

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio”

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

AUTORA: Ponce Arredondo, Rossmery Diana

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H



TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Educación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geología

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): 74139341

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en:
gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002- 5114-4114
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001- 9180-7405
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo - Microbiólogo	21257549	0000-0001- 5596-0445



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 30 del mes de mayo 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:

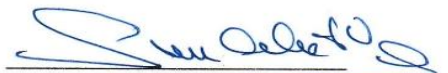
- Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1169-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO"**, presentado por el (la) Bach. **PONCE ARREDONDO, ROSSMERY DIANA**, 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 **16**..... y cualitativo de **BUENO**..... (Art. 47)

Siendo las **18:32** horas del día **30**..... del mes de **Mayo**..... del año **2023**....., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas
ORCID: 0000-0002-5114-4114
Presidente


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


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



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.udh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MILTON EDWIN MORALES AQUINO, asesor(a) del PA. INGENIERIA AMBIENTAL y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N.º 049-2022-D-FI-UDH del 13 de enero del 2022; de la Bachiller, ROSSMERY DIANA PONCE ARREDONDO de la investigación titulada **“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO”**.

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

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituye 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, 6 de junio de 2023

Mg. Milton Edwin Morales Aquino

Asesor de tesis

DNI: 44342697

Código ORCID N°

0000-0002-2250-3288

SEGUNDA REVISIÓN

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

5

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%

7

investigacion.cloududh.com

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
ASESOR
DNI: 44342697
Código ORCID N°
0000-0002-2250-3288

DEDICATORIA

A Dios por ser la esencia de mi vida.

A mis padres que son mi motivo y la razón para seguir adelante, que gracias a su apoyo incondicional, comprensión, fortaleza han sido la inspiración para la lucha diaria en este camino de la vida e hicieron posible mi desarrollo personal.

A mi hermana por ser mi ejemplo de perseverancia, firmeza y humildad.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la vida y la sabiduría, por ser de su voluntad el permitirme llegar a culminar esta etapa de mi vida, gracias a todas las personas que han colaborado en la realización de esta tesis, agradezco especialmente a:

Mi Padre por el apoyo incondicional, que siempre ha estado conmigo en todos los momentos, a mi Madre por ser el pilar fundamental de mi vida e inspiración para cada meta trazada y cumplida, a mi hermana Elizabeth por sus consejos y su apoyo infinito, a mis familiares y amigos quienes han estado junto a mí a lo largo de esta etapa.

A la Universidad De Huánuco, por haberme acogido en sus aulas formándome académicamente, al Mg. Milton Edwin, Morales Aquino por su apoyo en calidad de asesor de la presente tesis, a los docentes de la facultad de Ingeniería – Programa Académico Profesional de Ingeniería Ambiental por su apoyo a lo largo de la carrera, por su entusiasmo y paciencia logrando el objetivo trazado.

Igualmente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan - Escuela Académica Profesional de Agroindustrial, por brindarme el uso del laboratorio de Análisis Físico-Químico y de igual manera el agradecimiento a los docentes de dicha escuela.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	14
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. A NIVEL AMBIENTAL	17
1.4.2. A NIVEL ECONÓMICO	17
1.4.3. A NIVEL SOCIAL.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1. LIMITACIÓN TEMPORAL	18
1.5.2. LIMITACIÓN DE INFORMACIÓN.....	18
1.5.3. LIMITACIÓN ESPACIAL.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.6.1. ASPECTO ECONÓMICO FINANCIERO	18
1.6.2. ASPECTO AMBIENTAL	18
CAPITULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.2. BASE TEÓRICA	23
2.2.1. IMPORTANCIA DEL AGUA.....	23
2.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA NARANJA (Citrus sinensis), COMO ESPECIE.....	24
2.2.3. ¿QUÉ ES EL CARBÓN ACTIVADO?.....	29
2.2.4. EL PLOMO	33
2.2.5. PLOMO EN FASE ACUOSA	37
2.2.6. ADSORCIÓN.....	37
2.2.7. NORMAS PERUANAS SOBRE PLOMO EN EFLUENTES LÍQUIDOS	38
2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUALES	39
2.4. HIPÓTESIS.....	42
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	42
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	42
2.5. VARIABLES.....	43
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	43
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	43
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	44
CAPITULO III.....	45
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.1.1. ENFOQUE.....	45
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	45
3.1.3. DISEÑO.....	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	47
3.2.1. POBLACIÓN.....	47
3.2.2. MUESTRA.....	47
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..	47
3.3.1. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.3.2. METODOLOGÍA.....	48

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	60
3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	60
3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	60
CAPITULO IV.....	61
RESULTADOS.....	61
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	61
4.1.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL PRECURSOR.....	61
4.1.2. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ADSORCIÓN DE PLOMO EN DISOLUCIÓN ACUOSA.....	63
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS....	70
4.2.1. CONTRASTACIÓN ESTADÍSTICA DE LA HIPÓTESIS GENERAL CON LOS RESULTADOS	70
4.2.2. CONTRASTACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS CON LOS RESULTADOS	71
CAPITULO V.....	75
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON INVESTIGACIONES SIMILARES	75
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BLIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Exportaciones de naranjas en el Perú	25
Tabla 2 Componentes de la cáscara de naranja.....	26
Tabla 3 Contenido de C, H y N de la cáscara de naranja	28
Tabla 4 Parámetros de un carbón activado para el tratamiento de agua.....	33
Tabla 5 Propiedades del plomo	34
Tabla 6 Métodos de remoción de metales pesados.....	35
Tabla 7 Operacionalización de variables	44
Tabla 8 Diseño de la Investigación	46
Tabla 9 Resultados de análisis de humedad del precursor	61
Tabla 10 Resultados de análisis de material volátil del precursor.....	62
Tabla 11 Resultados de análisis de cenizas del precursor	62
Tabla 12 Resultados de análisis de carbón fijo del precursor	62
Tabla 13 Estadística descriptiva de la caracterización del precursor cáscara de naranja (Citrus sinensis)	63
Tabla 14 Resultados de la caracterización del precursor cáscara de naranja (Citrus sinensis).....	63
Tabla 15 Resultados de concentración inicial de plomo	64
Tabla 16 Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la primera réplica	64
Tabla 17 Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la segunda réplica	64
Tabla 18 Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la tercera réplica	65
Tabla 19 Resultados porcentual de concentración inicial de plomo.....	65
Tabla 20 Resultados de concentración final de plomo en diferentes masas	65
Tabla 21 Estadística descriptiva de concentración final de plomo en disolución acuosa.....	67
Tabla 22 Concentración final media de plomo Cf	67
Tabla 23 Resultados del porcentaje de adsorción de plomo (Pb).....	68
Tabla 24 Estadística descriptiva del porcentaje de adsorción de plomo en disolución acuosa.....	69
Tabla 25 Porcentaje de adsorción para plomo por media muestral	69

Tabla 26 Análisis de varianza de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después del tratamiento con carbón activado.....	73
Tabla 27 Prueba de tukey de la concentración de plomo antes y después del tratamiento con carbón activado.....	73
Tabla 28 Análisis de varianza de la adsorción de plomo (Pb) en agua contaminada después del tratamiento con carbón activado	74
Tabla 29 Prueba de tukey de la adsorción de plomo (Pb) después del tratamiento con carbón activado.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Anatomía de una naranja.....	25
Figura 2 Forma química de la celulosa	26
Figura 3 Forma química de la hemicelulosa	27
Figura 4 Forma química de la lignina.....	27
Figura 5 Forma química de la pectina.....	28
Figura 6 Representación del tipo de poros en el carbón activado	30
Figura 7 Métodos de activación	31
Figura 8 Gráfica de columnas de la concentración de plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada réplica.....	66
Figura 9 Gráfica de líneas de la concentración de plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada réplica	66
Figura 10 Gráfica de columnas del porcentaje de adsorción de plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada réplica	68
Figura 11 Gráfica de líneas del porcentaje de adsorción de plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada réplica	69
Figura 12 Gráfica de líneas de los resultados de la concentración final media de plomo (pb).....	70
Figura 13 Gráfica de líneas del porcentaje de adsorción media de plomo (Pb).....	71

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 Acondicionamiento de la materia prima.....	48
Diagrama 2 Preparación de la cáscara de naranja	50
Diagrama 3 Tratamiento para la evaluación de humedad	51
Diagrama 4 Tratamiento para la evaluación de ceniza	52
Diagrama 5 Tratamiento para la evaluación de material volátil	53
Diagrama 6 Activación química de la cáscara de naranja	54
Diagrama 7 Tratamiento térmico para la carbonización.....	55
Diagrama 8 Lavado, secado, molienda, tamizado de carbón activado	56
Diagrama 9 Tratamiento de adsorción de plomo (pb) en disolución acuosa	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada “*Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (Citrus sinensis) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio*” tuvo como **objetivo** evaluar la efectividad del carbón activado de la cáscara de naranja, como material adsorbente de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio, igualmente determinar qué cantidad de masa utilizada es la ideal para la mayor adsorción de plomo (Pb) dentro de los tratamientos. La **metodología** usada es de tipo aplicada, con un diseño experimental de alcance explicativo, utilizando la norma internacional ASTM, en primer lugar se caracterizó la cáscara de naranja como material adsorbente, en segundo lugar se elaboró carbón activado usando ácido fosfórico (H_3PO_4), para finalmente proceder con la adsorción de plomo (Pb) con tratamientos donde se emplearon diferentes cantidades de masas de carbón activado; 0g, 0.5g, 1.0g, 1.5g y 2.0g, que se puso en contacto con 500ml de agua contaminada con plomo (Pb), elaborada en laboratorio, manteniéndolo en un pH de 2 a 3, realizando 3 réplicas de 5 muestras, siendo en total 15 muestras a evaluar. Como **resultado** se tuvo, para la caracterización de la cáscara de naranja, 8.3747 % de humedad, 69.5052 % de material volátil, 5.7568 % de cenizas y 16.3633 % de carbón fijo; para la adsorción de plomo (Pb) mediante carbón activado de cáscara de naranja los resultados fueron, 0g (0%), 0.5g (93.371%), 1.0g (94.455%), 1.5g (93.959%) y 2.0g (93.727%). Se **concluye** que los resultados fueron positivos para la adsorción de plomo (Pb), obteniendo un porcentaje promedio de 93.878 % de remoción, como también demostrando que la masa adecuada es 1.0g removiendo un 94.455 %, según análisis en laboratorio, con una diferencia significativa ($p < 0.05$), demostrando que la adsorción mediante carbón activado de cáscara de naranja es una alternativa de tecnología verde para la remoción de metales pesados como el plomo (Pb).

Palabras claves: Cáscara de naranja, carbón activado, plomo, adsorción, activación química.

ABSTRACT

This research paper entitled "*Evaluation of the effectiveness of orange peel (Citrus sinensis) activated carbon for the adsorption of lead (Pb) in aqueous dissolution at the laboratory level*" it had **objective** was to evaluate the effectiveness of orange peel activated carbon as an adsorbent material for lead in aqueous dissolution at the laboratory level, and to determine the ideal amount of mass used for the highest adsorption of lead in the treatments. The **methodology** used is of applied type, with an experimental design of explanatory scope, using the international standard ASTM, first, orange peel was characterized as an adsorbent material; second, activated carbon was produced using phosphoric acid (H_3PO_4), to finally proceed with the adsorption of lead with treatments where different amounts of activated carbon masses were used; 0g, 0.5g, 1.0g, 1.5g and 2.0g, who got in touch with 500 ml of water contaminated with lead, prepared in the laboratory, keeping it at a pH of 2 to 3, making 3 replicates of 5 samples, with a total of 15 samples to be evaluated. As a **result** we had, for the characterization of orange peel, 8.3747 % moisture, 69.5052 % volatile material, 5.7568 % ash and 16.3633 % fixed carbon; for the adsorption of lead using orange peel activated carbon, the results were as follows, 0g (0%), 0.5g (93.371%), 1.0g (94.455%), 1.5g (93.959%) and 2.0g (93.727%). It is **concluded** that the results were positive for lead adsorption, obtaining an average percentage of 93.878 % removal, as well as demonstrating that the appropriate mass is 1.0g removing 94.455 %, according to laboratory analysis, with a significant difference ($p < 0.05$), demonstrating that orange peel activated carbon adsorption is a green technology alternative for the removal of heavy metals such as lead.

Keywords: Orange peel, activated carbon, lead, adsorption, chemical activation.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por diversos factores es una triste y cruda realidad que hoy en día enfrentamos a nivel mundial, desde los países más desarrollados hasta los rincones más recónditos presentan problemas debido a que cada día crece la contaminación, ya sea por un mal manejo de residuos, por las industrias, por la minería, etc. En la actualidad esta problemática conlleva a que se desarrolle técnicas para lograr minimizar los impactos de la contaminación ambiental.

Una gran problemática ambiental es la contaminación de aguas con plomo (Pb), ya que es un metal pesado y silencioso, acumulable con el tiempo y no es biodegradable, siendo así altamente tóxico para el medio ambiente y para los seres vivos. Según las estadísticas encontradas el plomo causó 900 000 defunciones para el 2019, así como altos porcentajes de problemas de salud en todo el mundo.

Existen muchas técnicas de remoción, como: adsorción, osmosis inversa, evaporación e intercambio iónico etc. El proceso de adsorción es muy ventajoso ya que ofrece mayor porcentaje para la eliminar metales en aguas contaminadas; se puede utilizar diferentes adsorbentes, pero el más usado son los carbones activados.

Este trabajo de investigación cobra tendencia ya que el Perú produce cítricos a gran escala, siendo unos de los países latinoamericanos con mayor producción de cítricos exportados, sin embargo, genera residuos que no se han utilizado en toda su potencial, llegando a desaprovecharse; conociendo de ello, se puede considerar a la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) fuente de fácil acceso en nuestro país para poder elaborar carbón activado y ser usado en la eliminación de contaminantes como el plomo (Pb), de manera que puede utilizarse como control de la contaminación a través de la implantación de tecnologías limpias dentro de las actividades industriales, mineras y domésticas.

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la tierra, el agua se distribuye en: océanos y mares (96,5 %), en los casquetes polares y glaciares (1,74 %), en depósitos acuíferos de permafrost (1,72 %) y (0,04 %) en lo que queda del planeta, incluyendo a los organismos vivos. Por lo tanto, se concluye que el agua es un elemento fundamental para el desarrollo de la vida (Ondarse, 2021)

A nivel mundial enfrentamos grandes problemas de contaminación de aguas por metales pesados, como: cobre, cromo, plomo, etc., estos metales pesados son tóxicos, bioacumulables y no se puede degradar con el tiempo, llegando a ser peligrosos aun así se esté expuesto a bajas concentraciones (Vera, 2015).

Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] (2022), se registra a nivel mundial 900 000 muertes, como también una disminución de 21.7 millones de años de vida fuera de otras enfermedades, causada únicamente por la exposición al plomo (Pb), el registro demuestra que la mayor parte de muertes vienen de países que tienen de mediana a baja economía, asimismo la exposición provoco a nivel mundial 62.5% de insuficiencia de desarrollo intelectual, 7.2% de cardiopatía, 5.65% accidentes cerebrovasculares, estos datos fueron evaluados por el Instituto de Sanimetría y Evaluación Sanitaria en el año 2019.

Nuestro país cuenta con numerosa variedad de yacimientos mineros, llegando a ser un país que registra gran potencial minero, convirtiendo así a la minería un sector que genera importantes ingresos económicos a nivel nacional (Martinez, 2017). En el 2018, la principal producción de plomo (Pb) se registró en las siguientes empresas mineras: 17 % Volcan, 9% Buenaventura, 8% El Brocal, 7% Raura y con un 6% Nexa (Antamina, 2021).

En el departamento de Huánuco, se encuentra ubicado el río Huallaga especialmente en el tramo de la provincia de Leoncio Prado, donde se puede observar que está contaminada en gran cantidad por cadmio y plomo, estos se depositan de manera directa por medio de las aguas residuales domésticas, residuos sólidos y hospitalarios, de igual forma las mecánicas de la ciudad depositan sus restos de aceites y grasas, que según estudios los valores superan los permitidos por la FAO, OMS, Unión Europea y SANIPES (Panduro, 2018).

Se puede llegar a eliminar metales pesados de aguas contaminadas, si estas se hallan en bajas concentraciones, mediante un proceso de adsorción; existen diversos adsorbentes, pero se considera que la utilización de carbón activado es la más ideal ya sea en su forma granular o en polvo, ideal para ser empleada por tener buenas características físicas y químicas (Mendoza, 2012).

Dentro de nuestro territorio nacional tenemos variedades de biomasa residual, considerados comúnmente residuos sólidos orgánicos, con esta materia prima se puede elaborar carbón activado de muy buena calidad, así produciendo un carbón activado a menor costo (Assureira, 2013).

A pesar de que en nuestro país se registran datos de gran producción de cítricos, sus residuos sólidos no se aprovechan en su totalidad, ya que es usada como suplemento alimenticio, pero la mayor parte es desechada sin darle un aprovechamiento extra (Benavente y Aguirre, 2015).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la efectividad del carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), como material adsorbente de plomo (Pb) en disolución acuosa?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los parámetros que se tiene que tener en cuenta en la elaboración de carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), para a la adsorción de plomo (Pb)?
- ¿Cuál será la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)?
- ¿Cuál será la cantidad de masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), para la adsorción de plomo (Pb) en fase acuosa?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar la efectividad del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), para su uso como material adsorbente de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros asociados a la cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la elaboración de carbón activado, tales como humedad, contenido de ceniza, material volátil, carbon fijo y capacidad de adsorción mediante metodología en laboratorio, para la adsorción de plomo (Pb).
- Determinar la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).
- Determinar la cantidad de masa optima de carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel mundial en los últimos años se ha presentado una gran inquietud por la contaminación ambiental, así de la misma manera se ve la implantación de tecnologías sostenibles , sustentables y limpias, de igual manera normas más estrictas con respecto al control de descargas de sustancias contaminantes al ambiente. Lo que se busca es implantar tecnologías limpias en los procesos para lograr la disminución de la contaminación medio ambiental.

1.4.1. A NIVEL AMBIENTAL

Los efluentes líquidos de los procesos industriales contienen metales pesados, siendo uno de los contaminantes que más afecta al ambiente y la salud humana, porque estos metales son muy peligrosos, ya que la exposición aun a bajas concentraciones es tóxica, llegando a acumularse en diferentes partes del organismo (Aderhold et al., 1996).

1.4.2. A NIVEL ECONÓMICO

Pinzón y Cardona (2008), realizaron un estudio donde determinaron, que la cáscara de naranja contiene un elevado % en carbono y bajo % de cenizas, convirtiéndola en un buen precursor para la elaboración de carbón activado; permitiéndonos económicos gastos en la eliminación de residuos contaminantes y así reducir importaciones.

1.4.3. A NIVEL SOCIAL

Teniendo en cuenta todo lo mencionado se puede tomar a la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), fuente de fácil acceso dentro de nuestro país para obtener carbón activado y ser empleada en la remoción y adsorción de metales pesados, entre ellos el plomo, siendo así una manera de control de la contaminación a través de la implantación de tecnologías limpias dentro de las actividades industriales, mineras y domésticas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la investigación se encontró las siguientes limitaciones.

1.5.1. LIMITACIÓN TEMPORAL

El presente trabajo de investigación no presentó mayores limitaciones temporales, ya que se planificó de manera que pueda seguirse según un cronograma, de acuerdo a los tiempos establecidos para cada etapa realizada dentro del proyecto.

1.5.2. LIMITACIÓN DE INFORMACIÓN

El presente trabajo de investigación no mostró mayores limitaciones con respecto a información, puesto que la adsorción y/o bioadsorción de plomo de aguas contaminadas por metales pesados es un tema de amplio interés internacional, así pudiéndose encontrar informaciones relevantes por su gran importancia.

1.5.3. LIMITACIÓN ESPACIAL

El presente trabajo de investigación no presentó mayores limitaciones espaciales, ya que es de fácil acceso los lugares donde se realizó dicha investigación, así lográndose los objetivos planteados.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. ASPECTO ECONÓMICO FINANCIERO

El proyecto de investigación fue viable económicamente ya que la adsorción de plomo (Pb) empleando carbón activado de la cáscara de naranja, no cubre grandes costos la cual hace que sea un proyecto sostenible, calificándose como implementación de tecnologías verdes.

1.6.2. ASPECTO AMBIENTAL

El proyecto fue viable ambientalmente ya que se contribuyó a la implementación de tecnologías verdes y/o eco-sostenibles para la reducción de contaminación de aguas por plomo (Pb), de esa manera

contribuir a la sociedad para que se pueda proveer de aguas más saludables y regidas a los estándares de calidad.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Verdugo (2017), en su trabajo de tesis pregrado: “Bioadsorción de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (*citrus reticulata var. Clementina*)”, tiene como **objetivo** la evaluación de la capacidad de bioadsorción de plomo y cromo usando cáscara de la mandarina (*citrus reticulata var. Clementina*). Donde tuvo como parámetros el tamaño de partícula siendo (<0.3mm), entre (0.3 – 0.6 mm), y (>0.6 mm) así como el tiempo de agitación y la concentración de los metales. El tratamiento constó en preparar soluciones con estos metales a una concentración de 5ppm, en agitación por un tiempo de 2 horas. **Concluyendo** en que el pH 4 es apto para la bioadsorción de plomo y cromo, teniendo como resultado una bioadsorción de 71.9% para plomo (Pb) y 54.4% para cromo (Cr), con una diferencia significativa ($p < 0,05$). Dentro del estudio de investigación **recomienda** el aprovechamiento de otro tipo de material orgánico considerado como desecho, así mismo realizar ensayos de bioadsorción variando temperaturas y masas de bioadsorbente.

Garcia y Granillo (2017), en su trabajo de tesis pregrado: “Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cascara de naranja valencia (*Citrus Sinensis Linn Osbeck*)”, tiene como **objetivo** evaluar las condiciones operacionales en la preparación de carbón activo a partir de la cáscara de naranja Valencia (*Citrus Sinensis Linn Osbeck*). Donde la activación del carbón se llevó a cabo mediante un proceso químico con ácido fosfórico (H_3PO_4) como agente activador, utilizando metodología normalizada de ASTM y ANSI/AWWA para valorar los parámetros físico-químicos, como: número de yodo, área superficial, porosimetría y

la capacidad de adsorción. **Concluyendo** que la cáscara de naranja Valencia analizada contiene carbón (84.68%) y cenizas (5.44%) convirtiéndola en una materia prima de calidad para obtener carbón activado. Dentro de la investigación **recomienda** secar al sol la cáscara de naranja para minimizar costos de producción para la eliminación de humedad, puesto que esta especie contiene elevada humedad, de igual forma recomienda hacer lavados al carbón activado con ácidos para minimizar su contenido de ceniza, así poder elevar la calidad del carbón.

Silva (2017), en su trabajo de tesis pregrado: “Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales (fibra de nopal) para la remoción de arsénico en agua”, tiene como **objetivo** sintetizar y caracterizar carbón activado a través de la fibra de nopal (conocida en Perú como tuna) como residuo agroindustrial, el proyecto se realizó en dos etapas; En la primera etapa se sintetizó el carbón activado utilizando las condiciones experimentales de síntesis establecidas mediante un diseño experimental del tipo factorial 2k para la segunda etapa se caracterizó el carbón activado mediante espectroscopia infrarroja identificando grupos funcionales en la superficie del carbón. **Concluyendo** en que el carbón obtenida a 400 °C tiene superior capacidad de adsorción de arsénico, con una impregnación de 0.5g ZnCl₂/g biomasa, rindiendo 54.10% y una capacidad de adsorción de 9.36mg/g. Dentro del proyecto de investigación se **recomienda** desarrollar tratamientos donde se manejen distintos pH, ácidos, neutras y básicas, para poder así evaluar la capacidad de adsorción en variadas condiciones, de la misma manera, recomienda trabajar los tratamientos a diferentes temperaturas para analizar que influencia tiene estas en la capacidad de adsorción.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Salas y Sarcco (2017), en su trabajo de tesis pregrado: “Eliminación de plomo (II) y fierro (II), por bioadsorción con cáscara de naranja (*citrus x sinensis*) en residuos líquidos procedentes del

laboratorio químico de Southern Perú”, tiene como **objetivo** estudiar la bioadsorción como una alternativa de tecnología para el tratamiento de efluentes de laboratorio, contaminados con metales pesados: plomo (II) y fierro (II), presentes en efluentes del laboratorio químico de Southern Perú, utilizando la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) residual del proceso de obtención de jugo. **Concluyendo** en que el tamaño idóneo de partícula del bioadsorbente fue de 0.8 mm para este tratamiento, de igual manera determino que el pH 5 es la ideal para la remoción de plomo (II) y pH 6 es la ideal para la remoción de fierro (II), por lo tanto, la cáscara de naranja *Citrus sinensis*, es un bioadsorbente apto para remoción de Plomo y Fierro, llegando a ser un material que se puede usar para eliminar contaminantes de las aguas residuales.

Alvarado (2017), en su trabajo de tesis pregrado: “Efecto del tiempo de residencia y tamaño de partícula en la reducción de plomo mediante bioadsorción con Citrus Cinensis en efluente minero del C.P Tambillo – Cajamarca, 2017”, tiene como **objetivo** estudiar la influencia del tiempo de residencia y el tamaño de partícula en la reducción de plomo mediante bioadsorción, donde se puso en contacto al plomo con Citrus Cinensis a tiempos y tamaños de partículas diferentes 1, 2 y 3 horas - 0.4 mm, 0.6 mm y 0.8 mm, teniendo de concentración inicial (plomo = 98.93 ppm). **Concluyendo** en que hay una reducción de (98.93) ppm a (4.83 ppm) en tratamiento de 1 hora y 0.4mm, cuando el tiempo de tratamiento aumentaba a 2 horas y el tamaño de partícula reducía a (0.4 mm) llegando a obtener una recuperación de 99.73% (0.27 ppm) de plomo. Dentro de la investigación se **recomienda** que la empresa trabaje con distintos parámetros para así poder identificar puntos críticos que ayuden a mejorar los procesos desde distintos factores tanto como técnicos y económicos, de la misma manera, se recomienda hacer otros análisis químicos o espectrofotómetros para poder ver si hay otros componentes metálicos diagnosticando de mejor forma los comportamientos físico-químico de la muestra.

Collantes (2019), en su trabajo de tesis pregrado: “Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L: Osbeck) y la vaina de la taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze)”, tiene como **objetivo** la determinación de la capacidad biosorbente de plomo con la cáscara de naranja y la vaina a bajo costo a partir de soluciones acuosas, se analizó la concentración inicial de solución de plomo (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm) con masa de biosorbente 60g, con pH 4 a 5. **Concluyendo** en que para los tratamientos realizados dentro del estudio ambas biomásas son efectivas como material biosorbente de plomo, la cáscara de naranja removi6 por encima de 95% y la cáscara de taya removi6 por encima del 80%. Dentro de la investigaci6n se **recomienda** hacer un an6lisis del pH como un agente importante para desarrollar el procesos de bioadsorci6n de la misma manera, caracterizar la materia prima que se usara como precursor para el proceso de bioadsorci6n, finalmente desarrollar la biosorci6n con concentraciones m6s altas para definir si se realiza la adsorci6n de plomo.

2.2. BASE TE6RICA

2.2.1. IMPORTANCIA DEL AGUA

La superficie del planeta tierra est6 conformada aproximadamente con un 70% de agua, que se encuentran distribuidas entre oc6anos, lagos, r6os, aire y suelo. Podemos considerar al agua una fuente fundamental para el desarrollo de la vida, considerando sus caracter6sticas como de un material flexible, un solvente extraordinario, funciona como modelador de la naturaleza y hasta puede llegar a ser un reactivo perfecto para muchos procesos metab6licos. Entre la distribuci6n del agua el 97.5% lo ocupan los oc6anos, siendo agua dulce solo el 2.5%; de este porcentaje el 80% se divide entre nieve, glaciares y hielo de los cascos polares, 19% se encuentra en las aguas subterr6neas y solo el 1% es agua superficial accesible distribuida en un 52% en lagos y 38% en humedales (Fernandez, 2012).

2.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA NARANJA (*Citrus sinensis*), COMO ESPECIE

La familia de las Rutáceas está compuesta con más de 1 600 especies, la naranja con nombre científico (*Citrus sinensis*) pertenece al género de los citrus de esta familia, que comprende de 20 especies con frutos comestibles, la naranja es un fruto muy jugoso, rica en vitamina C, eOn fitonutrientes y aceites esenciales (Sierra, 2014).

2.2.2.1. PARTES DE UNA NARANJA

Según (Supernaranjas.com, 2019)

- a) **Exocarpo o Flavedo:** Más conocida como cáscara, conformada por una epidermis e hipodermis, que es la parte de color naranja cuando ya está madura o de color verde cuando aún no madura el fruto, esta parte de la naranja llamada también corteza, contiene dentro aceites esenciales que en la mayoría se utiliza en la fabricación de perfumes y/o aromatizantes.
- b) **Mesocarpo o Albeldo:** Es la parte blanca de la naranja, comprende también parte de la cáscara, característico por su color blanco, que es utilizado para la elaboración de mermeladas ya que tiene gran contenido de pectinas y glucósidos.
- c) **Endocarpo o pulpa:** Es la parte comestible de la naranja como de otros cítricos, esta comprende la mayor parte del fruto, contiene lo que son los gajos y las semillas; en esta parte podemos encontrar los ácidos orgánicos o común mente conocidos como vitamina C, también encontramos azúcares y agua de este fruto.

Figura 1

Anatomía de una naranja



Nota. Forma anatómica de la especie *Citrus sinensis*. Tomado de IGP Cítricos Valencianos(2021).

2.2.2.2. PRODUCTIVIDAD DE NARANJA EN EL PERÚ

Según La Cámara (2021), el (SIEA) Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias tiene datos que en el año 2020 el Perú registró 553.000 toneladas de producción de naranjas, donde 45 % de se encuentra en la región Junín catalogándose como primer productor, 14% se encuentra en la región San Martín, 9% en la región de Puno y un 5% en la región Cusqueña.

Tabla 1

Exportaciones de naranjas en el Perú

AÑO	Enero - Junio	Enero – Diciembre
2015	571,041	6,652,267
2016	98,839	10,782,842
2017	383,569	17,288,449
2018	672,563	18,796,143
2019	1,096,198	21,536,171
2020	4,132,052	23,100,342

Nota. Data de los kilogramos exportados de naranjas en el Perú en el periodo 2015 – 2020. Tomado de Veritrade (2020).

2.2.2.3. COMPOSICIÓN DE LA CÁSCARA DE NARANJA

Podemos considerarlo un fruto de alto valor energético y vitamínico a nivel mundial, tiene como características especiales la forma globosa de su cuerpo con dimensiones de entre 6.5 a 9.5 circunferencialmente, de cascara color naranja cuando ya está madura y el mesocarpo de color blanco; en la siguiente tabla se muestra de manera porcentual los compuestos de la cáscara de naranja.

Tabla 2

Componentes de la cáscara de naranja

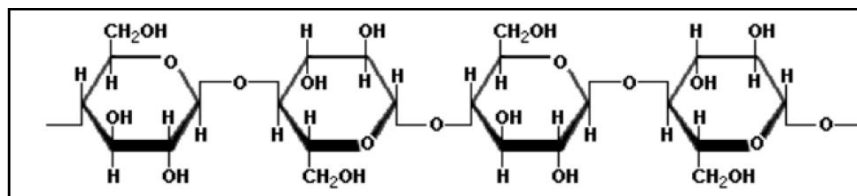
COMPONENTES	%
Azúcares solubles	16.9
Celulosa	9.21
Hemicelulosa	10.5
Pectina	42.25

Nota. Composición porcentual de la especie *Citrus sinensis*. Tomado de Rincón (2010).

La **celulosa** se encuentra como polímero natural de forma abundante en la naturaleza, hallándolo así en diversas fuentes, como: vegetales, algas, microorganismos y animales marinos (Revista Colombiana de Materiales, 2017).

Figura 2

Forma química de la celulosa

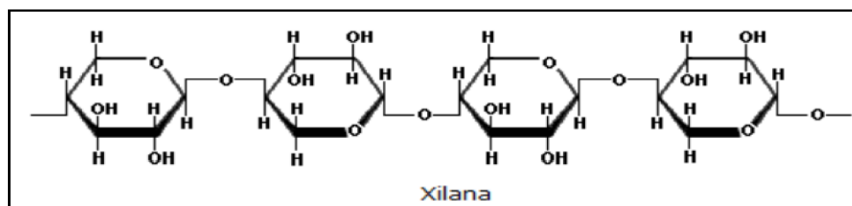


Nota. Formula de la parte celulosa de las especies. Tomado de Méndez (2008).

La **hemicelulosa** es un polímero de otros azúcares, por lo general hexosa y pentosa. (FAO, 2021).

Figura 3

Forma química de la Hemicelulosa

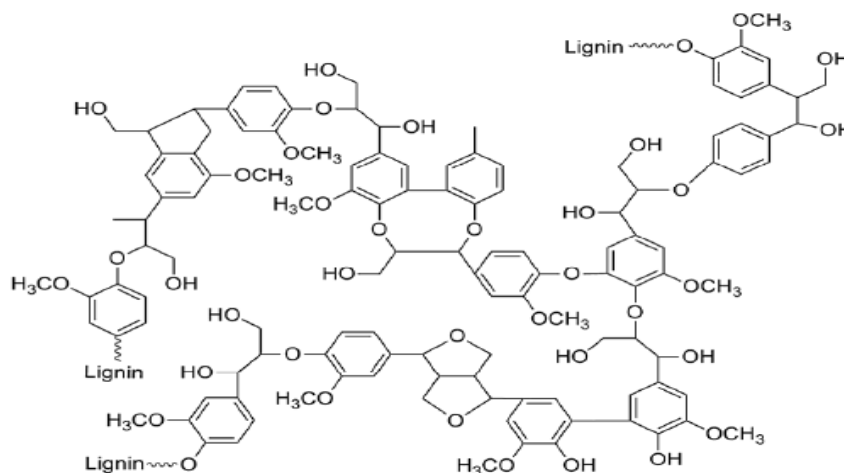


Nota. Formula de la parte hemicelulosa de las especies. Tomado de Loja (2017).

La **lignocelulosa**, compuesta por lignina, celulosa, pectina, hemicelulosa, está considerada como primordial compuesto de las paredes celulares de las plantas, la fotosíntesis hace que se acumule materia energética en estos organismos, desarrollándolo apto para dar soluciones a problemas de energía (Cuervo et. al., 2009).

Figura 4

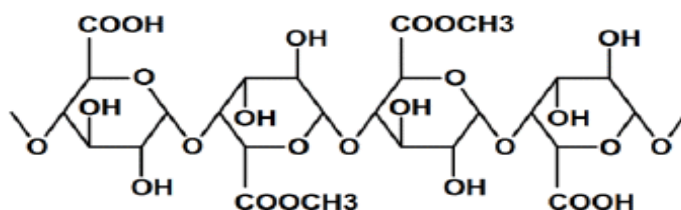
Forma química de la lignina



Nota. Formula de la lignina de las especies. Tomado de Vanholme, et al. (2010).

Figura 5

Forma química de la pectina



Nota. Formula de la pectina de las especies. Tomado de Zegada (2015).

2.2.2.4. CÁSCARA DE NARANJA COMO MATERIAL ADSORBENTE

En la actualidad se ha incrementado un creciente trabajo en el re-aprovechamiento de los residuos sólidos generados por cualquier actividad, siendo los negocios de juglerías las más generadoras de estos residuos no aprovechables en nuestro país, donde podemos encontrar la cáscara de naranja, formada por el flavedo (parte externa anaranjada) y albedo (parte interna blanca); el albedo contiene pectina considerándolo prometedora en los estudios de adsorción (Muñoz, 2007).

Tabla 3

Contenido de C, H y N de la cáscara de naranja

Elemento	%
Carbono	44.43
Hidrogeno	6.10
Nitrógeno	0.89
Cenizas	4.90

Nota. Se muestra el porcentaje de Carbono, Hidrógeno y Nitrógeno de la especie *Citrus sinensis*. Tomado de Pinzón y Cardona (2008).

En la tabla se muestra la composición de la cáscara de naranja para la evaluación como material biosorbente, se tiene como resultado un contenido de: carbono 44.43%, hidrogeno 6.10%, nitrógeno 0.89% y cenizas 4.90%; se debe considerar que las características varían según la especie, la textura, el tiempo de

cosecha, la geografía de producción, etc. (Pinzón y Cardona, 2008).

2.2.3. ¿QUÉ ES EL CARBÓN ACTIVADO?

Es un componente orgánico que dentro de su cuerpo tiene espacios o poros, que son utilizados para captar elementos presentes en gases o en líquidos, el carbón activado es usado como adsorbente, donde mediante un proceso de filtración retiene sólidos en su micro poros; es tanta su eficiencia que se viene utilizando en gran cantidad como purificador de aire, potabilizador de agua, para tratamientos de intoxicación agua, decoloración de aceites vegetales y hasta en la recuperación de oro (Carbotecnia, 2021).

2.2.3.1. GENERALIDADES DEL CARBÓN ACTIVADO

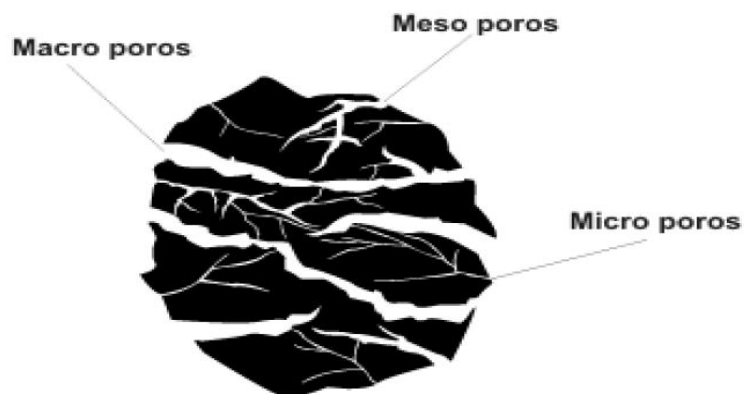
El carbón activado se prepara químicamente para elevar sus valores de adsorción, llegando a tener características particulares como el de no tener una forma definida y ser porosos, comprendida de átomos de carbono haciéndola de gran propiedad para atrapar partículas que le rodean ya sean gases o líquidos, esto es conocido como proceso de adsorción, donde; las partículas atrapadas son denominadas (adsorbatos) y (adsorbente) el sólido que adsorbe (Soto, 2009).

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada [IUPAC] (1997), nos brinda información acerca de cómo podemos clasificar a los carbones activados según el tamaño de poros.

- Primer grupo: Macroporos > 50 (nm)
- Segundo grupo: Mesoporos <50 - 2>
- Tercer grupo: Microporos <2

Figura 6

Representación del tipo de poros en el carbón activado



Nota. Se muestra los 3 tipos de poros en la contextura del carbón activado. Tomado de Carbotecnia (2021).

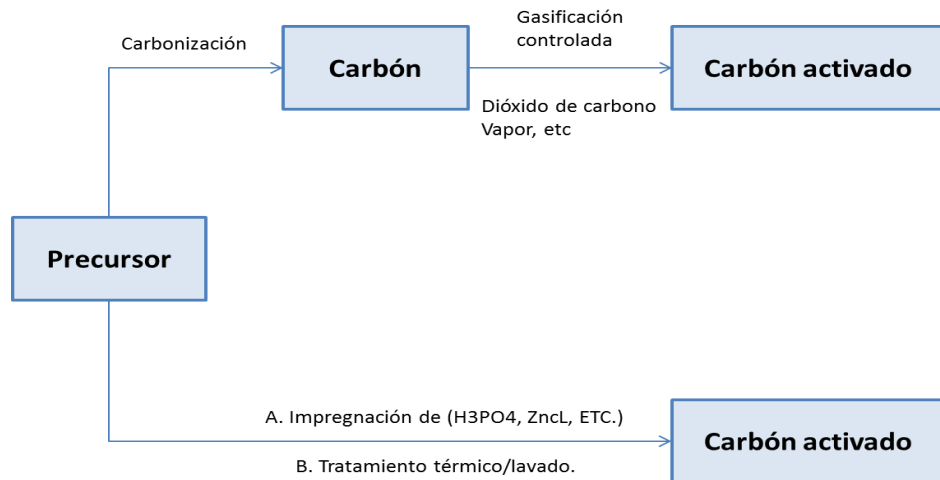
Bastidas et al. (2010), Hace referencia que para obtener una buena producción de carbón activado, se debería de estudiar a la materia prima con la que se elaborará, es decir, caracterizarla para definir sus propiedades, como: alto % de carbono y bajo % de cenizas, la calidad de poros en su estructura y la cantidad de masa que se puede obtener en los procesos de carbonización.

2.2.3.2. MÉTODOS DE ACTIVACIÓN DEL CARBÓN

Se puede contar con dos métodos de activación: Activación física y Activación química, la cual se presenta en las siguientes figuras:

Figura 7

Métodos de activación



Nota. Se muestra el diagrama de los tipos de activación para carbón activado. Tomado de Rodríguez y Reinoso (2002).

- a. **Activación Física:** Desarrollada en dos fases: en la primera se tiene que descomponer de forma térmica el elemento básico, carbonizándola a 800°C eliminando sustancias volátiles, en la segunda etapa, se tiene que gasificar de manera controlada utilizando vapor de agua CO₂ manteniendo temperatura de 800 - 1100 °C (Dias et al., 2007).
- b. **Activación Química:** Este método de activación se da en una sola etapa, poniendo el precursor a tratar con una mezcla de agente activante ya sea, cloruro de zinc (ZnCl₂), hidróxido de potasio (KOH) o ácido fosfórico (H₃PO₄) o el a temperaturas entre 450 °C a 900 °C (Menéndez, 2008).

El más utilizado en este tipo de activación es el ácido fosfórico (H₃PO₄), porque que al momento de la impregnación hace que aumente la elasticidad de las partículas del organismo tratado, ya que este ácido tiene la propiedad de separar fibras celulósicas, despolimerando parcialmente la hemicelulosa y la lignina, produciendo un hinchamiento de las moléculas, haciendo que la materia orgánica disminuya su resistencia mecánica (Molina y Rodríguez, 2004).

Lillo et al. (2003), nos muestra las ventajas de la activación química

- La pirolisis se realiza a temperaturas menores.
- Se lleva a cabo en una fase.
- La rendición de carbón activado es mayor comparado a la activación física.

Teng y Lin (1998), muestran la desventaja de la activación química

- El procedimiento es corrosivo

2.2.3.3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL CARBÓN ACTIVADO

- a. **Contenido de humedad:** Cuanto menos sea la humedad el porcentaje de efectividad del carbón activo será mayor, sin embargo no es un perjudicial para la adsorción (Hassler, 1998).
- b. **Contenido de material volátil:** En el desarrollo de elaboración, el material volátil se libera a altas temperaturas en ausencia del oxígeno, llamado también proceso de pirolisis, donde se presencia una pérdida de peso en este proceso (Hassler, 1998).
- c. **Contenido de ceniza:** En el proceso de elaboración el porcentaje de ceniza influye para la capacidad de adsorción para los tratamientos de agua, mientras el porcentaje de ceniza encontrada en el proceso sea menor, la calidad del carbón activo será eficiente (Hassler, 1998)
- d. **Contenido de carbono fijo:** El carbon fijo está conformado en mayor cantidad por carbono y en menor cantidad por azufre, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno; la cantidad de lignina de la materia orgánica a utilizarse es la encargada de la formación de carbón. El contenido de carbón fijo se calcula

mediante esta ecuación, $CF = 100 - (HR + ceniza + material volátil)$ (Hassler, 1998).

Tabla 4

Parámetros de un carbón activado para el tratamiento de agua

Parámetro	Valores
Área superficial	500 a 1200 m ² /g
Densidad aparente	0,26 a 0,65 g/cm ³
Tamaño efectivo de partícula	0,4 a 3,3 Mm
Contenido de cenizas totales	3 a 15% base seca
pH del extracto acuoso	2 a 11 Ph
Humedad (al empacar)	2 a 15%

Nota. Se muestra los parámetros que se tiene que tener en cuenta para los tratamientos de agua. Tomado de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industria Mexicano (s.f).

2.2.4. EL PLOMO

Villanueva (2007), hace referencia que la gran contaminación que se enfrenta hoy en día en los efluentes generados por las industrias, es causada por metales pesados, siendo considerados muy peligrosos debido a no ser biodegradables y ser acumulables con el tiempo llegando a convertirse en contaminantes muy tóxicos para el ambiente y el ser humano.

El plomo es de primordial actividad en las minerías e industrias, llegando a ser muy contaminante para el ambiente, generando daños irreversibles si no son tratados de manera correcta, cuando son vertidas de forma directa en los efluentes de los alcantarillados superando los límites permitidos de concentración, llegan a dañar incluso las operaciones en los tratamientos biológicos (Vargas et al., 2009).

2.2.4.1. PROPIEDADES DEL PLOMO

Tabla 5

Propiedades del plomo

	Estructura Cristalina	Cúbica cara centrada
Propiedades Químicas	Número Atómico	82
	Peso Atómico	207.2
	Valencias indicadas	2.4
	Electronegatividad	1.87
Propiedades Físicas	Densidad a 20C (g cm ⁻³)	11.35
	Punto de Ebullición (C)	1740
	Punto de Fusión (C)	327.5
Propiedades Mecánicas	Dureza – Mohs	1.5
	Límite Elástico (MPa)	5.5
	Resistencia a la Tracción (MPa)	12
Propiedades Térmicas	Calor Específico a 25C (J K ⁻¹ kg ⁻¹)	159
	Calor Latente de Evaporación (J g ⁻¹)	862
	Calor Latente de Fusión (J g ⁻¹)	23.2
	Conductividad Térmica a 0-100C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	35.3

Nota. Se muestra las propiedades físicas, químicas, mecánicas y térmicas del plomo. Tomado de la Tabla Periodica de los Elementos (s.f).

2.2.4.2. TRATAMIENTO DEL PLOMO EN EFLUENTES INDUSTRIALES

Para poder seleccionar un método en específico que sea adecuado para el tratamiento de remoción de plomo (Pb) en aguas contaminadas, se tiene que tener en cuenta ciertos datos antes de iniciar este proceso, como: la concentración inicial del mismo, las características de efluente a tratar, cuanto se va gastar en el procedimiento, el impacto ambiental que se generará, etc. (Kurniawan et al., 2006).

Tabla 6*Métodos de remoción de metales pesados*

Método	Ventajas	Desventajas
Precipitación química	Simple y barato	Alto producción de lodos, difícil de separar, limitada a altas concentraciones y eficazmente baja,
Oxidación química o reducción	Mineralización	Se necesita equipo especializado, bajo rendimiento.
Tratamiento electroquímico	Recuperación del metal.	Caro y limitada a altas concentraciones
Ósmosis inversa	Efluente reutilizable	Caro, a elevadas concentraciones es limitado requiriendo altas presiones.
Intercambio iónico	Recuperación del metal.	Caras resinas y la regeneración de contaminación por este producto.
Evaporación	-	Genera lodos y es costoso
Adsorción	Eficaz en concentraciones relativamente bajas, recuperación del metal	El material adsorbente podría ser costoso.

Nota. Se muestra los métodos usados para la remoción de metales pesados en aguas contaminadas. Tomado de Volesky (2001).

2.2.4.3. EFECTOS AMBIENTALES POR PLOMO

Según OMS (2022), las industrias que generan más contaminación de plomo son: la minería, la metalurgia, fábricas y reciclaje, los datos son sutilmente alarmantes ya que más de 75% de consumo a nivel mundial de plomo está registrada en la elaboración de baterías de plomo-ácido para motores vehiculares. Nos menciona también que se puede encontrar en las tuberías de las cañerías que hayan sido fabricadas con plomo o que estén soldados con este metal.

El desgaste de tuberías y de pinturas de los sistemas alcantarillado que están fabricados con plomo, hacen que por un proceso de corrosión este metal llega a las aguas y a los suelos, llegando a acumularse en los organismos tanto acuáticos como los del suelo, cuyos organismos pueden presentar cuadros de envenenamiento, por sobre todo las especies acuáticas tienen problemas de salud aun cuando la exposición haya sido mínima (Albarracín, 2014).

2.2.4.4. EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD HUMANA

Mendoza (2012), nos explica que el cuerpo puede llegar a contaminarse de plomo mediante dos formas, la ingestión y la inhalación de este metal, cuando ya se encuentra dentro del organismo uniéndose a los eritrocitos viajando a través de la sangre al riñón, pulmón, cerebro, corazón, etc. Al transcurrir los días se mueve y se hace presente en los huesos y dientes, los más perjudicados son los niños y los adultos, un 73% de plomo se almacena en los huesos y dientes de los niños y un 94 % en los huesos y dientes de los adultos.

2.2.4.5. SEGÚN LA OMS

Ningún porcentaje de concentración de plomo en la sangre debe considerarse como no riesgoso, ya que por más bajo que sea esta concentración llega a afectar la inteligencia de los niños como también cambios en sus conductas, provocando una dificultad en su aprendizaje, también causa anemia, hipertensión, disfunción renal y otros problemas de salud. Cuando la exposición de los niños es a elevada concentración se puede notar cambios mucho más significativos, ya que la presencia de este metal en los organismos ataca al cerebro, al sistema nervioso, incluso provoca convulsiones y hasta muerte; aquellos niños que logran superar una intoxicación por plomo presentan

secuelas, como: discapacidad intelectual y trastornos en su comportamiento.

2.2.5. PLOMO EN FASE ACUOSA

Naturalmente no se encuentra plomo en las aguas por encima de 0.05 mg/L, pero la presencia de las industrias ha hecho que estas concentraciones superen los límites permitidos, así manteniendo al ser humano más expuesto a una contaminación directa (Aguilar et al., 1999).

El plomo en fase acuosa se vuelve más soluble y biodisponible, en condiciones bajas de pH, bajo contenido orgánico, y baja presencia en calcio, hierro, zinc y magnesio.

2.2.6. ADSORCIÓN

Proceso reversible exotérmico, donde un gas o líquido se fija en un sólido, generalmente uno que presente poros, adsorbente es el sólido que adsorbe, mientras que el gas o líquido adsorbido es denominado adsorbato. Al mismo tiempo la desorción es el proceso inverso a la adsorción formando un proceso endotérmico (Fernández, 2011).

2.2.6.1. TIPOS DE ADSORCIÓN

- a. Adsorción Física:** Conocida también como fisorción, este tipo de adsorción consiste en que el adsorbato y la superficie del adsorbente se relacionan ligándose débilmente a la superficie teniendo temperaturas de adsorción realmente bajas, en referencia a los de la vaporización del adsorbato, si esta temperatura llega a aumentar afectaría grandemente a la adsorción (Fernández, 2011).
- b. Adsorción Química:** Conocida también como quimisorción, en este tipo de adsorción existe una reacción entre moléculas adsorbidas y superficie, formándose y rompiéndose enlaces,

este tipo de adsorción no registra más que una capa en la superficie (Fernández, 2011).

2.2.7. NORMAS PERUANAS SOBRE PLOMO EN EFLUENTES LÍQUIDOS

- a. **Ministerio del Ambiente [MINAM] (2005), “Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente** - Artículo 1, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva”
- b. **MIMAN (2009), “Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos** - Artículo 3, declárase de interés nacional y necesidad pública la gestión integrada de los recursos hídricos con el propósito de lograr eficiencia y sostenibilidad en el manejo de las cuencas hidrográficas y los acuíferos para la conservación e incremento del agua, así como asegurar su calidad fomentando una nueva cultura del agua, para garantizar la satisfacción de la demanda de las actuales y futuras generaciones”.
- c. **Ministerio de Salud [MINSA] (2008), “Resolución Ministerial N° 425-2008/MINSA;** Establecen la estrategia Sanitaria Nacional de Atención a Personas Afectadas por Contaminación con Metales Pesados y otras Sustancias Químicas”.
- d. **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2015), “Decreto Supremo N° 001– 2015 – VIVIENDA - (VMA) de las Descargas de Aguas Residuales no Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario** - Artículo 8,

Actualización de los VMA, la concentración de plomo en la descarga no debe sobrepasar los 0,5 mg/L”.

- e. **MINAM (2010), “Decreto Supremo N° 010 – 2010 – MINAM - Límites Máximos Permisibles (Lmp) de Efluentes Líquidos –Anexo 1, el límite en cualquier momento para el plomo total es de 0,2 mg/L y el LMP y el límite promedio anual es de 0,16 mg/L para actividades minero – metalúrgicas”.**

2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUALES

- **Agua:** Recurso natural imprescindible para el desarrollo de la vida, es renovable, frágil, pero esencial ya que mantiene los ciclos naturales que la requieren y asegura las naciones (MINAM, 2012).
- **Ambiente:** Conformado por todos los elementos físicos, químicos y biológicos, ya se origen natural y/o antropogénica y en qué calidad estas se encuentren en nuestro entorno ya que ésta establecerá nuestra existencia (MINAM, 2012).
- **Adsorción:** Uno de los métodos más utilizados para soluciones líquidas, gaseosas o sólidas, en la cual las moléculas de un soluto son retenidas a través de fuerzas intermoleculares en la superficie de una solución ya sea sólida o líquida, esta misma fuerza lo hace reversible (Huerta, s.f).
- **Disolución:** Se da al mezclar homogéneamente dos a más sustancias que se denominan solvente y soluto, donde; el solvente es la de mayor cantidad y los solutos son los que se disuelven en este, el agua es el solvente más usado (Valencia, 2017).
- **Efluente:** Considerada a las descargas gaseosas, líquidas, sólidas o una mezcla de estas que se realizan de manera directa, donde las sustancias contaminantes son medidas a través de los Límites Máximos Permisibles decretados por el estado (MINAM, 2012).

- **Plomo:** Considerado un metal pesado con densidad relativa de 11.4 a 16 °C de fácil extracción, fácil trabajado, es maleable, fácil de fundir, quizá por todas estas cualidades, y otras es que es uno de los metales que más se ha utilizado y se sigue utilizando. (Burguer y Pose, 2010).
- **Parámetros:** Son datos medibles que se toman de una población en particular basada en valores reales o valores verdaderos y que funcionan como indicadores para analizar situaciones posteriores (Porrás)
- **Porosidad:** Son espacios vacíos que se encuentran dentro de un cuerpo, se habla de porosidad primaria y secundaria; la primera resultado del origen de la formación geológica, la segunda se da al producirse posteriormente aberturas (Sánchez).
- **Remoción:** Consiste en modificar una situación dada mediante un proceso que se trata de borrar, eliminar, quitar o apartar un cuerpo de un lugar determinado hacia otro (Pérez y Merino, 2012).
- **Carbón Activado:** Es carbón que ha sido activada con alguna sustancia química a altas temperaturas para crear micro poros que aumenten su capacidad de atrapar moléculas en su superficie convirtiéndolo en un material eficiente para tratamientos de filtración en donde se atrapan contaminantes específicos, uno de los tratamientos donde más se usa carbón activado, es en la técnica de adsorción (Camfil, 2020).
- **Contaminación Ambiental:** Es cuando hay registros de presencia de contaminantes en el medio ambiente, ya sean físicos, químicos o biológicos o bien una combinación de estas, formándose concentraciones que alteran el desarrollo normal y natural de la población, llegando a ser perjudicial para la salud humana, la vida animal y vegetal e incluso afectando a las propiedades impidiendo el uso de estas (MINAM, 2012).

- **Tecnologías Limpias:** Hace referencia a aquellas tecnologías que al transcurso de su desarrollo no generan impactos negativos al medio ambiente, aunque al principio generan un impacto negativo que son difíciles de evitar, en su mayoría favorecen en a la conservación de los recursos naturales; se les considera también tecnologías “limpias” por ser consideradas sostenibles en el tiempo ya que no causan afecciones negativas a gran escala (Llamas, 2020).
- **Metales Pesados:** Son aquellos metales que se encuentran propias en la naturaleza, tienen un peso molecular alto, estas sustancias son muy propagadas pero en muchos casos útiles para la fabricación de algunos productos, como: en la fabricación de tuberías se utiliza plomo y cadmio; el uso de estos metales en grandes cantidades generan contaminación, afectando diferentes organismos (Eróstegui, 2009).
- **Aguas Residuales:** Son aquellas aguas que fueron modificadas por actividades antropogénica, la gran mayoría necesita de tratamientos antes de ser vertidas a los cuerpos acuáticos o ser reutilizadas, las aguas residuales municipales están comprendidas por aguas domesticas o industriales (estas tienen que cumplir parámetros para ser vertidas en la red de alcantarillado) (MINAM, 2012).
- **Disolución Acuosa:** Cuando el disolvente es el agua, se generan reacciones rápidas, ya que los reactivos están subdivididos, presentan debilidad en la fuerza de atracción y en sustancias disueltas (Estebané).
- **Límite Máximo Permisible (LMP):** Es un instrumento de gestión ambiental que se usa para la regularización de concentraciones que se encuentran en un efluente o en una emisión de sustancias físicas, químicas y bilógicas, la medición y regularización de estos

parámetros es importante ya que al presentarse excesos podrían perjudicar al ambiente y la salud pública y (MINAM, 2012).

- **Valores Máximos Admisibles (VMA):** Son los valores de concentraciones que se encuentran en un efluente o en una emisión de sustancias físicas, químicas y biológicas, que podrían ser depositadas a la red de alcantarillado, que al superar los límites permitidos puede causar daños inmediatos (Gobierno del Perú, 2021).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: El carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), es efectivo en la adsorción de plomo (Pb) para el tratamiento de aguas contaminadas.

H₀: El carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), no es efectivo en la adsorción de plomo (Pb) para el tratamiento de aguas contaminadas.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Ha₁: Se determinan los parámetros que se tiene que tener en cuenta para la elaboración de carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb),

H₀₁: No se determinan los parámetros que se tiene que tener en cuenta para la elaboración de carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb),

Ha₂: Hay reducción de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

H0₂: No hay reducción de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

Ha₃: La especificación de una masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), adsorberá plomo (Pb) en agua contaminada.

H0₃: La especificación de una masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), no adsorberá plomo (Pb) en agua contaminada.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: “Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio”

Tabla 7

Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE	Material adsorbente elaborado a base de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) químicamente.	X ₁ : 0g de carbón activado (muestra en blanco) X ₂ : 0.5g de carbón activado X ₃ : 1.0g de carbón activado X ₄ : 1.5g de carbón activado X ₅ : 2.0g de carbón activado	Masa de carbón activado	Gramos (g)	Análisis de laboratorio
DEPENDIENTE	Adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a escala laboratorio.	G: % de adsorción de plomo (Pb) disolución acuosa a escala laboratorio.	Concentración de plomo (Pb) en disolución acuosa.	% de adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa.	Análisis de laboratorio

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada, conocida también como práctica o empírica, caracterizada porque busca emplear conocimientos que ya se adquirieron, esta clase de investigación está basada en la investigación básica, que depende de un marco teórico como conocimiento primario; mientras que, la investigación aplicada se centra en las consecuencias prácticas (Universidad Veracruzana, s.f.). Dicho eso a la presente investigación se le considera de tipo aplicada por empezar desde un conocimiento originado por una investigación básica, identificando el problema, que en este caso es, la adsorción de plomo (Pb) a base de carbón activado mediante cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y sobre lo que se debe intervenir para definir las estrategias de solución.

3.1.1. ENFOQUE

Silvestre y Huáman (2019), “Explican que el enfoque cuantitativo tiene relación con los métodos científicos, por ende, es estricto con los procesos que se realiza, este tipo de enfoque se caracteriza por tener de base el conocimiento de un problema, así plantear hipótesis relacionados a la solución de estas, dentro de un manejo de datos estadísticos y que sus resultados tengan niveles de significancia.” Sabiendo esto el presente proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo, ya que parte de un problema a la cual se le presentan alternativas de solución (hipótesis) realizando un estudio experimental, para la recolección de datos y la determinación de soluciones frente al problema.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Explicativo: Según Ramos (2020), “Nos menciona que un nivel explicativo tiene como base buscar relacionar elementos de causa y

efecto, de lo que se pretende estudiar, teniendo como obligación el planteamiento de hipótesis de investigación.” Por lo tanto, en presente trabajo de investigación se demostró la eficiencia de adsorción mediante carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para plomo (Pb), de la muestra contaminada, mediante un planteamiento de hipótesis que se constataran al culminar la investigación.

3.1.3. DISEÑO

Experimental: “Se trata de utilizar de manera intencional el material de estudio (variable independiente), para realizar un análisis sobre sus efectos (variable dependiente), [...]. En este caso, es importante controlar ciertas condiciones externas o ajenas para determinar que los cambios producidos se deben al estímulo experimental; de tal manera asegurar relaciones de causa-efecto entre las variables” (Silvestre y Huáman, 2019).

Por lo tanto, se considera a la investigación de diseño experimental, dado que, se manipularon variables independientes sobre variables dependientes y las consecuencias de esta manipulación, ya que, se demostró la eficiencia de adsorción de plomo (Pb) mediante carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en muestra contaminada.

Tabla 8

Diseño de la Investigación

Sin Tratamiento	Con Tratamiento	Bloque Plomo (Pb)		
Muestra de agua simulada	Adición de masa de Carbón activado	Réplicas		
		R ₁	R ₂	R ₃
X ₁	X ₁ + 0g de muestra	G ₁₁	G ₁₂	G ₁₃
X ₂	X ₂ + 0.5g de muestra	G ₂₁	G ₂₂	G ₂₃
X ₃	X ₃ + 1.0g de muestra	G ₃₁	G ₃₂	G ₃₃
X ₄	X ₄ + 1.5g de muestra	G ₄₁	G ₄₂	G ₄₃
X ₅	X ₅ + 2.0g de muestra	G ₅₁	G ₅₂	G ₅₃

Donde:

X: muestra de agua simulada antes de la aplicación del carbón
activado.....x=5
X_i: aplicación del carbón
activado.....i=5
Bloque (Pb).....j=1
R₁; R₂; R₃: Repeticiones.....r=3
G: Post evaluación de las muestras luego de la aplicación del carbón
activado.....n=15

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Silvestre y Huáman (2019), “ conocido tambien como universo o poblacion, hace referencia a todas las unidades naturales y socilaes, que pertenecen a un hambito espacial, donde se realiza una investigación.” Por lo tanto la población corresponde a la estimación de la cantidad total de agua contaminada que fue simulada en laboratorio.

3.2.2. MUESTRA

Carrasco (2019) La muestra es una fracción que representa a una población, donde sus características estudiadas tienen la finalidad de mostrar a las de una población. Por lo tanto, para nuestro experimento de 5 ensayos por 3 repeticiones siendo un total de 15 ensayos, el agua contaminada fue simulada en laboratorio, cada muestra fue 500ml de agua contaminada en cada ensayo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El material precursor que se usó en la elaboración de carbón activado es de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), Para el desarrollo del experimento se visitó la ciudad de La Merced – Chanchamayo, en la región Junín, donde se encuentra la mayor producción de naranja a nivel nacional, que tan solo en el año 2017

alcanzó una a producción de 283 224 toneladas según el (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017); como también se utilizó las instalaciones de los laboratorios de la UDH y UNHEVAL en la ciudad de Huánuco para la realización de la parte experimental del trabajo de investigación obteniendo datos estadísticos.

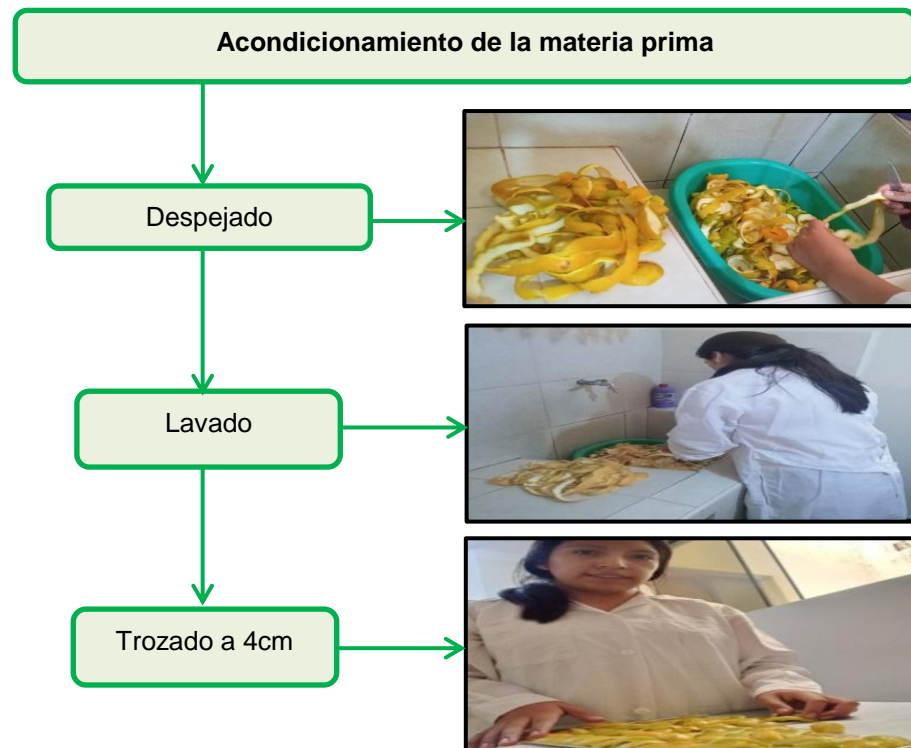
3.3.2. METODOLOGÍA

3.3.2.1. ACONDICIONAMIENTO DE LA CÁSCARA DE NARANJA

- **Despejado**, se procedió a despejar la parte comestible de la cáscara de naranja.
- **Lavado**, se lavó con abundante agua eliminando presencias de material no solicitado, como: suciedad, azúcares y elementos solubles.
- **Trozado**, se trozó las cáscaras de naranja en tamaños de 4cm aprox.

Diagrama 1

Acondicionamiento de la materia prima

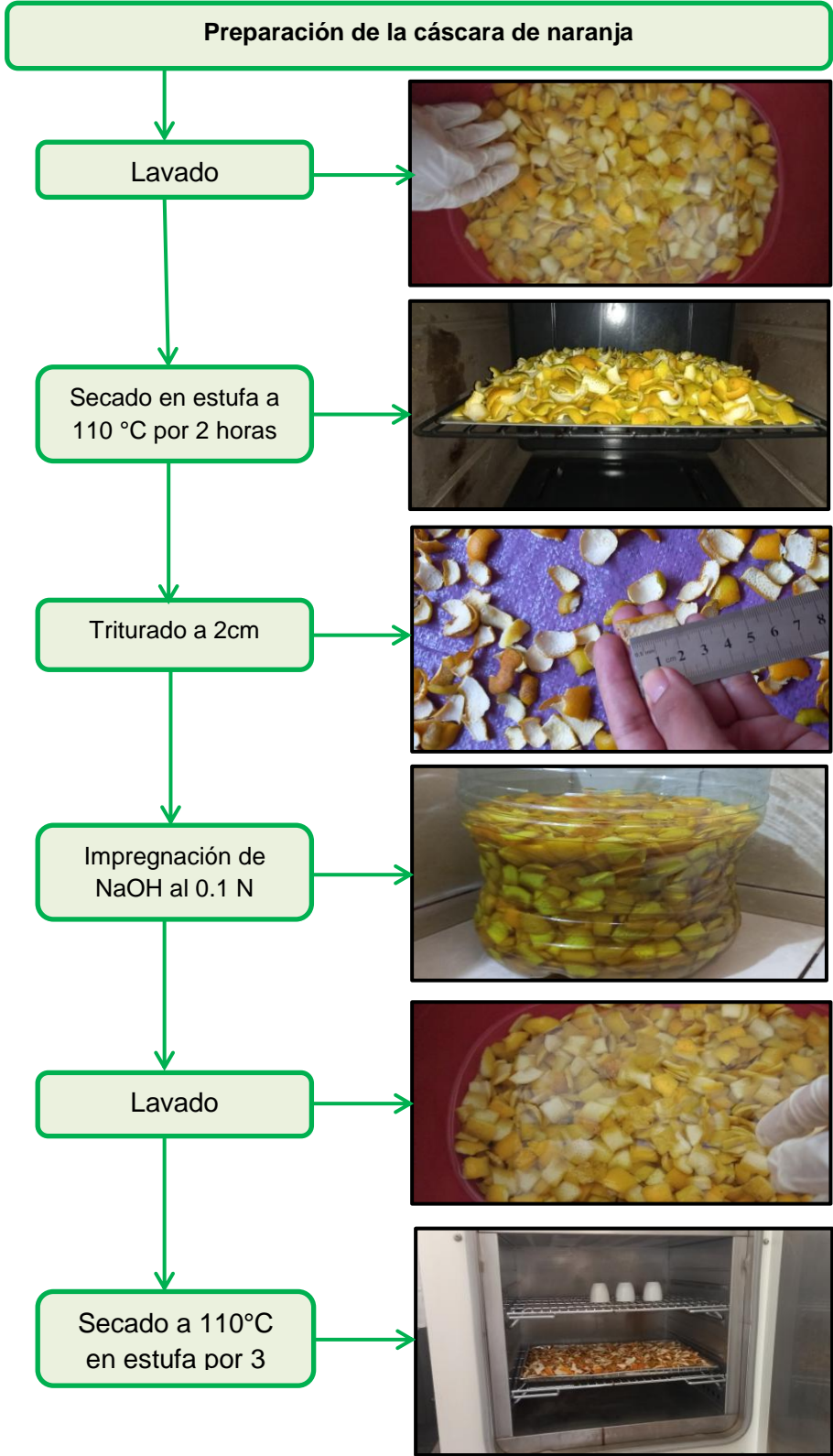


3.3.2.2. PREPARACIÓN DEL PRECURSOR - CÁSCARA DE NARANJA

- **Lavado**, se lavó el material precursor (cáscara de naranja) con agua destilada.
- **Secado**, las fracciones del material precursor (cáscara de naranja) se secaron en estufa a 110°C por 2 horas
- **Triturado**, el material precursor (cáscaras de naranja) fueron trituradas a 2cm aprox.
- **Impregnación de NaOH**, Se agregó hidróxido de sodio (NaOH) al (0,1M), al material precursor por 2 horas para eliminar cualquier germen o suciedad.
- **Lavado**, Se lavó el material precursor (cáscara de naranja) con abundante agua destilada.
- **Secado**, posteriormente llevamos a secar en estufa a temperatura de 110 °C por 3 horas. Después de este proceso las cáscaras se colocan en un desecador para enfriarlo, así quedando listo para el procedimiento de activación química.

Diagrama 2

Preparación de la cáscara de naranja



3.3.2.3. ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

Análisis de la cáscara de naranja seca.

➤ Porcentaje de humedad

La cáscara de naranja fue trozada a un tamaño <3mm. Posteriormente fueron colocados 5g de muestra en una placa Petri y llevadas a la estufa a 110 °C por 60 min. El porcentaje de humedad se definió mediante la siguiente ecuación (ASTM D3173 -03).

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

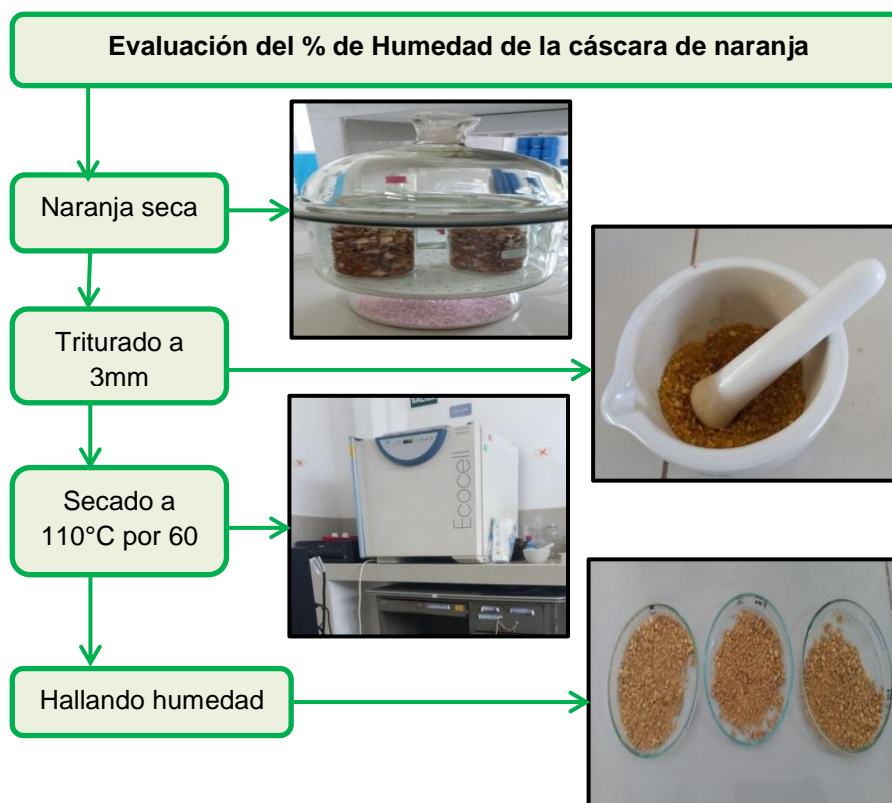
Donde:

A: Peso inicial del material precursor (g)

B: Peso seco del material precursor (g)

Diagrama 3

Tratamiento para la evaluación de Humedad



➤ **Porcentaje de ceniza**

Se utilizaron aproximadamente 3g de material precursor trozado. Colocándolo en un crisol llevándolo a calcar por 60 min, seguidamente fue introducida a un horno (mufla) a 600 °C por 30 min. Posteriormente se dejó enfriar la muestra, colocándolo en desecador por un periodo de 1 hora aproximadamente y posteriormente pesarlo. El porcentaje de ceniza se definió mediante la siguiente ecuación (ASTM D3174 - 02).

$$\text{Ceniza (\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100$$

Donde:

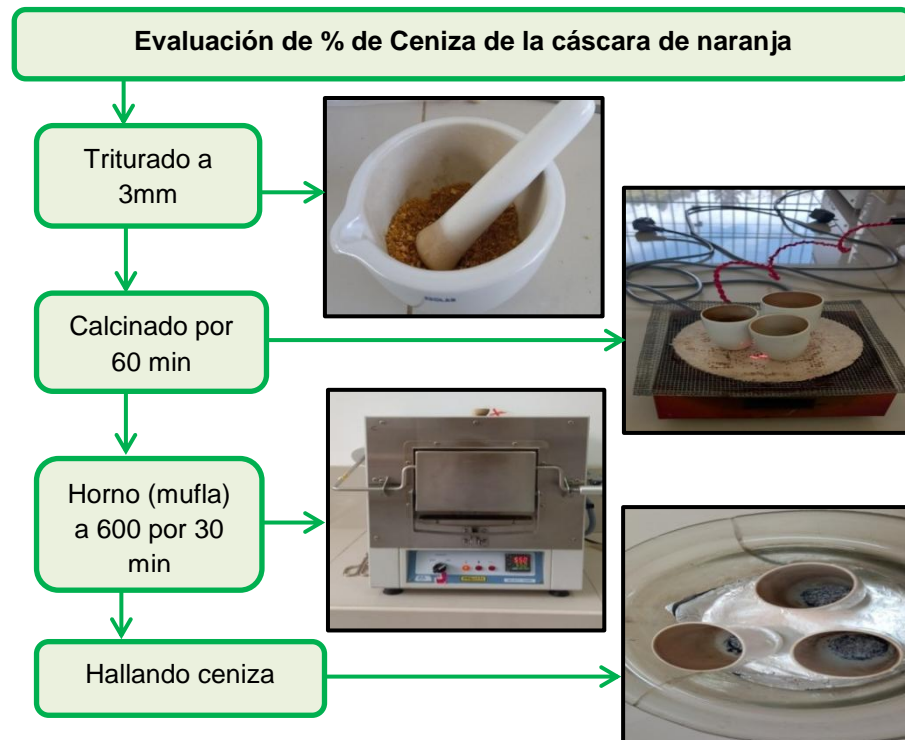
A: Peso de la cápsula y residuo de ceniza (g)

B: Peso de la cápsula vacía (g)

C: Peso inicial del material precursor (g)

Diagrama 4

Tratamiento para la evaluación de Ceniza



➤ **Porcentaje de material volátil**

Se utilizaron 4g de material precursor trozado, colocándola en un crisol y llevándola a un horno (mufla) a 500 °C por 25 min. Luego fue enfriada en desecador un aproximado de 20 min. El porcentaje de material volátil se definió mediante la siguiente ecuación (ASTM D3175 - 02).

$$\text{Material volátil (\%)} = \left[\frac{A - B}{A} \times 100 \right] - D$$

Donde:

A: Peso inicial de la muestra inicial (g)

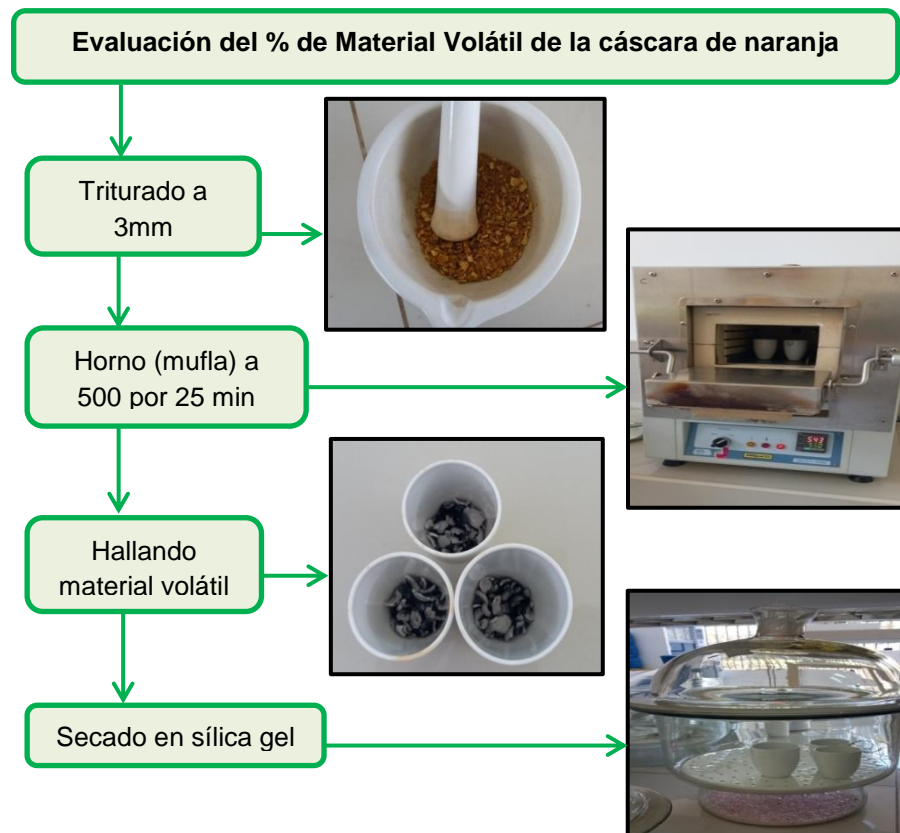
B: Peso de la muestra luego de calcinar (g)

C: Peso perdido (%)

D: Humedad (%)

Diagrama 5

Tratamiento para la evaluación de Material Volátil



➤ **Carbón fijo**

$$CF = 100 - (HR + CENIZAS + MATERIAL VOLATIL)$$

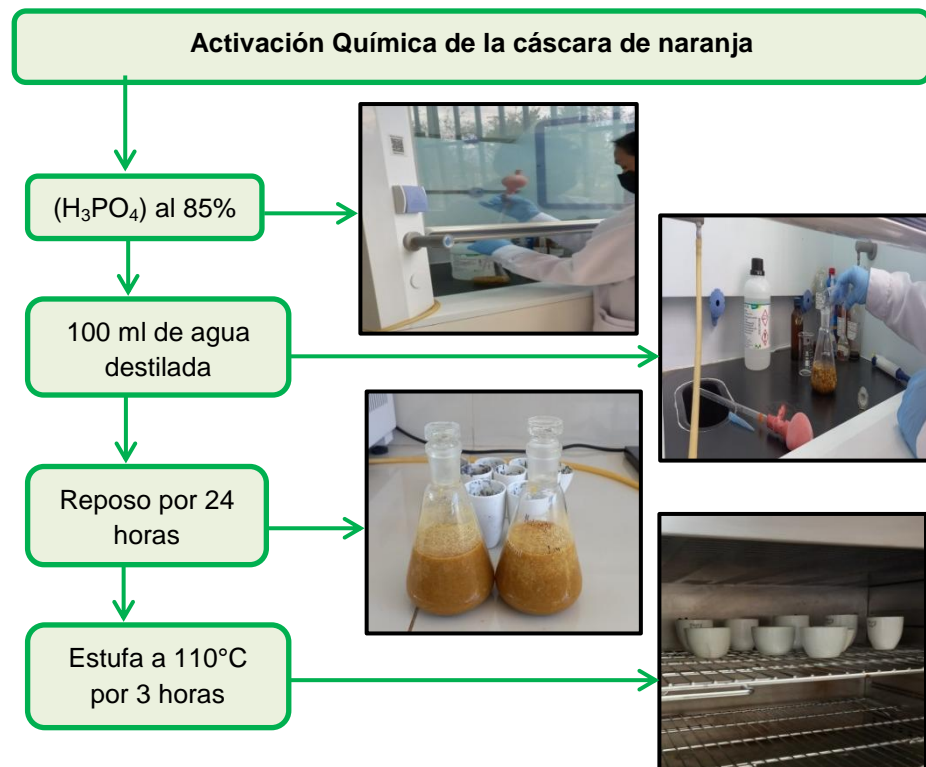
3.3.2.4. ACTIVACIÓN QUÍMICA DE LA CÁSCARA DE NARANJA

➤ **Impregnación de ácido fosfórico (H_3PO_4)**

Teniendo ya el precursor limpio se pesó y fue impregnada con una solución de ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85% en relación, gramos de precursor / ml de agente activante, es decir para 25g de precursor se utilizó 16.66ml de ácido fosfórico (H_3PO_4), esta mezcla se realizó dentro de un matraz, una vez homogenizada la mezcla se procedió a agregar 75ml de agua destilada dejándolo en reposo por 48 horas aproximadamente, culminado este tiempo, se llevó a la estufa por un lapso de 3 horas a $110^\circ C$.

Diagrama 6

Activación Química de la cáscara de naranja

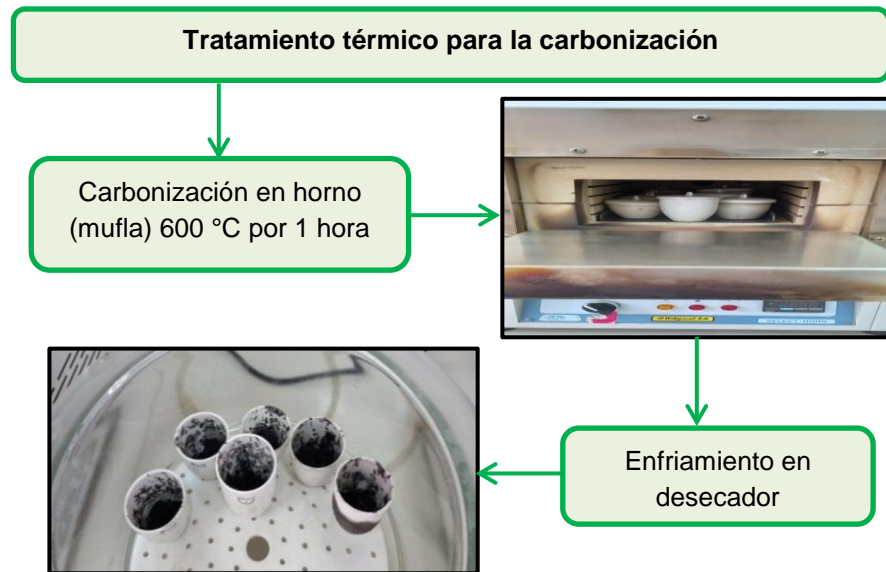


➤ **Tratamiento térmico para la carbonización**

Se llevó a cabo el proceso de carbonización en horno (mufla) con temperatura de 600 °C por un tiempo de 1 hora, posteriormente se enfriará en un desecador.

Diagrama 7

Tratamiento térmico para la carbonización



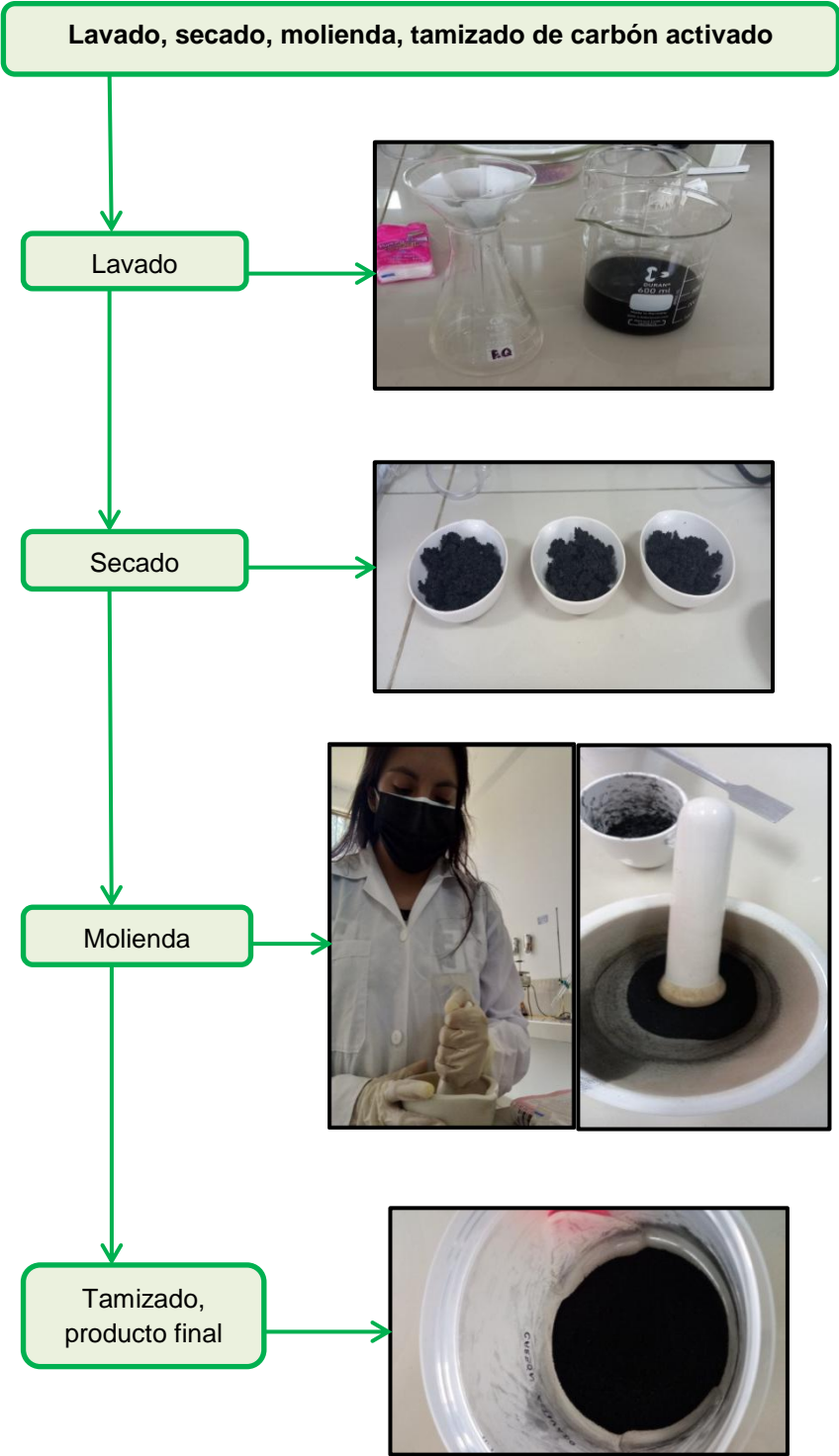
➤ **Lavado, secado, molienda, tamizado**

Una vez frío el carbón activado se procedió a lavar con bastante agua destilada hasta llegar a tener un **pH** óptimo de **6**, posteriormente se procedió a secar en una estufa a 110 °C por un lapso de 3 horas.

Por último, con la ayuda de un mortero se molió el carbón activado hasta llegar a obtener un grano de malla N° 80, una vez terminado este procedimiento se pasó a almacenar el carbón activado en un frasco de plástico (recomendable), para luego ser utilizada en nuestro tratamiento de adsorción.

Diagrama 8

Lavado, secado, molienda, tamizado de carbón activado



3.3.2.5. PROCESO DE ADSORCIÓN DEL PLOMO

➤ Preparación de la disolución de plomo en fase acuosa

Se preparó disoluciones de 500 ml a partir de una solución de nitrato de plomo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) en agua destilada. Calculamos:

Datos:

Masa molar de Pb: 207.2 g/mol

Masa molar de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$: 331.2 g/mol

$$1g \text{ Pb} * \left(\frac{1 \text{ mol Pb}}{207.2g \text{ Pb}} \right) * \left(\frac{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ mol de Pb}} \right) * \left(\frac{331.2g \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2} \right) \\ = 1.598g \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2 \text{ tiene } 1g \text{ de Pb}$$

\therefore 1g de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ tiene 0.626g de Pb

¿Cuánto de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ se necesitará para obtener una solución de 500mg/L?

$$1g \text{ Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 0.626g \text{ Pb}$$

$$"x" \rightarrow 0.5g \text{ Pb}$$

$$\therefore = 0.7987g \text{ de Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Entonces se utilizó 0.7987 g de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ para disolver en 1 litro de agua destilada y obtener 500 mg/L de plomo.

Queremos preparar una solución al 50 mg/L de agua contaminada, por lo tanto los cálculos se realizó mediante la siguiente fórmula.

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Donde:

C₁, V₁ es la concentración y volumen de la solución patrón;

C₂, V₂ es la concentración y volumen de la solución diluida.

$$\frac{500 \text{ mg}}{L} * X = \frac{50 \text{ mg}}{L} * 7.5 \text{ L}$$
$$= 0.75 \text{ L} = 750 \text{ ml}$$

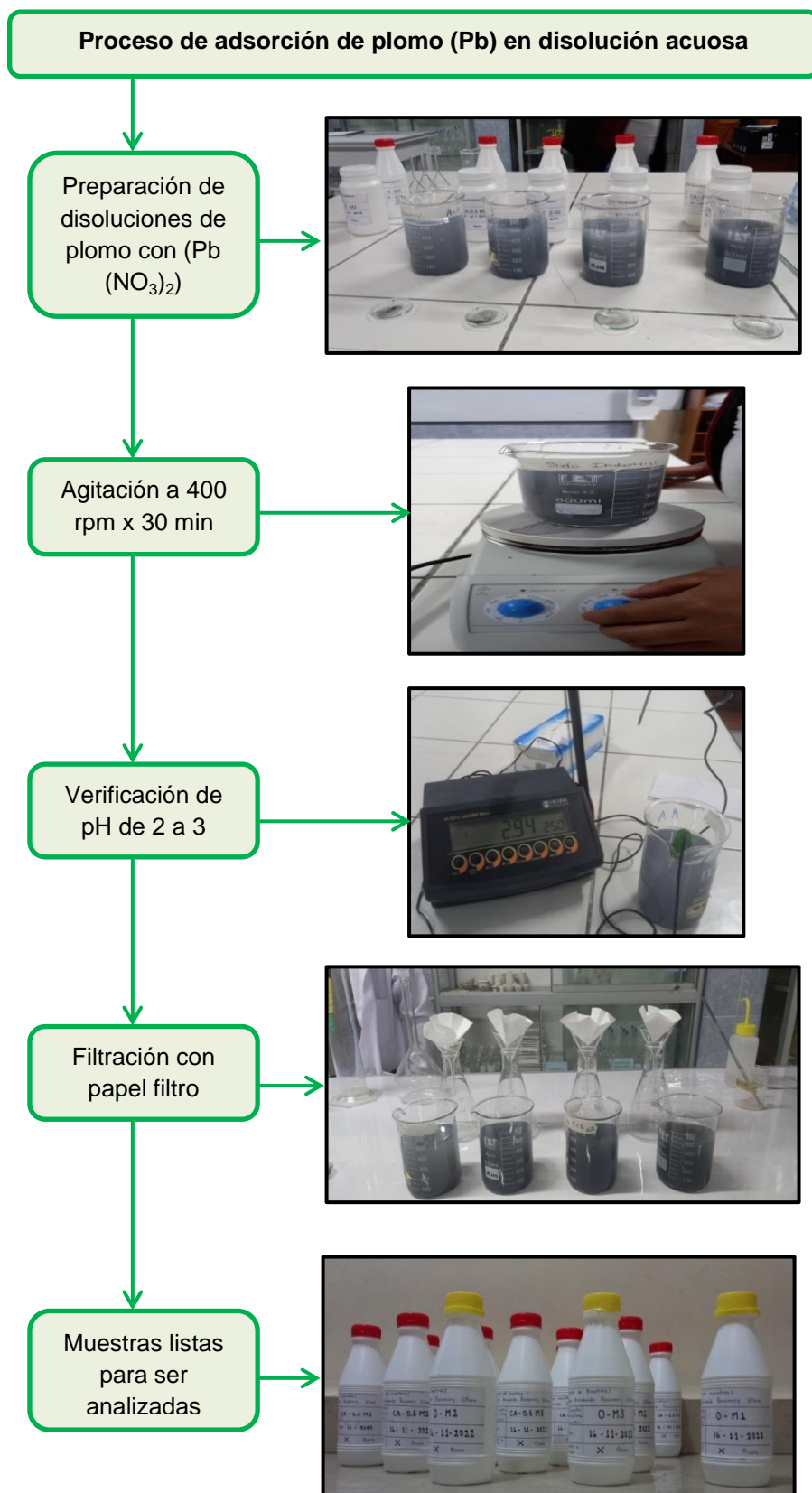
Por consiguiente se utilizó 750 ml de la muestra patrón que fue mezclada con el restante de agua destilada y completar 7.5 litros, obteniendo 15 muestras de 500 ml cada una en concentración de 50 mg/L.

➤ **Interacción del carbón activo y la solución de plomo.**

Para el tratamiento de adsorción de plomo se realizó un sistema Batch, que consistió en, poner en contacto cada muestra de 500ml con distintas cantidades de masa de carbón activado (**0.0g, 0.5g, 1.0g, 1.5g, 2.0g**) a temperatura ambiente (20 °C), seguidamente se dejó en agitación por 30 min aproximados a 400 rpm, revisando que tenga un pH de 2 a 3. Terminada el proceso de adsorción las fases se dejaron reposar por un lapso de 30 min., posteriormente fueron separadas por filtración con papel filtro. Finalmente se llevó las muestras a analizar las concentraciones de plomo (Pb).

Diagrama 9

Tratamiento de adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa



3.3.2.6. VALORACIÓN DE LA ADSORCIÓN DE PLOMO

➤ Evaluación de la capacidad de adsorción

Para la evaluación del porcentaje de adsorción de plomo se empleó la siguiente ecuación.

$$Remoción = \frac{(C_o - C_f)}{C_o} \times 100$$

Donde:

C_o: Concentración inicial mg/L

C_f: Concentración final mg/L

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La elaboración de datos se realizó de la siguiente manera:

- Revisión de los datos
- Codificación de los datos
- Procesamiento de los datos
- Plan de tabulación de datos
- Presentación de datos

3.4.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La presentación de los datos recolectados y de su análisis, se elaboró utilizando el software estadístico IMB SPSS y el programa Microsoft Excel.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DEL PRECURSOR

Luego de haber realizado las pruebas por triplicado de caracterización de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), tales como: humedad, material volátil, cenizas y carbón fijo en el laboratorio de análisis físico-químico de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, se tuvieron los siguientes resultados:

4.1.1.1. PORCENTAJE DE HUMEDAD

Se presentan los resultados del análisis de humedad del precursor.

Tabla 9

Resultados de análisis de humedad del precursor

Análisis de Humedad	Humedad %	Media
Análisis 1	8.3738	
Análisis 2	8.3590	8.3747
Análisis 3	8.3913	

4.1.1.2. PORCENTAJE DE MATERIAL VOLÁTIL

Se presentan los resultados del análisis de material volátil del precursor.

Tabla 10*Resultados de análisis de material volátil del precursor*

Análisis de Material Volátil	Material Volátil %	Media
Análisis 1	69.3035	
Análisis 2	69.7750	69.5052
Análisis 3	69.4370	

4.1.1.3. PORCENTAJE DE CENIZAS

Se presentan los resultados del análisis de cenizas del precursor.

Tabla 11*Resultados de análisis de cenizas del precursor*

Análisis de Cenizas	Cenizas %	Media
Análisis 1	5.7821	
Análisis 2	5.6324	5.7568
Análisis 3	5.8559	

4.1.1.4. PORCENTAJE DE CARBÓN FIJO

Se presentan los resultados del análisis de carbón fijo del precursor.

Tabla 12*Resultados de análisis de carbón fijo del precursor*

Análisis de Carbón Fijo	Carbón Fijo %	Media
Análisis 1	16.5406	
Análisis 2	16.2336	16.363
Análisis 3	16.3158	

Tabla 13

Estadística descriptiva de la caracterización del precursor cáscara de naranja (Citrus sinensis)

Parámetros	N	Error Estándar de la Media	Media	Desviación Estándar	Mínima	Mediana	Máxima
Humedad	3	0.0161	8.3747	0.0162	8.3590	8.3738	8.3913
Material Volátil	3	0.2358	69.5052	0.2430	69.3035	69.4370	69.7750
Cenizas	3	0.1118	5.7568	0.1139	5.6324	5.7821	5.8559
Carbón Fijo	3	0.1535	16.3633	0.1589	16.2336	16.3158	16.5406

Tabla 14

Resultados de la caracterización del precursor cáscara de naranja (Citrus Sinensis)

Parámetros	Resultado %
Humedad	8.3747
Material Volátil	69.5052
Cenizas	5.7568
Carbón Fijo	16.3633

4.1.2. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ADSORCIÓN DE PLOMO EN DISOLUCIÓN ACUOSA

Posterior al análisis de caracterización de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) se desarrolló las pruebas experimentales por triplicado de adsorción en el laboratorio de química ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Para determinar el porcentaje de adsorción del plomo (Pb) se tiene que conocer las concentraciones iniciales (sin tratamiento) y concentraciones finales (con tratamiento). Después de realizar la adsorción mediante carbón activado de cascara de naranja (*Citrus*

sinensis) se mandó a analizar las muestras a un laboratorio externo acreditado Hidrolab S.A.C, obteniendo:

Tabla 15

Resultados de concentración inicial de plomo

Masa de Carbón Activado (g)	Código de Réplica	Concentración inicial (mg/L)
0	M1	52.459
	M2	52.716
	M3	53.296

Nota. Tabla de resultados de la Ci (mg/L) de plomo (Pb) por triplicado, con base de concentración de 50 mg/L \pm 5, analizados en laboratorio.

Después de realizar el proceso de adsorción en el laboratorio, las distintas muestras de agua tratada se mandaron a analizar al laboratorio Hidrolab Perú S.A.C, teniendo los siguientes resultados:

Tabla 16

Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la primera réplica

Masa de Carbón Activado (g)	Código de Réplica	Concentración final (mg/L)
0.5g	CA-0.5 M1	3.4313
1.0g	CA-1.0 M1	2.9041
1.5g	CA-1.5 M1	3.1156
2.0g	CA-2.0 M1	3.2176

Tabla 17

Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la segunda réplica

Masa de Carbón Activado (g)	Código de Réplica	Concentración final (mg/L)
0.5g	CA-0.5 M2	3.5075
1.0g	CA-1.0 M2	2.9374
1.5g	CA-1.5 M2	3.2570
2.0g	CA-2.0 M2	3.3996

Tabla 18*Resultados de la concentración final de plomo (Pb) en la tercera réplica*

Masa de Carbón Activado (g)	Código de Réplica	Concentración final (mg/L)
0.5g	CA-0.5 M3	3.5669
1.0g	CA-1.0 M3	2.9451
1.5g	CA-1.5 M3	3.2004
2.0g	CA-2.0 M3	3.3338

Tabla 19*Resultados porcentual de concentración inicial de plomo*

Masa de Carbón Activado (g)	Concentración inicial de plomo Ci (mg/L)			Media Muestral
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	
0	52.459	52.716	53.296	52.824

Nota. Tabla de resultados generales de los porcentajes de Ci (mg/L) de plomo (Pb) por triplicado, con base de concentración de 50 mg/L \pm 5, analizados en laboratorio.

Tabla 20*Resultados de concentración final de plomo en diferentes masas*

Masa de Carbón Activado (g)	Concentración final de plomo Cf (mg/L)			Media Muestral
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3	
0.5g	3.4313	3.5075	3.5669	3.5019
1.0g	2.9041	2.9374	2.9451	2.9289
1.5g	3.1156	3.2570	3.2004	3.1910
2.0g	3.2176	3.3996	3.3338	3.3170

Figura 8

Gráfica de columnas de la concentración de Plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada Réplica

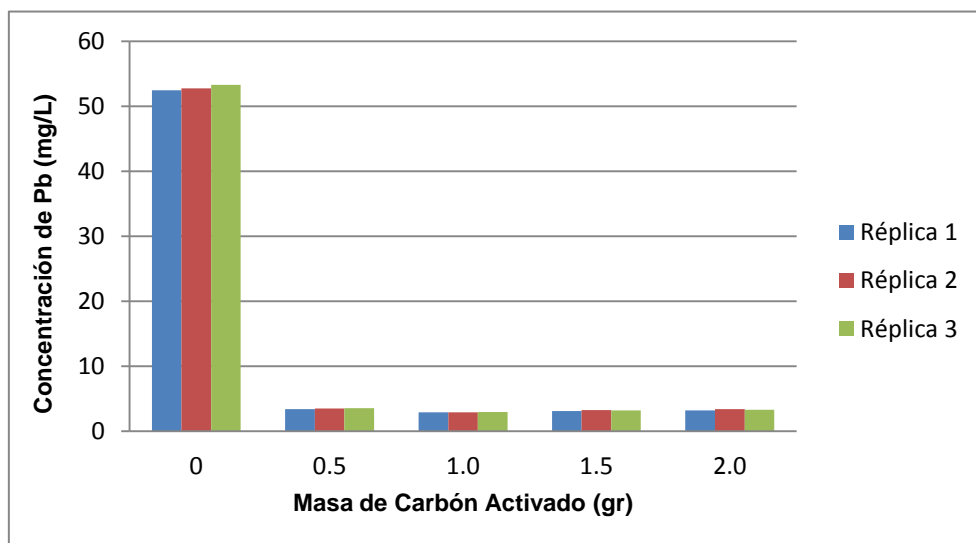


Figura 9

Gráfica de líneas de la concentración de Plomo (Pb) referente a la masa de carbón activado para cada Réplica

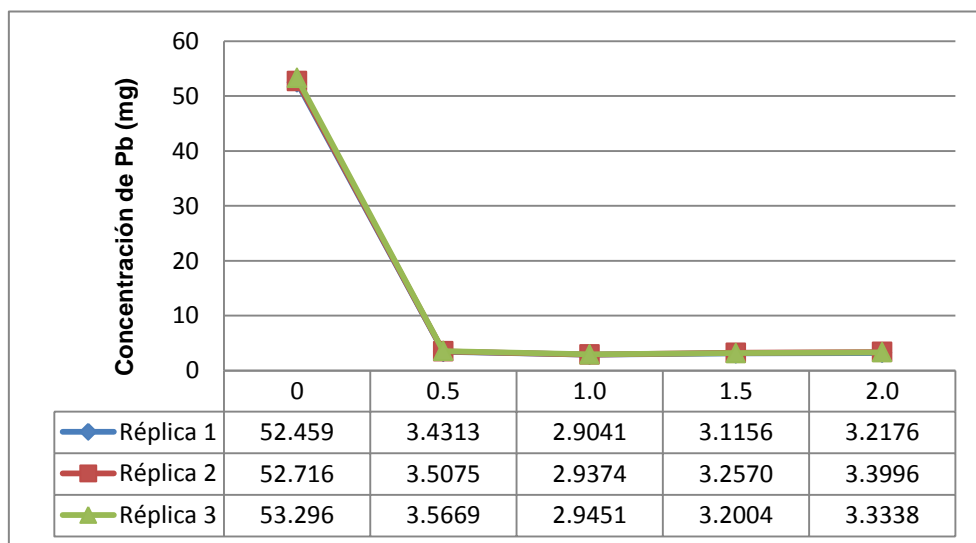


Tabla 21*Estadística descriptiva de concentración final de plomo en disolución acuosa*

Parámetros	N	Error Estándar de la Media	Media	Desviación Estándar	Mínima	Mediana	Máxima
0	3	0.418	52.824	0.429	52.459	52.716	53.296
0.5	3	0.0678	3.5019	0.0680	3.4313	3.5075	3.5669
1.0	3	0.0205	2.9289	0.0218	2.9041	2.9374	2.9451
1.5	3	0.0707	3.1910	0.0712	3.1156	3.2004	3.2570
2.0	3	0.0910	3.3170	0.0922	3.2176	3.3338	3.3996

Tabla 22*Concentración final media de plomo Cf*

Masa de Carbón Activado (g)	Concentración de plomo Cf (mg/L)
0g	52.824
0.5g	3.5019
1.0g	2.9289
1.5g	3.1910
2.0g	3.3170

Hallar % de adsorción mediante ecuación según la siguiente formula:

$$\text{Remoción} = \frac{(C_o - C_f)}{C_o} \times 100$$

Tabla 23

Resultados del porcentaje de adsorción de plomo (Pb)

Masa de Carbón Activado (g)	% Porcentaje de adsorción de plomo (Pb)		
	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
0g	0.000	0.000	0.000
0.5g	93.459	93.346	93.307
1.0g	94.464	94.428	94.474
1.5g	94.061	93.822	93.995
2.0g	93.866	93.551	93.745

Figura 10

Gráfica de columnas del porcentaje de Adsorción de Plomo (Pb) referente a la masa de Carbón Activado para cada Réplica

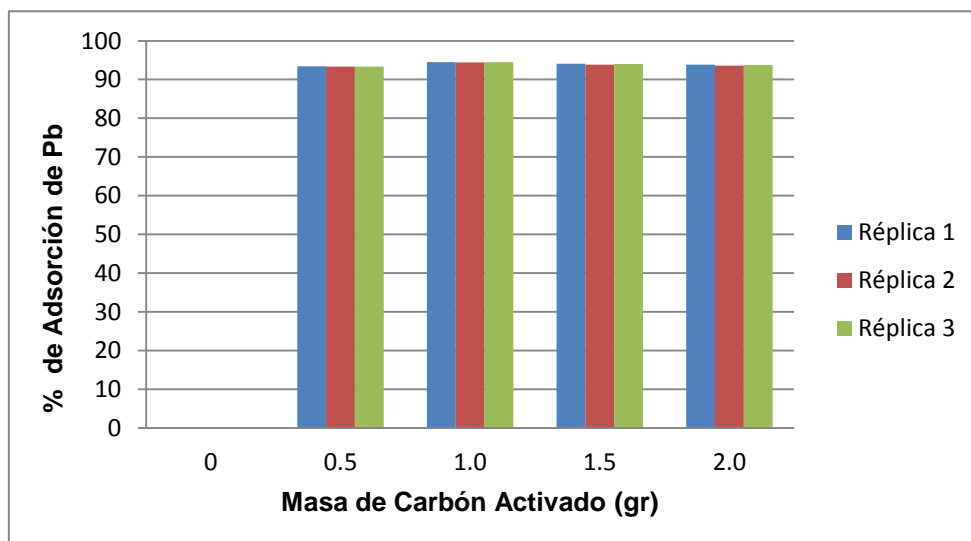


Figura 11

Gráfica de líneas del porcentaje de Adsorción de Plomo (Pb) referente a la masa de Carbón Activado para cada Réplica

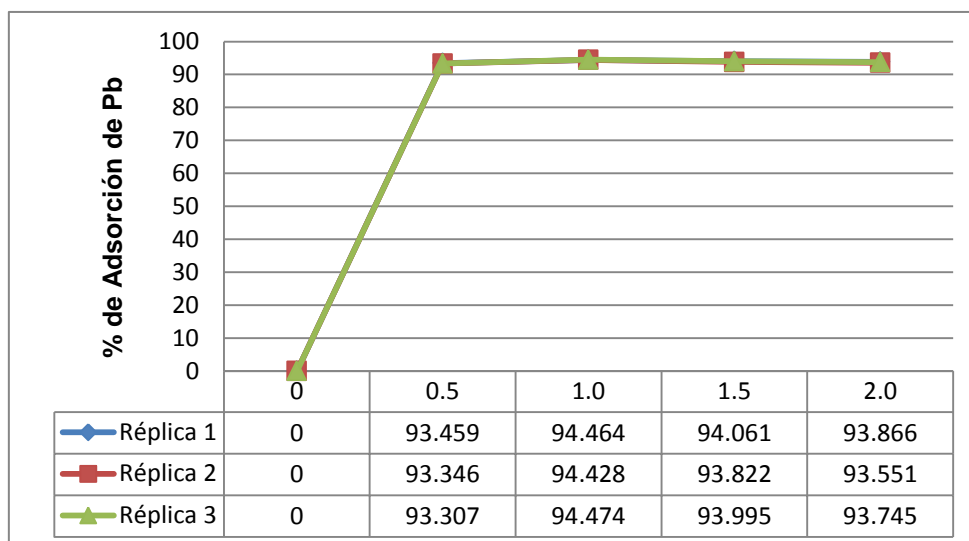


Tabla 24

Estadística descriptiva del porcentaje de adsorción de plomo en disolución acuosa

Parámetros	N	Error Estándar de la Media	Media	Desviación Estándar	Mínima	Mediana	Máxima
0	3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.5	3	0.076	93.371	0.079	93.307	93.346	93.459
1.0	3	0.023	94.455	0.024	94.428	94.464	94.474
1.5	3	0.206	93.959	0.123	93.822	93.995	94.061
2.0	3	0.167	93.727	0.168	93.551	93.745	93.866

Tabla 25

Porcentaje de adsorción para plomo por media muestral

Masa de Carbón Activado (g)	Porcentaje de adsorción media de plomo
0g	0.000 %
0.5g	93.371 %
1.0g	94.455 %
1.5g	93.959 %
2.0g	93.727 %

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS Y PRUEBA DE HIPOTESIS

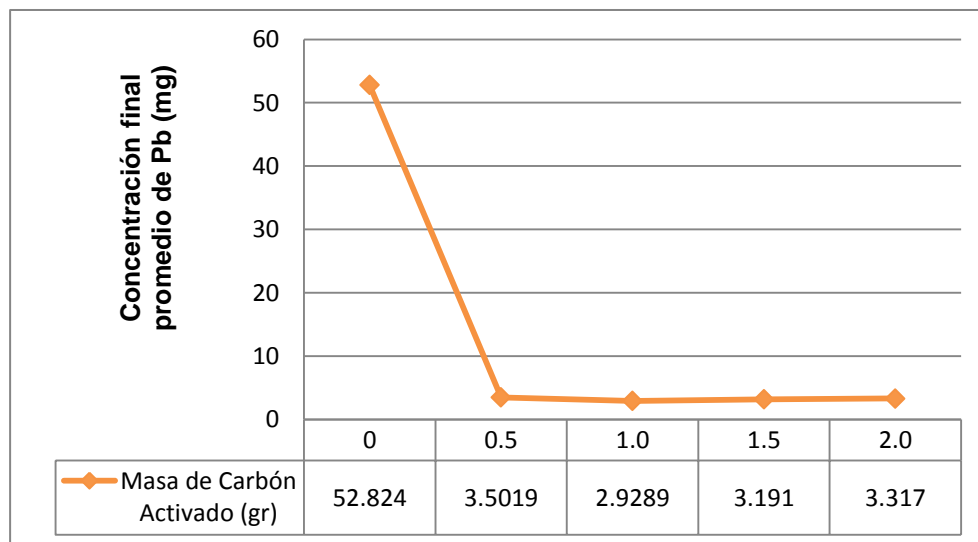
Analizaremos los resultados de porcentaje de adsorción que tuvo nuestro material precursor con respecto a nuestra hipótesis general que es **“El carbón obtenido de la cáscara de naranja (Citrus sinensis), es efectivo en la adsorción de plomo (Pb) para tratamiento de aguas contaminadas”**. De igual manera se contrastará estadísticamente las hipótesis específicas con los resultados obtenidos dentro del proyecto de investigación.

4.2.1. CONTRASTACIÓN ESTADÍSTICA DE LA HIPÓTESIS GENERAL CON LOS RESULTADOS

Una vez obtenido los resultados de las concentraciones finales analizamos el porcentaje promedio de adsorción de plomo (Pb) puesto que se realizó experimentos por triplicado.

Figura 12

Gráfica de líneas de los resultados de la concentración final media de plomo (Pb)

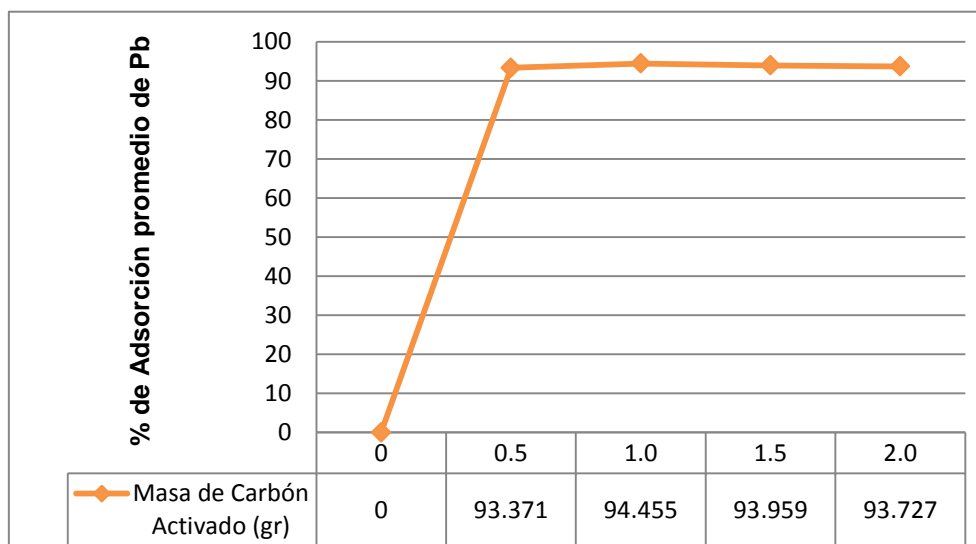


En esta figura se puede observar que la concentración de plomo va disminuyendo a medida se aumente la masa de carbón activado, el porcentaje de adsorción de plomo (Pb) es 0 cuando no ha tenido ningún tratamiento siendo la concentración inicial promedio de 52.824 mg/L, pero cuando se aplica el tratamiento de 1.0gr de carbón se

alcanza concentraciones de 2.9289 mg/L siendo la mínima concentración final promedio dentro de todo nuestro tratamiento.

Figura 13

Gráfica de líneas del porcentaje de adsorción media de plomo (Pb)



Se observa el porcentaje promedio final de adsorción de plomo (Pb) que aumenta hasta 94.455% en 1.0 gr de masa de carbón de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), siendo la masa adecuada para adsorción máxima de plomo, después se observa que inicia una disminución mínima de porcentaje de adsorción cuando se incrementa la cantidad de masa de carbón activado.

4.2.2. CONTRASTACIÓN ESTADÍSTICA DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS CON LOS RESULTADOS

En el proceso estadístico se utilizó funciones de análisis Excel y el software IBM SPSS, ya que se realizó análisis de varianza del factor (ANOVA) conjuntamente con la prueba de Tukey, con tres replicas por grupo, analizando las hipótesis.

Demostrar: Interacción de las hipótesis específicas con los resultados.

Ha₁: Se determinan los parámetros que se tiene que tener en cuenta para la elaboración de carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb).

H0₁: No se determinan los parámetros que se tiene que tener en cuenta para la elaboración de carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb).

En la bibliografía encontrada nos mencionan los estudios que para tener una buena producción de carbón activado de cualquier material orgánico, se debe tener en cuenta ciertos puntos, como: un alto % de material volátil, un alto % de carbón fijo y un bajo % de cenizas.

Por lo tanto en nuestro tratamiento donde el material precursor utilizado fue la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) tuvo los siguientes valores: material volátil de 69.5052%, carbón fijo de 16.3633% y cenizas de 5.7568%, quedando demostrado que la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) contiene propiedades idóneas según los parámetros analizados, siendo conveniente para la investigación.

Por lo tanto, se aceptamos la hipótesis alternativa, ya que se cumple con la determinación de los parámetros para obtener carbón activado de buena calidad y rechazamos la hipótesis nula.

Ha₂: Hay reducción de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

H0₂: No hay reducción de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*).

Establecimiento del Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 26

Análisis de varianza de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después del tratamiento con carbón activado

ANOVA					
Concentración de plomo					
	Suma de cuadrados	de gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5901,365	5	1180,273	51015,011	,000
Dentro de grupos	,208	9	,023		
Total	5901,573	14			

Tabla 27

Prueba de Tukey de la concentración de plomo antes y después del tratamiento con carbón activado

Concentración de plomo				
Tukey B^a				
Masa de Carbón	N	Sub conjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1	3	2,9289		
1,5	3	3,1910	3,1910	
2	3	3,3170	3,3170	
,5	3		3,5019	
,0	3			52,8237

Por lo tanto, mediante ANOVA no se supera el nivel de significancia de 5%=0.05 y mediante TUKEY hay una significativa reducción de plomo (Pb) en las muestras después de aplicar tratamientos, en base al valor obtenido aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

Ha₃: La especificación de una masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), adsorberá plomo (Pb) en agua contaminada.

H0₃: La especificación de una masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), no adsorberá plomo (Pb) en agua contaminada.

Establecimiento del Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 28

Análisis de varianza de la adsorción de plomo (Pb) en agua contaminada después del tratamiento con carbón activado

ANOVA					
Porcentaje de adsorción de plomo					
	Suma de cuadrados	de GI	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	21152,580	4	5288,145	558972,943	,000
Dentro de grupos	,095	10	,009		
Total	21152,674	14			

Tabla 29

Prueba de Tukey de la adsorción de plomo (Pb) después del tratamiento con carbón activado

% de adsorción de plomo						
Tukey B ^a						
Masa de Carbón	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
0	3	,0000				
,5	3		93,3707			
2	3			93,7207		
1,5	3				93,9593	
1	3					94,4553

Por lo tanto, mediante ANOVA no se supera el nivel de significancia de 5%=0.05 y mediante TUKEY nos muestra que una de las masas adsorbió un porcentaje mayor a las demás, en base al valor obtenido aceptamos la hipótesis alternativa y rechazamos la hipótesis nula.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON INVESTIGACIONES SIMILARES

El material orgánico o precursor que se utilizó en la investigación fue la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la elaboración de carbón activado, así mismo existen diversas investigaciones que utilizaron diversos e igual precursor para la remoción de metales de aguas contaminadas, en este apartado haremos una comparación de nuestros resultados del porcentaje de adsorción y/o remoción con otros estudios:

Verdugo (2017), en su trabajo de investigación: “Bioadsorción de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de la mandarina (*Citrus reticulata* var. *Clementina*)”, utiliza harina de cáscara de mandarina como material precursor para la bioadsorción de plomo y cromo, en sus tratamientos prepara concentraciones de plomo y cromo a 5ppm, con agitación de 2 horas a un pH de 4, consiguiendo como resultado una bioadsorción de 71.9% para plomo con una diferencia significativa ($p < 0,05$). Sin embargo en esta investigación se preparó soluciones de plomo a (50 mgPb/L), con agitación de 400rpm a 30 minutos con un pH de entre 2 a 3 y posteriormente dejando en reposo por unos 30 minutos sin agitación, se tuvo como resultado promedio de 93.878% de adsorción de plomo con una diferencia significativa ($p < 0,005$).

Garcia y Granillo (2017), en su trabajo de investigación: “Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (*Citrus Sinensis* Linn Osbeck)”, evalúan condiciones operacionales en la preparación de carbón activo de la cáscara de naranja Valencia, donde la activación del carbón lo realizan bajo un procedimiento químico con ácido fosfórico (H_3PO_4) como agente activador, variando la concentración al 26%, tiempo de 3 horas y T° de carbonización a 450°C, usando metodología normalizada de ASTM y

ANSI/AWWA para evaluar los parámetros, teniendo como resultado alto contenido de carbón (84.68%) y bajo contenido de cenizas (5.44%). En comparación con este trabajo de investigación, las condiciones operacionales para elaborar carbón activado fue diferente utilizando ácido fosfórico (H_3PO_4) al 85% para la activación química, sin variar concentración, con un tiempo de reposo a 48 horas y un tiempo de carbonización de 1 hora a $600^\circ C$ en un horno (mufla), con respecto a la metodología solo se uso la norma internacional de ASTM, con resultado menor de contenido de carbón fijo (16.3633%) y con un acercado contenido de cenizas (5.7568%).

Silva (2017), en su trabajo de investigación: “Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales (fibra de nopal) para la remoción de arsénico en agua”, sintetiza y caracteriza carbón activado a partir de la fibra de nopal (conocida en Perú como tuna), dentro de su proyecto sintetizó al carbón activado para después probarla en la adsorción de arsénico, teniendo como agente activador químico al cloruro de zinc ($ZnCl_2$) obteniendo mayor capacidad de adsorción de 9.36mg/g de arsénico a $400^\circ C$, con un rendimiento de 54.10%. Con respecto a esta investigación se precisa que se usó ácido fosfórico (H_3PO_4) como agente activador en la impregnación, ya que, tiene la propiedad de separar fibras celulósicas despolimerando parcialmente la lignina y la hemicelulosa, produciendo un hinchamiento de las moléculas disminuyendo su resistencia mecánica, siendo muy favorable para el proceso de adsorción, la temperatura utilizada para la mayor adsorción de plomo ha sido la de $600^\circ C$, adsorbiendo un 93.787% de metal pesado en agua contaminada.

Salas y Sarcco (2017), en su trabajo de investigación: “Eliminación de plomo (II) y fierro (II), por bioadsorción con cáscara de naranja (*citrus x sinensis*) en residuos líquidos procedentes del laboratorio químico de Southern Perú”, presentan la bioadsorción como una alternativa para tratar aguas contaminadas por metales pesados plomo (II) y fierro (II), mostrando como referencia las que se encuentran en los efluentes del laboratorio químico de Southern Perú, dentro de la metodología usan la cáscara de naranja residual, realizan tratamientos con diferentes muestras

tanto sintéticas y reales, la medición del pH como factor fundamental y el tamaño de partícula de la cáscara de naranja; teniendo resultados final que el pH óptimo para la eliminación de ambos metales fue 6 para muestras reales y 5 para muestras sintéticas, así mismo, el tamaño de partícula fue de 0.8 mm. En comparación a esta investigación donde se usó cáscara de naranja como material precursor se consideró base para la elaboración de carbón activado para la adsorción de plomo (Pb), el pH considerado en los tratamientos de adsorción fue 2 a 3 para muestra sintética, no hay una comparación en referente al tamaño de partícula ya que ellos utilizan solo la cáscara de naranja para la bioadsorción, mientras que en esta investigación se elabora carbón activado para adsorción del metal pesado.

Alvarado (2017), en su trabajo de investigación: “Efecto del tiempo de residencia y tamaño de partícula en la reducción de plomo mediante bioadsorción con *Citrus cinensis* en efluente minero del C.P Tambillo – Cajamarca, 2017”, utiliza la cáscara de naranja como material orgánico bioadsorbente para reducir cantidad de plomo en efluentes mineros en Cajamarca, dentro de su proyecto usó una solución de plomo al 98.93 ppm que lo sometió a diferentes tiempos de residencia a 1, 2 y 3 horas, y diferentes tamaños de partículas del *Citrus cinensis* a 0.4 mm, 0.6 mm y 0.8 mm; obtiene como resultado final de recuperación en 2 horas y 0.4 mm de tamaño de partícula, 99.73 % (0.27 ppm Pb). Con respecto a esta investigación se realizó muestras sintéticas a nivel laboratorio con disoluciones de plomo (Pb) de (50 mgPb/L) y se sometió a una residencia con el carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), a un tiempo de 30 minutos a 400 rpm y posterior a ello se mantuvo en reposo por 30 minutos antes de pasar por un proceso de filtración, con respecto al tamaño de partículas no hay comparación ya que se usó carbón activado y no cáscara de naranja, teniendo como resultado final 93.878% de adsorción de plomo (Pb) en agua contaminada.

Collantes (2019), en su trabajo de investigación: “Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L: Osbeck) y la vaina de la taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze)”, diseña un sistema

de columnas de lecho fijo donde coloca 5 módulos cáscara de naranja y vaina de taya, trabaja con concentraciones para plomo (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm y 150 ppm), masa de 60g, pH 4.5; obtiene un porcentaje de bioadsorción por encima del 95% para la cáscara de naranja y del 80% para la vaina de taya. En comparativa a esta investigación trabajada con carbón activado de la cáscara de naranja para el tratamiento de agua contaminada con plomo (Pb), se manipularon soluciones en la misma cantidad (50 mgPb/L) en cada 500ml de muestra, que se puso en contacto con masas de bioadsorción diferentes (0.5g, 1.0g, 1.5g y 2.0g) obteniendo valores de remoción promedio de 93.878% de adsorción de plomo (Pb).

CONCLUSIONES

Basado en los problemas y objetivos trazados dentro de la investigación, se concluye que:

- Queda demostrado que el uso de carbón activado a partir de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) activada químicamente con ácido fosfórico (H_3PO_4), tiene una elevada adsorción de plomo (Pb) en aguas contaminadas, llegando a remover un porcentaje promedio de hasta 93.878%.
- Queda demostrado que el material orgánico utilizada en la presente investigación, cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), es apta para la elaboración de carbón activado de buena calidad ya que contiene alto valor porcentual en carbón fijo (16.3633 %), material volátil (69.5052%) como bajo valor porcentual en cenizas (5.7568%), cumpliendo con las características requeridas para adsorción de metales pesados en aguas contaminadas.
- Se estableció la cantidad de plomo antes y después de la aplicación de carbón activado de cáscara de naranja, como material adsorbente de plomo (Pb) en agua contaminada, donde se muestra un porcentaje de (52.824 mgPb/L) como muestra inicial, posteriormente bajo el tratamiento esta se reduce a (2.9889 mg Pb/L) para uno de los tratamientos, quedando demostrado que hay una diferencia significativa en reducción de (mgPb/L).
- Queda demostrado que la determinación de distintas masas para los tratamientos de adsorción de plomo (Pb) son fundamentales ya que nos demuestra que el porcentaje de adsorción con cada masa varía según se aumenten o disminuyan, así logrando tener una masa optima de adsorción, que dentro de la investigación fue de 1.0g la cual adsorbió un 94.455% de plomo (Pb) en nuestra muestra de agua contaminada simulada en laboratorio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para los próximos estudios la utilización de cantidades de masas distintas a las de esta investigación que fueron: 0.5g, 1.0g, 1.5g y 2.0g por cada muestra de agua contaminada con plomo (Pb).
- Si se desea hacer una muestra sintética de agua contaminada en laboratorio, se recomienda variar la concentración de las muestras y manejar distintos pH en la disolución acuosa, ya que en la investigación se trabajó con una sola concentración siendo de (50 mgPb/L) a un pH de 2 a 3.
- Se recomienda usar muestras adquiridas de fuentes naturales contaminadas no necesariamente con metales pesados, sino con otros contaminantes para poder demostrar si el carbón activado elaborado de un material orgánico es de igual manera altamente efectiva en adsorción de otros contaminantes.
- Se recomienda hacer un análisis de la caracterización química del carbón activado, que se obtiene de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), como de igual manera la calidad de poros que se encuentra dentro de su estructura.
- Se recomienda hacer estudios de las características físicas y químicas del carbón activado de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), para tratamientos de remoción de contaminantes, así mismo la valoración de las propiedades de este carbón activado, sea granular o en polvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aderhold, D., Williams, C., & Edyvean, R. (1996). The removal of heavy-metal ions by seaweeds and their derivatives. Obtenido de bioresource technology: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852496000727>
- Aguilar, C., Reyes, M., Garza, H., & Contreras, J. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. *Revista de la Sociedad Química de México*,.
- Albarracín, F. (2014). Capacidad de adsorción para remover el ion metálico Pb (II) por el tanino de la cáscara de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), de las aguas del río Ramis Puno. Perú.
- Alvarado, H. (2017). Efecto del tiempo de residencia y tamaño de partícula en la reducción de plomo mediante bioadsorción con *citrus cinensis* en efluente minero del C.P. TAMBILLO – CAJAMARCA. Obtenido de Universidad Privada del Norte: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13239/Alvarado%20Cortez%20Henry.pdf?sequence=3>
- Antamina. (2021). Perú es el cuarto productor de plomo. Obtenido de <https://www.antamina.com/peru-cuarto-productor-plomo/>
- Assureira, E. (2013). Potencial Energético de la Biomasa Residual en el Perú. Obtenido de <http://conferencia2013.consortio.edu.pe/wp-content/uploads/2014/09/3>
- ASTM D3173 - 03. (s.f.). Standard Test Method for Moisture in the Analysis Sample of Coal and Coke. Obtenido de https://www.kelid1.ir/FilesUp/ASTM_STANDARS_971222/D3173.pdf
- ASTM D3174 - 02. (s.f.). Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal. Obtenido de

file:///D:/Downloads/StandardTestMethodforashinanalysisissamplecoaland
dcokefromcoal.pdf

ASTM D3175 - 02. (s.f.). Standard Test Method for Volatile Matter in the
Analysis Sample of Coal and Coke. Obtenido de
https://www.kelid1.ir/FilesUp/ASTM_STANDARS_971222/D3175.pdf

Bastidas, M., Buelvas, L. M., Márquez, M. I., & Rodríguez, K. (2010).
Producción de carbón activado a partir de precursores carbonosos del
Departamento del Cesar. Obtenido de
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642010000300010

Benavente, M., & Aguirre, G. (2015). Evaluación de la biomasa de
poblaciones de *Lessonia trabeculata* (Phaeophyta, Laminariales).
Puerto de Ilo, Perú – Iquique.

Burguer, M., & Pose, D. (2010). Plomo, Salud y Ambiente. Obtenido de
<https://www.paho.org/uru/dmdocuments/plomo%20salud%20y%20ambiente.pdf>

Camfil. (2020). Cronología y avances del Carbón Activado. Obtenido de
<https://www.camfil.com/es-es/insights/innovation-technology-and-research/journey-of-activated-carbon>

Carbotecnia. (2021). Que es el Carbón Activado. Obtenido de
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/carbon-activado/que-es-carbon-activado/#que-es-el-carbon-activado>

Carrasco, S. (2019). Metodología de la Investigación Científica. Lima, Perú:
Editorial - San Marcos.

Collantes, L. (2019). Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de
naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia*
spinosa (Molina) Kuntze). Obtenido de
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3392>

- Cuervo, L., Folch, R., & Quiroz, R. (2009). Lignocelulosa Como Fuente de Azúcares Para la Producción de Etanol. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/Lignocelulosa-Como-Fuente-de-Az%C3%BAcares-Para-la-de-Cuervo-Folch/5a004ac9a65a0eabf909a8ba6527445353b20159>
- Dias, J., Alvim, M., Almeida, M., Rivera, J., & Sánchez, M. (2007). Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment. *Journal of Environmental Management*.
- Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industria Mexicano. (s.f). Parámetros de carbón activado para el tratamiento de agua.
- Eróstegui, C. (2009). Contaminación por Metales Pesados. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a13.pdf
- Estebané, V. (s.f.). La química de las soluciones acuosas.
- Fernandez, A. (2012). El agua: un recurso esencial. Obtenido de Universidad de Buenos Aires: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>
- Fernández, F. (2011). Análisis de los sistemas de refrigeración solar por adsorción. Obtenido de E.T.S de ingenieros, Universidad de Sevilla.: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4986/fichero/Cap%C3%ADtulo3+ Sistema+de+adsorci%C3%B3n.pdf>
- Garcia, R. A., & Granillo. (2017). Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cascara de naranja valencia (*Citrus Sinensis Linn Osbeck*). Obtenido de UNAN-MANAGUA: <https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>
- Gobierno del Perú. (2021). Valores Máximos Admisibles (VMA). Obtenido de <https://www.gob.pe/12808-valores-maximos-admisibles-vma>
- Hassler, J. (1998). Activated Carbon. Chemical Publishing. New York.

- Huerta, S. (s.f). Adsorción. Planta Piloto de Fermentaciones Departamento de Biotecnología. Obtenido de <http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Adsorcion.pdf>
- IGP Cítricos Valencianos. (2021). Anatomía de una naranja. Obtenido de <https://twitter.com/CValencianos/status/1382936799664762882>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). Compendio Estadístico Perú 2018. Obtenido de Dirección General de Evaluación y de Seguimiento de Políticas del Ministerio de Agricultura y Riego.: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1635/cap13/cap13.pdf
- Kurniawan, T. A., Chan, G., Lo, W., & Babel, S. (2006). Copper Adsorption from Wasterwater Using Bone Charcoal. Obtenido de [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2032105](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2032105)
- La Cámara. (2021). Oportunidades comerciales de frutas cítricas en el mundo. Obtenido de Revista Digital de la CCL: <https://lacamara.pe/oportunidades-comerciales-de-frutas-citricas-en-el-mundo/>
- Lillo, M., Cazorla, A., & Linares, A. (2003). Understanding Chemical Reactions between Carbons and NaOH and KOH. Obtenido de Green and Sustainable Chemistry: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntv-nsjt1aadkposzje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=21506](https://www.scirp.org/(S(351jmbntv-nsjt1aadkposzje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=21506)
13
- Llamas, J. (2020). Tecnología Limpia. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/tecnologia-limpia.html>
- Loja, C. P. (2017). Optimización de los residuos de cascarilla de arroz mediante pretratamiento por hidrólisis ácida para la obtención de azúcares reductores. Obtenido de Hemicelulosa: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26247/1/TRABAJ O%20DE%20TITULACI%C3%93N.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26247/1/TRABAJ%20DE%20TITULACI%C3%93N.pdf)

- Martinez, J. L. (2017). Conflictividad socio-ambiental de la minería en el Perú, el caso Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10612/7275>
- Méndez, K. (2008). Adsorción del cromo (VI) usando citrus sinensis como biomasa residual. *Biotechnology and Bioengineering*.
- Mendoza, E. (2012). Remoción de Pb (II) de soluciones mediante carbón activado. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/9347/197380.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Menéndez, J. Á. (2008). Residuos de biomasa para la producción de carbones activos y. Obtenido de Universidad de Oviedo. Facultad de Geología.: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/4698/1/CursoResiduos.pdf>
- Ministerio de Salud. (2008). Resolución Ministerial N° 425 - 2008. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/248032-425-2008-minsa>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). Decreto Supremo N° 001-2015-VIVIENDA. Obtenido de <https://www.epsmoquegua.com.pe/uploads/pdf/vma1.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2005). Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2008). Decreto Supremo N° 037-2008. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles-lmp-efluentes-liquidados-sub-sector>
- Ministerio del Ambiente. (2009). Ley N° 29338 Ley de Recursos hídricos. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29338.pdf>

- Ministerio del Ambiente. (2010). Decreto Supremo N° 010-2010. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/legislacion/DS_010_2010_MINAM.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2012). Glosario de términos para la gestión ambiental peruana. Lima, Perú.
- Molina, M., & Rodríguez, F. (2004). Role of chemical activation in the development of carbon porosity. Obtenido de Engineering Aspects: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927775704001992>
- Ondarse, D. (2021). Enciclopedia Concepto. Obtenido de <https://concepto.de/agua/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0d.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). Intoxicación por Plomo y salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Panduro, J. (2018). Bioacumulación de Cadmio y Plomo en la especie *Hypostomus Oculeus* (Carachama) del Río Huallaga, Tingo María.
- Pérez, J., & Merino, M. (2012). Definición de Remoción. Obtenido de Qué es, Significado y Concepto: <https://definicion.de/remocion/>
- Pinzón, M., & Cardona, A. (2008). Caracterización de la cáscara de naranja para su uso como material bioadsorbente. Revista de la Facultad de Ciencias Básicas.
- Porras, A. (s.f.). Diplomado de Análisis de Información Geoespacial. Conceptos básicos de estadística.
- Ramos, C. (2020). Los alcances de una Investigación . Obtenido de <file:///D:/Downloads/Dialnet-LosAlcancesDeUnaInvestigacion-7746475.pdf>

- Revista Colombiana de Materiales. (2017). CELULOSA: un polímero se siempre con mucho futuro. Obtenido de Simposio Nacional de Biopolímeros, Medellín: file:///D:/Downloads/328779-Texto%20del%20art_culo-131215-2-10-20210416.pdf
- Rincón, A. (2010). Porcentajes de los componentes de la cáscara de naranja. Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela.
- Salas, P. R., & Sarcco, L. (2017). Eliminación de plomo (ii) y fierro (ii), por bioadsorción con cáscara de naranja (*citrus x sinensis*) en residuos líquidos procedentes del laboratorio químico de southern Perú. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4618/IQsapapr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, J. (s.f.). Clasificación de las formaciones geológicas según su comportamiento hidrogeológico. Concepto Fundamental de Hidrología.
- Sierra, A. (2014). La Naranja, la reina del invierno. Obtenido de <http://hemeroteca.cofco.org/ficheros/Naranja2.pdf>
- Silva, J. D. (2017). Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales (fibra de nopal) para la remoción de arsénico en agua. Obtenido de Instituto Politecnico Nacional: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/22915/64-T11.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Silvestre, I., & Huáman, C. (2019). Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria. Lima, Perú: Editorial - San Marcos.
- Soto, E. (2009). Estudio de la Remoción de Cu (II) en Medio Acuoso Utilizando el Albedo de la Cascara de Naranja.
- Supernaranjas.com. (2019). Partes de una Naranja. Anatomía de un Cítrico. Obtenido de <https://blog.supernaranjas.com/2019/partes-de-una-naranja-anatomia-de-un-citrico/>

- Tabla Periodica de los Elementos. (s.f.). Periodni.com. Obtenido de Generalic, Eni. "Plomo.": <https://www.periodni.com/es/pb.html#>
- Teng, H., & Lin, H. (1998). Activated Carbon Production from Low Ash Subbituminous Coal with CO₂ Activation. Obtenido de <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=56424>
- Universidad Veracruzana. (s.f.). Descripción de los tipos de investigación. Investigación Aplicada. Obtenido de <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
- Valencia, V. (2017). Soluciones Químicas. Obtenido de http://168.176.14.11/fileadmin/content/gruposdeinvestigacion/materiales nanoestructuradosysusaplicaciones/documentos/SOLUCIONES_QUIMICAS.pdf
- Vanholme, R., Demedts, B., Morreel, K., Ralph, J., & Boerjan, W. (2010). Lignin Biosynthesis and Structure. *Plant Physiology*.
- Vargas, M., D, C., Gamboa, M., & X., D. (2009). Evaluación del proceso de biosorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial Lanazol Navy CE en aguas residuales de la industria textil. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46712187005>
- Vera, L. M. (2015). Biosorción, una alternativa para reducir la contaminación. Obtenido de <http://prometeo.educacionsuperior.gob.ec/biosorcion-una-alternativa-para-reducir-la-contaminacion/>
- Verdugo, J. F. (2017). Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de mandarina (*Citrus reticulata* var. *clementina*). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14249/1/UPS-CT007003.pdf>
- Veritrade. (2020). Exportaciones de naranjas en el Perú - periodo 2015-2020. Obtenido de <https://www.veritradecorp.com/>

- Villanueva, C. (2007). Biosorción de cobre (II) por biomasa pretratada de cáscara de citrus sinensis (Naranja), citrus limonium (limón y opuntia ficus (palmeta de nopal). Obtenido de [https://www.semanticscholar.org/paper/Biosorci%C3%B3n-de-Cobre-\(II\)-por-biomasa-pretratada-de-Huerta-Cecilia/ee72ed3b646a592c155adae6fcd2b80534c510ea](https://www.semanticscholar.org/paper/Biosorci%C3%B3n-de-Cobre-(II)-por-biomasa-pretratada-de-Huerta-Cecilia/ee72ed3b646a592c155adae6fcd2b80534c510ea)
- Volesky, B. (2001). Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. Obtenido de Hydrometallurgy: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304386X00001602>
- Zegada, V. Y. (2015). Extracción de pectina de residuos de cáscara de naranja por hidrólisis ácida asistida por microondas (HMO). Obtenido de Estructura Molecular Básica de la Pectina: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100007

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ponce Arredondo, R. (2023). *“Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (Citrus sinensis) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio”* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

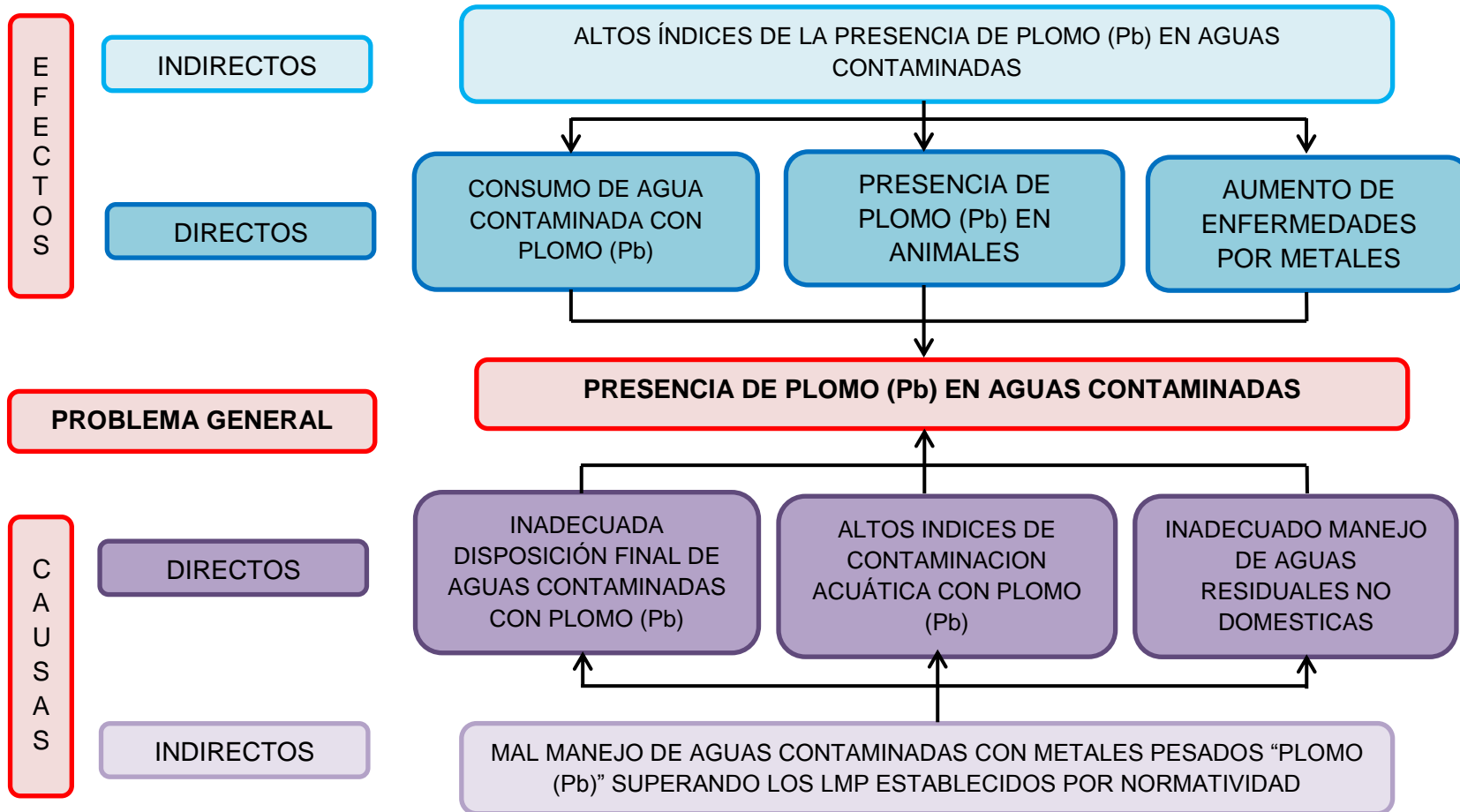
TITULO: “Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus Sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA TECNICAS E INSTRUMENTOS
GENERAL ¿Cuál es la efectividad del carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), como material adsorbente de plomo (Pb) en disolución acuosa?	GENERAL Demostrar la efectividad del carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), para su uso como material adsorbente de plomo (Pb) en disolución acuosa a escala piloto.	GENERAL Ha: El carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), es efectivo en la adsorción de plomo (Pb) para el tratamiento de aguas contaminadas.	INDEPENDIENTE Carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>). DEPENDIENTE Adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a escala laboratorio.	Tipo de Investigación: Aplicada Enfoque: Cuantitativo Alcance o nivel: Explicativo Diseño: Experimental Población: La población corresponde la estimación de la cantidad total de agua contaminada que será simulada en laboratorio. Muestra: Para nuestro experimento de 5 ensayos más 3 repeticiones siendo un total de 15 ensayos, el agua contaminada será simulada en laboratorio, cada muestra contendrá
ESPECÍFICA 1. ¿Cuáles son los parámetros que se tiene que tener en cuenta en la elaboración de	ESPECÍFICA 1. Determinar los parámetros asociados a la cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) para la	ESPECÍFICA Ha₁: Se determinan los parámetros que se tiene que tener en cuenta para la elaboración de carbón		

<p>carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), para la adsorción de plomo (Pb)?</p>	<p>elaboración de carbón activado, tales como humedad, contenido de ceniza, material volátil, carbon fijo y capacidad de adsorción mediante metodología en laboratorio, para la adsorción de plomo (Pb).</p>	<p>activado de cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) para la adsorción de plomo (Pb),</p>	<p>INDICADORES</p>	<p>500ml de agua contaminada en cada ensayo.</p>
<p>2. ¿Cuál será la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)?</p>	<p>2. Determinar la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).</p>	<p>Ha₂: Hay reducción de la cantidad de plomo (Pb) en disolución acuosa antes y después de la aplicación del carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Masa de carbón activado ▪ Concentración de plomo (Pb) en disolución acuosa. 	<p>Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación del Carbón Activado a base de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>). ▪ Procedimiento de adsorción de la concentración de plomo (Pb).
<p>3. ¿Cuál será la cantidad de masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), para la adsorción de plomo (Pb) en fase acuosa?</p>	<p>3. Determinar la cantidad de masa optima de carbón activado de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa.</p>	<p>Ha₃: La especificación de una masa adecuada de carbón activado obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>), adsorberá plomo (Pb) en agua contaminada.</p>	<p>Instrumentos de Recolección de Datos:</p>	<p>Instrumentos de Recolección de Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Formato de Ficha de observación directa. ▪ Ficha de análisis de laboratorio <p>Instrumentos de Procesamiento y Análisis de Datos: Se realizarán utilizando el software estadístico IMB SPSS y el programa Microsoft Excel.</p>

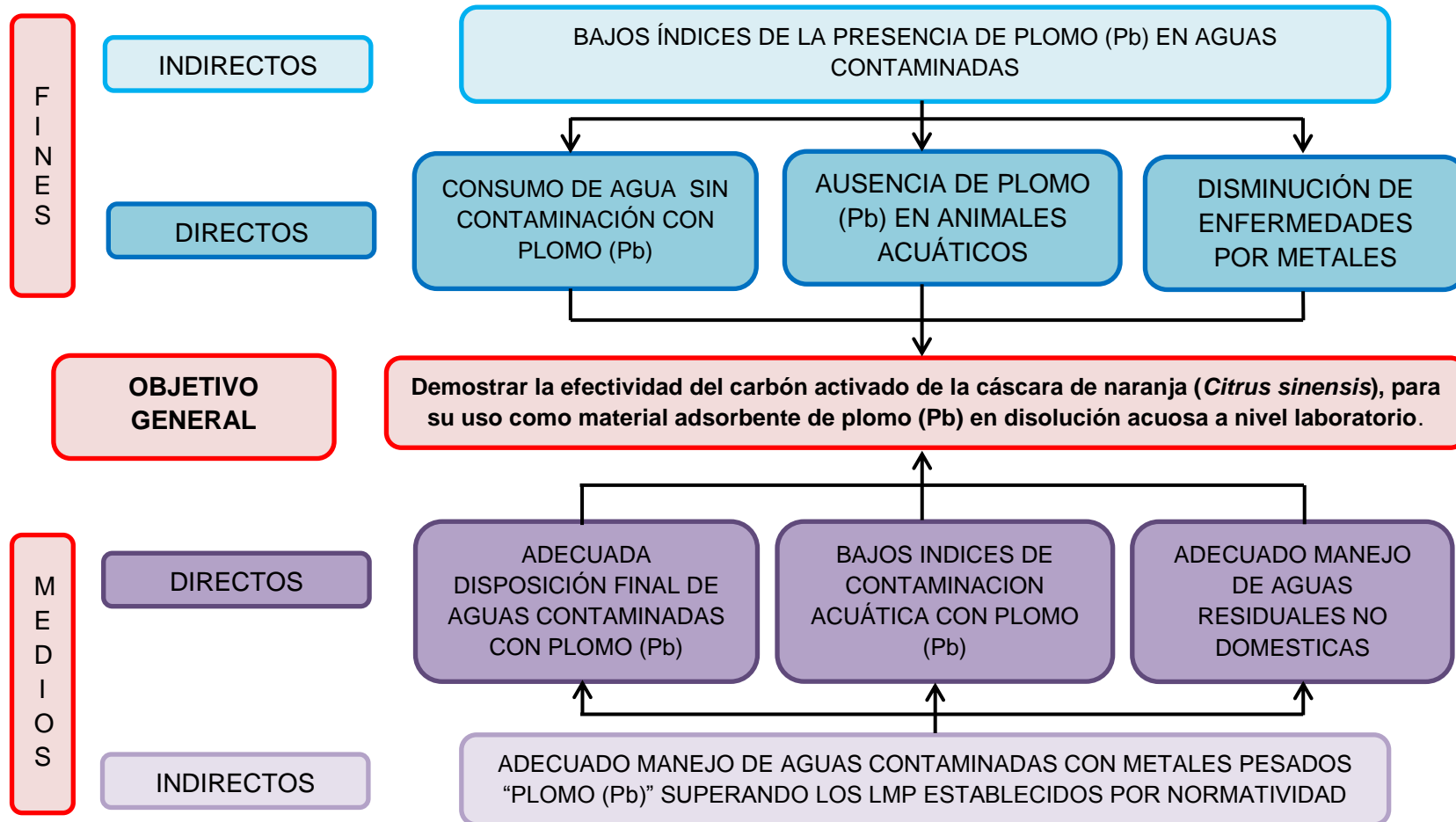
ANEXO 2

ÁRBOL DE CAUSA - EFECTO



ANEXO 3

ÁRBOL DE MEDIOS - FINES



ANEXO 4
RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1293-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de julio de 2022

Visto, el Oficio N° 513-2022-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO", presentado por el (la) Bach. Rossmery Diana PONCE ARREDONDO.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 049-2022-D-FI-UDH, de fecha 13 de enero de 2022, perteneciente a la Bach. Rossmery Diana PONCE ARREDONDO se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Milton Edwin Morales Aquino, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 513-2022-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO", presentado por el (la) Bach. Rossmery Diana PONCE ARREDONDO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente), Mg. Angie Tatyana Fernández Escobar (Secretario) y Mg. Miguel Angel Carrillo Hernandez (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO", presentado por el (la) Bach. Rossmery Diana PONCE ARREDONDO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Mg. Miguel Morales Aquino
SECRETARIO GENERAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Rizo
DECANA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduado - Intercambio - Archivo.
BCS/EGE, vna.

ANEXO 5

RESOLUCIÓN DEL NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 049-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 13 de enero de 2022

Visto, el Oficio N° 020-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 324206-0000000019, de la Bach. **ROSSMERY DIANA PONCE ARREDONDO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 324206-0000000019, presentado por el (la) Bach. **ROSSMERY DIANA PONCE ARREDONDO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Milton Edwin Morales Aquino, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **ROSSMERY DIANA PONCE ARREDONDO**, al Mg. Milton Edwin Morales Aquino, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

Regístrese, comuníquese y archívese



Disposición

Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Informado - Archivado.
BCR/EJMI/rsm.


ANEXO 6

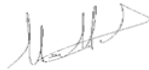
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Título: "Evaluación de la efectividad del carbón activado de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) para la adsorción de plomo (Pb) en disolución acuosa a nivel laboratorio"

Masa de carbón activado	Códigos de las Replicas	Concentración de plomo (mg/L)	Promedio de concentración de plomo (mg/L)	Observaciones
Concentración inicial de plomo mg/L				
0	M1	52.459	52.824	Ninguna
	M2	52.716		
	M3	53.296		
Concentración final de plomo mg/L				
0.5	CA-0.5 M1	3.4313	3.5019	Ninguna
	CA-0.5 M2	3.5075		
	CA-0.5 M3	3.5669		
1	CA-1.0 M1	2.9041	2.9289	Ninguna
	CA-1.0 M2	2.9374		
	CA-1.0 M3	2.9451		
1.5	CA-1.5 M1	3.1156	3.1910	Ninguna
	CA-1.5 M2	3.2570		
	CA-1.5 M3	3.2004		
2	CA-2.0 M1	3.2176	3.3170	Ninguna
	CA-2.0 M2	3.3996		
	CA-2.0 M3	3.3338		

DATOS DEL INVESTIGADOR	DEL NOMBRE Y APELLIDO	Bach. PONCE ARREDONDO Rossmery Diana	Firma:	
	DNI	74139341		

DATOS DEL ASESOR	DEL NOMBRE Y APELLIDO	Mg. MORALES AQUINO Milton Edwin	Firma:	
	DNI	44342697		

FECHA: 28/12/2022

ANEXO 7
SOLICITUD DE USO DE LABORATORIO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
HERMILIO VALDIZAN

Huánuco, 07 de septiembre de 2022

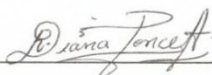
Dr.:
ÁNGEL DAVID NATIVIDAD BARDALES
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL - UNHEVAL

Reciba el cordial saludo a nombre de la Tesista la Bach. **ROSSMERY DIANA PONCE ARREDONDO** identificada con DNI **74139341**, con el Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **“EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO”**, con el debido respeto expongo lo siguiente:

Mediante el presente documento solicito el préstamo del **LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO** para uso y elaboración, con motivo de realizar la parte experimental de la investigación ya mencionada.

Agradeciéndole anticipadamente

Cordialmente,



Rossmery Diana Ponce Arredondo
CEL. 993441060



ANEXO 8

SOLICITUD DE USO DE LABORATORIO A LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
1919 / www.udh.edu.pe

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

HUÁNUCO 3 de noviembre de 2022 DE HUÁNUCO

SEÑORA: Mg. BERTHA LUCILA CAMPOS RIOS
(Decana de la Facultad de Ingeniería)

ALUMNO: BACHILLER (X) EGRESADA () ESTUDIANTE () OTRO ()

ASESOR O TUTOR: Mg. Milton Edwin Morales Aquino

TÍTULO DE TESIS, PROYECTO O ESTANCIA: "EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL CARBÓN ACTIVADO DE CÁSCARA DE NARANJA (Citrus sinensis) PARA LA ADSORCIÓN DE PLOMO (Pb) EN DISOLUCIÓN ACUOSA A NIVEL LABORATORIO"

E-MAIL: rdianaponcea@gmail.com

SOLICITA: Uso de laboratorio (X) Equipo (X) No

SOLICITA CLAVE DE ACCESO DE LABORATORIO: Si () No

PERIODO DE PRÉSTAMO DE LABORATORIO:



FECHA	HORA
06/10/2022 - 20/10/2022.	16:00 - 20.00

LISTA DE EQUIPO Y MATERIALES A SOLICITAR

Cantidad	Descripción del equipo	Descripción de materiales	OBSERVACIONES
5		Vaso precipitado de 600ml	Ninguna
4		Luna de reloj	Ninguna
1		Balanza analítica	Ninguna
4		Matraz de 500ml	Ninguna
1		Crisol	Ninguna
4		Embudos	Ninguna
1		Agitador	Ninguna
1		Pastilla magnetica	Ninguna
1		Vaso precipitado de 1000ml	Ninguna

- ADJUNTO:
- BOLETA DE PAGO
 - CARTA DE COMPROMISO

NOMBRE: Mg. Milton Edwin Morales Aquino
ASESOR

NOMBRE: Rossmery Diana Ponce Arredondo
ALUMNO

Nota: En caso de pérdida, robo y/o descompostura del equipo y material prestado, el usuario deberá reponerlo o gestionar los recursos para su reposición. No se recibirán solicitudes que no vengan firmadas por el tutor. Las solicitudes deberán ser entregadas al responsable con una semana de anticipación a la fecha de solicitud de préstamo del material.

cc
Archivo
Laboratorio de Química Ambiental de P.A de Ingeniería Ambiental

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



Informe de Análisis 2210226-II

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-2 C.A-0.5M1

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-0.5M1
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,4313 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-III

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-3 C.A-1.0 M1

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-1.0 M1
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	2,9041 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-IV

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA RUC: 10741393412

Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco

Contacto: Rosmery Ponce Diana Teléfono: ---

N° Muestra: 2210226-4 C.A-1.5 M1

Matriz: Agua de Proceso

Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 Fecha de Recepción: 17-11-2022 07:30

Departamento: Huánuco Provincia: Huánuco

Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco Punto de muestreo: C.A-1.5 M1

Dirección de muestreo: Laboratorio UDH Instrumento ambiental: ---

Proyecto: Adsorción de Plomo Muestreado por: El Cliente

Tipo de muestreo: --- Coordenadas: ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,1156 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.

LD: Limite de Detección.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio

Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612

Av. Carretera Central Km 9.3 Mz. "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de la Merced -Ate - Lima 03 - Perú - Teléfono: (511) 7191257 - www.hidrolab.com

RUC: 20512976795



Informe de Análisis 2210226-V

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-5 C.A-2.0 M1

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-2.0 M1
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,2176 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-VI

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-6 0-M2

Matriz: Agua de Proceso

Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** 0-M2
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	52,716 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.

LD: Limite de Detección.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio

Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-VII

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA	RUC: 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco	
Contacto: Rosmery Ponce Diana	Teléfono: ---

N° Muestra: 2210226-7 C.A-0.5M2

Matriz: Agua de Proceso	Fecha de Recepción: 17-11-2022 07:30
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00	Provincia: Huánuco
Departamento: Huánuco	Punto de muestreo: C.A-0.5M2
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco	Instrumento ambiental: ---
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH	Muestreado por: El Cliente
Proyecto: Adsorción de Plomo	Coordenadas: ---
Tipo de muestreo: ---	

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,5075 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-VIII

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA	RUC: 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco	
Contacto: Rosmery Ponce Diana	Teléfono: ---

N° Muestra: 2210226-8 C.A-1.0 M2

Matriz: Agua de Proceso	
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00	Fecha de Recepción: 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco	Provincia: Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco	Punto de muestreo: C.A-1.0 M2
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH	Instrumento ambiental: ---
Proyecto: Adsorción de Plomo	Muestreado por: El Cliente
Tipo de muestreo: ---	Coordenadas: ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	2,9374 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.

LD: Limite de Detección.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio

Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-IX

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-9 C.A-1.5 M2

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-1.5 M2
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,2570 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-X

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-10 C.A-2.0 M2

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-2.0 M2
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,3996 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-XI

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-11 0-M3

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** 0-M3
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	53,296 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-XII

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-12 C.A-0.5M3

Matriz: Agua de Proceso

Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-0.5M3
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,5669 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.

LD: Limite de Detección.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio

Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-XIII

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA RUC: 10741393412

Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco

Contacto: Rosmery Ponce Diana Teléfono: ---

N° Muestra: 2210226-13 C.A-1.0 M3

Matriz: Agua de Proceso

Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 Fecha de Recepción: 17-11-2022 07:30

Departamento: Huánuco Provincia: Huánuco

Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco Punto de muestreo: C.A-1.0 M3

Dirección de muestreo: Laboratorio UDH Instrumento ambiental: ---

Proyecto: Adsorción de Plomo Muestreado por: El Cliente

Tipo de muestreo: --- Coordenadas: ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	2,9451 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.

LD: Limite de Detección.

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.

Resultados válidos únicamente para la muestra analizada

Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio

Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612

Av. Carretera Central Km 9.3 Mz. "A" Lt. 6 Asoc. Nuestra Sra. de la Merced -Ate - Lima 03 - Perú - Teléfono: (511) 7191257 - www.hidrolab.com

RUC: 20512976795



Informe de Análisis 2210226-XIV

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA **RUC:** 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana **Teléfono:** ---

N° Muestra: 2210226-14 C.A-1.5 M3

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 **Fecha de Recepción:** 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco **Provincia:** Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco **Punto de muestreo:** C.A-1.5 M3
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH **Instrumento ambiental:** ---
Proyecto: Adsorción de Plomo **Muestreado por:** El Cliente
Tipo de muestreo: --- **Coordenadas:** ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,2004 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefe de Laboratorio
CIP N° 209612



Informe de Análisis 2210226-XV

Cotización: 2210024

(FAP-009-01)

Fecha Emisión Informe: 01-12-2022 16:00

Identificación del Cliente

Cliente: PONCE ARREDONDO ROSSMERY DIANA RUC: 10741393412
Dirección: Jr. Los Naranjos Nro. 248, Huánuco - Huánuco - Huánuco
Contacto: Rosmery Ponce Diana Teléfono: ---

Nº Muestra: 2210226-15 C.A-2.0 M3

Matriz: Agua de Proceso
Término de muestreo: 16-11-2022 20:00 Fecha de Recepción: 17-11-2022 07:30
Departamento: Huánuco Provincia: Huánuco
Lugar de muestreo: La Esperanza - Huánuco Punto de muestreo: C.A-2.0 M3
Dirección de muestreo: Laboratorio UDH Instrumento ambiental: ---
Proyecto: Adsorción de Plomo Muestreado por: El Cliente
Tipo de muestreo: --- Coordenadas: ---

Resultados Analíticos

Parámetro	Resultado	LD	Referencia	Fecha de Análisis
Plomo Total (Pb)	3,3338 mg Pb/L	< 0,01 mg Pb/L	SM 3030 E y 3111 B	01-12-2022

Notas

NA: No se aplica.
LD: Limite de Detección.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd. Edition 2017.
Resultados válidos únicamente para la muestra analizada
Prohibida toda reproducción parcial o total de este informe sin autorización del laboratorio
Hidrolab es un laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de acreditación INACAL-DA con registro N°LE-077 ; de acuerdo a NTP-ISO 17025:2017


Raquel Rosales Torres
Jefa de Laboratorio
CIP N° 209612

ANEXO 10

REGISTRO DE CADENA CUSTODIA DE LAS MUESTRAS

REGISTRO DE CADENA CUSTODIA

CONTENIDO: CINCO MUESTRAS PARA ANÁLISIS DE PLOMO										
Muestra N°	Lugar de muestreo	Fecha	Hora	Tipo de frasco	Volumen	Preservación	Parámetro a ser medido			Observaciones
							DBO	SST	AYG PLOMO	
0-M1	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-0.5 M1	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.0 M1	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.5 M1	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-2.0 M1	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
0-M2	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-0.5 M2	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.0 M2	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.5 M2	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-2.0 M2	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
0-M3	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-0.5 M3	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.0 M3	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-1.5 M3	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
C.A.-2.0 M3	Laboratorio UDH	16/11/2022	8:00 pm	Plástico	500 ml	-	NO	NO	SI	Frasco rotulado y sellado sin abrir
Operador del muestreo										
Nombre y apellido: Rossmery Diana Ponce Arredondo										
Correo: rdianaponcea@gmail.com										
Dirección: Jr. Los Naranjos N° 248 - Huánuco										
DNI: 74139341										
Celular: 993441060										
Recepción en laboratorio										
Nombre y apellido: Miguel Eusebio Dueñas Dueñas										
Dirección: Carretera central KI 9.3, Asc. Nuestra señora de la Merced Mz. "A" Lt 6 - Ale Vitarle										
DNI: 08871358										
Institución: Hidrolab Perú S.A.C										
Teléfono: 991525169										
Fecha y hora:										

RECIBIDO

Fecha: 17/11/2022 Hora: 09:12

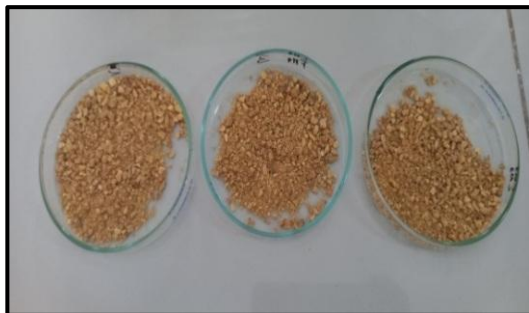
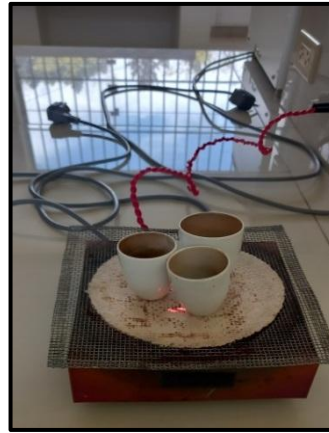
ANEXO 11

PANEL FOTOGRÁFICO

Acondicionamiento de la materia prima.



Análisis de la caracterización de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) en laboratorio de la Universidad Hermilio Valdizan.



Preparación de carbón activado.



Proceso de Adsorción de Plomo (Pb) con carbón activado en el laboratorio de la Universidad de Huánuco, bajo la supervisión del docente asesor.



ANEXO 12

MAPA DE LA PROVINCIA DE CHANCHAMAYO

