domicilio legal del cliente: Huanuco CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
 Número de Muestras: 03
 Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L.
 Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
 Condición de la muestra: Refrigerada
 Muestreado por: El cliente
 Procedimiento de muestreo: No Aplica
 Plan de muestreo: No Aplica
 Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
 Coordenadas: No Indica
 Punto de muestreo: P1 / BOTADERO CHILEPAMPA
 Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
 Código de Muestra: 230000564
 Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
 Fecha de término de análisis: 18/01/2023
 Fecha de emisión: 26/01/2023

Físico Químicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	15.020,00
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,20
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0032
Plomo	0,003	mg /L	< 0,0130

Microbiológicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	170000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	40000

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PE-13-15-01 / V03, 2022.03.30



[Firma]
 Germán Yajima Velazquez
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO N° 230000566/2023

Razón social del cliente: Soto Polinar Cinthia Tessa

RUC: 48512168

Domicilio legal del cliente: Huanuco

CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
 Número de Muestras: 03
 Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L.
 Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
 Condición de la muestra: Refrigerada
 Muestreado por: El cliente
 Procedimiento de muestreo: No Aplica
 Plan de muestreo: No Aplica
 Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
 Coordenadas: No Indica
 Punto de muestreo: P2 / BOTADERO CHILEPAMPA
 Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
 Código de Muestra: 230000566
 Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
 Fecha de término de análisis: 18/01/2023
 Fecha de emisión: 26/01/2023

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	11.770,00
pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,40
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0033
Plomo	0,003	mg /L	0,0150

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	140000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	32000

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.02.20



 Germán Valdivia Palacios
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO N° 230000567/2023

Razón social del cliente: Solo Polinar Cinthia Tassy

RUC: 48512168

Domicilio legal del cliente: Huanuco

CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras: 03
Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L.
Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P3 / BOTADERO CHILEPAMPA
Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
Código de Muestra: 230000567
Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
Fecha de término de análisis: 18/01/2023
Fecha de emisión: 26/01/2023

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	12.360,00
pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,77
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0036
Plomo	0,003	mg /L	0,0050

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	130000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	33000

*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PB-13-15-01 / V03, 2622-03-20



 Quím. Colina Yohanna Palacios
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO N° 230000568/2023

Razón social del cliente: Soto Polinar Cinthia Tessy

RUC: 48512168

Domicilio legal del cliente: Huanuco

CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras: 03
Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L
Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P4 / BOTADERO CHILEPAMPA
Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
Código de Muestra: 230000568
Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
Fecha de término de análisis: 18/01/2023
Fecha de emisión: 26/01/2023

Físico Químicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	15.480,00
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,35
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0032
Piomo	0,003	mg /L	< 0,0130

Microbiológicos

Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	130000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	33000

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.03.30



Quim. Colina Yohuana Palacios
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO N° 230000569/2023

Razón social del cliente: Soto Polinar Cinthia Tussy
Domicilio legal del cliente: Huanuco

RUC: 48512168
CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras: 03
Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L.
Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P5 / BOTADERO CHILEPAMPA
Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
Código de Muestra: 230000569
Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
Fecha de término de análisis: 18/01/2023
Fecha de emisión: 26/01/2023

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	14.800,00
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,59
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0034
Plomo	0,003	mg /L	0,0100

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	120000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	37000

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LCV, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento solo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 PR-13-15-01 / V03, 2022.02.20



Germán Colina Velazquez
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



INFORME DE ENSAYO N° 230000570/2023

Razón social del cliente: Soto Polinar Cinthia Tessy
Domicilio legal del cliente: Huanuco

RUC: 48512168
CMA: CMA2023/170

Producto declarado: Agua Residual / Agua Residual Municipal
Número de Muestras: 03
Presentación: Frasco de plástico / Una (01) unidad de 120 mL, Una (01) unidad de 500 mL, y Una (01) unidad de 1 L.
Procedencia: BOTADERO CHILEPAMPA - HUANUCO
Condición de la muestra: Refrigerada
Muestreado por: El cliente
Procedimiento de muestreo: No Aplica
Plan de muestreo: No Aplica
Fecha y hora de muestreo: 13/01/2023 - 08:00 h
Coordenadas: No Indica
Punto de muestreo: P6 / BOTADERO CHILEPAMPA
Fecha de recepción de la muestra: 14/01/2023
Código de Muestra: 230000570
Fecha de inicio de análisis: 14/01/2023
Fecha de término de análisis: 21/01/2023
Fecha de emisión: 26/01/2023

Página 1 de 2

Físico Químicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Conductividad	0,01	uS/cm	14.240,00
* pH (Referencial)	0,01	Unidad de pH	7,76
Cadmio	0,003	mg /L	< 0,0034
Plomo	0,003	mg /L	0,0100

Microbiológicos			
Análisis	LCM	Unidad	Resultados
Coliformes totales	1,8	NMP/100 mL	170000
Coliformes Fecales o Termotolerantes (NMP)	1,8	NMP/100 mL	39000

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE UN DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad con la autorización escrita de PACIFIC CONTROL S.A.C. Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.
 RR-13-15-01 / V83, 26/02/03/30



 Germán Valverde Palacios
 Gerente de Laboratorio
 PACIFIC CONTROL S.A.C.



ANEXO 9

PANEL FOTOGRÁFICO

Reconocimiento del área de estudio



Ubicación para la toma de muestras



Materia prima (coco) para elaborar el carbón



Instalación del filtro biológico



Elaboración del carbón de coco



Quema del coco para obtener carbón activado



Obtención del carbón de coco



Filtración del lixiviado en el filtro con carbón activado de coco



Cargado del filtro biológico



Visita del jurado evaluador del proyecto



Muestras para ser enviadas al laboratorio de análisis



Muestras para la rotulación y cadena de custodio con la presencia del jurado



Muestras etiquetadas y rotuladas

