



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha-Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Reyes Melendez, Graciela Agripina (orcid.org/0000-0003-0232-8758)

Saldaña Polo, Robert Cristian (orcid.org/0000-0001-8923-9752)

**ASESOR:**

Dr. Jave Nakayo, Jorge Leonardo (orcid.org/0000-0003-3536-881X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Dedicamos de manera especial a la familia por ser los primeros en creer en nosotros y a las personas que estuvieron siempre presente en nuestra formación profesional dando su apoyo incondicional y depositando su confianza para salir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios por darnos salud, fortaleza y sabiduría, así como a nuestros docentes de la Universidad César Vallejo por brindarnos sus conocimientos en todos estos años de formación profesional, a nuestro asesor por guiarnos y motivarnos a culminar nuestra carrera de manera satisfactoria.

## DECLARATORIA DE AUTENCIDAD



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha-Lima 2023", cuyos autores son REYES MELENDEZ GRACIELA AGRIPINA, SALDAÑA POLO ROBERT CRISTIAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 23 de Agosto del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO <b>DNI:</b> 01066653 <b>ORCID:</b> 0000-0003-3536-881X	Firmado electrónicamente por: JJAVERN el 23-08-2023 22:12:49

Código documento Trilce: TRI - 0649945



## DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, REYES MELENDEZ GRACIELA AGRIPINA, SALDAÑA POLO ROBERT CRISTIAN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSARVALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de Saccharum officinarum y cáscaras de Citrus sinensis en aguas de la laguna Ticticocha-Lima 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
REYES MELENDEZ GRACIELA AGRIPINA <b>DNI:</b> 43642284 <b>ORCID:</b> 0000-0003-0232-8758	Firmado electrónicamente por: GREYESME el 02-09- 2023 09:19:41
SALDAÑA POLO ROBERT CRISTIAN <b>DNI:</b> 09436785 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8923-9752	Firmado electrónicamente por: RSALDANAP el 02-09- 2023 10:26:44

Código documento Trilce: INV - 1363532



## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD .....	v
Índice de tablas .....	viii
Índice de gráficos y figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2. Variables y operacionalización .....	16
3.3. Población, muestra y muestreo .....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos .....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	29
4.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos del filtro de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscaras de <i>Citrus sinensis</i> y condiciones del proceso operacional. ....	29
4.2 Parámetros fisicoquímicas y concentraciones iniciales de las aguas de la Laguna Ticticocha.....	30
4.3 Resultados de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia.....	30
4.6 Análisis inferencial .....	37
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS.....	47

ANEXOS.....55

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Composición de Bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> .....	11
<b>Tabla 2.</b>	Categoría 4 Conservación del ambiente acuático .....	15
<b>Tabla 3.</b>	Validación de instrumentos .....	18
<b>Tabla 4.</b>	Cálculo del Alpha de Cronbach .....	19
<b>Tabla 5.</b>	Criterio de Evaluación del Coeficiente de Alpha de Cronbach .....	19
<b>Tabla 6.</b>	Condiciones operacionales. ....	28
<b>Tabla 7.</b>	Parámetros fisicoquímicos del filtro.....	29
<b>Tabla 8.</b>	Parámetros fisicoquímicos y concentración de metales pre tratamiento.....	30
<b>Tabla 9.</b>	Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos post tratamiento. ....	30
<b>Tabla 10.</b>	Concentración total de metales pre y post tratamiento de las muestras.....	36
<b>Tabla 11.</b>	Tabla de remoción total de metales. ....	36
<b>Tabla 12.</b>	Prueba T- Student .....	37
<b>Tabla 13.</b>	Prueba ANOVA de un factor respecto de la remoción con dosis de 50 y 100 g.....	38
<b>Tabla 14.</b>	Prueba T-Student para diferencia de medias.....	39
<b>Tabla 15.</b>	Prueba T-Student.....	40

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1.	Estructura interna de la cáscara de <i>Citrus sinensis</i> .....	12
Figura 2.	Etapas del proceso de adsorbato.....	14
Figura 3.	Ubicación de la zona de estudio.....	17
Figura 4.	Diagrama de flujo del proceso de investigación. ....	20
Figura 5.	Recolección de residuos .....	21
Figura 6.	Proceso de limpieza de impureza de la cáscara de <i>Citrus sinensis</i> ...	21
Figura 7.	Molienda de la cáscara de <i>Citrus sinensis</i> .....	22
Figura 8.	Tamizado la molienda.....	23
Figura 9.	Mezcla de las proporciones del componente del filtro de la cáscara de <i>Citrus sinensis</i> y bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> .....	24
Figura 10.	Pesado de las dosis del filtro de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscara de <i>Citrus sinensis</i> con sus respectivas proporciones.....	24
Figura 11.	Llenado en sacos elaborados en tela filtrante .....	25
Figura 12.	Recolección de muestra de agua.....	26
Figura 13.	Unidad de análisis “blanco” de 1 litro. ....	26
Figura 14.	Evaluación de los parámetros <i>in situ</i> .....	27
Figura 15.	Distribución de las unidades de análisis.....	27
Figura 16.	Distribución de la muestra representativa .....	28
Figura 17.	Temperaturas pre y post tratamiento en condiciones de ambiente. ...	31
Figura 18.	El potencial de hidrógeno (pH).....	31
Figura 19.	Oxígeno disuelto .....	32
Figura 20.	Conductividad eléctrica .....	32
Figura 21.	Concentración de Cadmio.....	33
Figura 22.	Concentración de Cobre .....	34
Figura 23.	Concentración de Plomo .....	34
Figura 24.	Concentración de Zinc .....	35

## Resumen

La contaminación ambiental producto de la actividad humana, refleja el mayor impacto en los recursos hídricos, lo que se evidencia en los niveles de concentración de metales pesados en los cuerpos de agua afectados. Siendo así, el objetivo de la investigación fue determinar la eficiencia del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* para la remoción de metales en aguas de la laguna Ticticocha - Lima. Se elaboró un biofiltro utilizando diferentes dosis (50g y 100g) de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* buscando remover los metales como Cd (0,0008 mg/L), Cu (0,29 mg/L), Pb (0,0073 mg/L) y Zn (0,35 mg/L); cuya concentración se encontró en niveles de riesgo a la salud. La investigación permitió evaluar la eficiencia de remoción del filtro obteniendo un 91,95% y 92,84% con dosis de 50 g/L y 100 g/L de filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* respectivamente, a temperatura ambiente y durante 60 min. Finalmente, se concluye que la dosis de 100 g/L del filtro es favorable para la remoción de metales pesados como cadmio, cobre, plomo y zinc, y pueden ser aplicados como tratamientos de aguas contaminadas con dichos metales.

**Palabras clave:** Filtro, *Saccharum officinarum*, *Citrus sinensis*, remoción, metales pesados.

## **Abstract**

Environmental pollution resulting from human activity reflects the greatest impact on water resources, which is evident in the concentration levels of heavy metals in the affected water bodies. Thus, the objective of the research was to determine the efficiency of the *Saccharum officinarum* bagasse and *Citrus sinensis* peel filter for the removal of metals in the waters of the Ticticocha - Lima lagoon. A biofilter was made using different doses (50g and 100g) of *Saccharum officinarum* bagasse and *Citrus sinensis* peel seeking to remove metals such as Cd (0.0008 mg/L), Cu (0.29 mg/L), Pb (0.0073 mg/L) and Zn (0.35 mg/L); whose concentration was found at health risk levels. The research allowed us to evaluate the removal efficiency of the filter, obtaining 91.95% and 92.84% with doses of 50 g/L and 100 g/L of *Saccharum officinarum* bagasse filter and *Citrus sinensis* peel respectively, at room temperature. and for 60 min. Finally, it is concluded that the dose of 100 g/L of the filter is favorable for the removal of heavy metals such as cadmium, copper, lead and zinc, and can be applied as treatments for water contaminated with these metals.

**Keywords:** Filter, *Saccharum officinarum*, *Citrus sinensis*, removal, heavy metals.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de los recursos hídricos es transversal a todas las actividades de los seres humanos, demanda que va desde satisfacer las necesidades propias de nuestras funciones vitales, alimentos, producción de bienes y servicios, así como la continuidad y evolución de los ecosistemas que hoy son parte del planeta. La contaminación ambiental es un gran problema de carácter global que despierta la inquietud de la sociedad, con impactos en los recursos hídricos a los que se están afectando severamente, alterando la composición físico - química del agua (Porrás y Martínez, 2019). La contaminación del agua es muy preocupante, constituyendo una problemática de enfoque global, lo que busca ser atendido en la ODS 6, las estrategias se consideran; la gestión integral de los recursos hídricos, la necesaria restauración, mantenimiento de las capacidades ecológicas de las aguas continentales y la debida atención a la descarga de sustancias tóxicas. (Germann, et al.,2023).

En los países en desarrollo, los proyectos de remediación juegan un rol fundamental en el mantenimiento de la salud y calidad de vida en las comunidades, por eso, se implementan proyectos en las áreas con riesgos inminentes causados por intervención humana con la finalidad de reducir o eliminar los contaminantes peligrosos (O'BRIEN, et al.,2021). El Perú es reconocido por su gran potencial minero, según MINEM (2018) nuestro país lidera el ranking mundial ubicándose en el 4to puesto a nivel global.

La laguna Ticticocha, es uno de los humedales alto andinos del Perú, forma parte del lugar de concesión minera "Acumulación Ticlio" (Código: 010000614L) de Volcán Compañía Minera S.A.A., no se determinó si este humedal es empleado para el suministro de agua con redistribución industrial o doméstico paralelas a la actividad de esta compañía, lo que mostraría que sus aguas se derivarían de modo subsuperficial (Dextre,2017). Jara, et al. (2017) realizaron un estudio en dicho humedal con Myriophyllum quitense encontrándose valores de FBC (mg/Kg) para; cadmio (12820,4), cobre (2099,6), plomo (4439,5) y zinc (41.20), y en las aguas

concentraciones elevadas de metales pesados; cadmio (0.01 mg/L), cobre (0.33 mg/L), plomo (0.5 mg/L) y zinc (1.5 mg/L).

Dada la problemática, se planteó como problema general: ¿Cuál es la eficiencia de remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023?, como problemas específicos: ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*? y ¿Cuál es la dosis apropiada (50 y 100 g) del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*?

El trabajo de investigación se justificó en los siguientes criterios; teórico, ya que mediante la utilización del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*, se buscó remover los metales pesados como el cobre, plomo, cadmio y zinc de las aguas en la laguna Ticticocha con un tratamiento eco ambiental, otros métodos involucran recursos que alteran la composición química y física del agua. Práctico, por el bajo coste económico en comparación de los métodos mecanizados, la investigación plantea la alternativa de aprovechar materiales accesibles, ya que se trata de subproductos. Social, se busca concientizar sobre la necesidad de mantener la salud de los cuerpos de agua, libres de la contaminación que representan los metales, generados a partir de las actividades mineras, muchas de ellas en cabecera de cuenca.

Objetivo general: Determinar la eficiencia de remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023. Y como objetivos específicos: Evaluar las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* y Determinar la dosis apropiada (50 y 100 g) del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*.

Como hipótesis general planteada es: El filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* favoreció la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023 y como Hipótesis específicos: Las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* fueron adecuadas para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023 y La dosis de 100 g/L del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* es la adecuada para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023 .

## II. MARCO TEÓRICO

Las actividades humanas e industriales producen y descargan desechos que contienen metales pesados en los recursos hídricos, lo que hace inaccesibles y amenazan la salud tanto humana como la del ecosistema (Kanamariapudi, et al.,2018). El incorrecto manejo ambiental de residuos originados por la minería produce impactos perjudiciales en el ambiente, con riesgos sobre la salud y las actividades socioeconómicas (Martínez, et al.,2021). La actividad minera impacta de modo muy significativo en los humedales. Al respecto Gutiérrez y Llerena (2019), señalan que las actividades mineras generan un alto impacto sobre los humedales, elevando la concentración de metales en un nivel superior a los estándares de calidad ambiental. Por otro lado, Salas, et al. (2020) determinaron que la contaminación del río Crucero-Puno, presentan gran cantidad de toxicidad en sus muestras de agua debido a la actividad minera, encontrándose cadmio, zinc y arsénico, los resultados mostraron que no es indicada para el consumo humano, siendo comprobado por valores de pH > 8,5.

La actividad minera trae consigo efectos contaminantes tóxicos como Pb, Co, Fe, Cu, Ni, Mn y Zn al respecto, Lin, et al. (2022) evaluaron el nivel de toxicidad de los metales en el río Mamut, utilizando diversas guías de calidad de sedimentos, índices de contaminación y riesgos ecotoxicológicos (riesgo ecológico e índice de riesgo), dando como resultado que las concentraciones elevadas de Ni, Cu y Fe en los sedimentos pueden estar relacionadas con la adsorción y precipitación en la fase acuosa.

A medida que la escasez de agua continúa creciendo, es importante indagar sobre materiales regionalmente abundantes y de bajo costo que se puedan emplear para la eliminación de metales pesados. García, et al. (2020) precisaron que con recursos hídricos limitados y proyecciones de escasez futura, es importante tratar y recuperar los suministros que han sido afectados por la contaminación de metales por procesos naturales y antropogénicos, existiendo interés en utilizar nuevos materiales orgánicos de bajo costo, como los desechos de agrícolas, que son más beneficiosas y disponibles para disminuir metales como Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn que se encuentran en aguas superficiales de Perú y otras regiones en desarrollo.

Al respecto, Pabón, et al. (2020) mencionaron que el uso de metales pesados es potencialmente peligroso para el organismo por sus niveles de toxicidad.

Los metales pesados son de origen natural, se transforman a través de procesos biogeoquímicos y se encuentran en un 80% en la primera capa del suelo, representando un riesgo para la salud de los cuerpos de agua. Al respecto, Tufail, et al. (2022) mencionaron que los metales pesados y los contaminantes orgánicos están causando efectos perjudiciales en el medio ambiente, las filtraciones a través de desechos industriales no tratados van destruyendo los cultivos y las tierras. La evaluación del riesgo ecológico de los sedimentos contaminados es un componente en la gestión del agua, al respecto Ban, et al. (2022) evaluaron los riesgos ecológicos de los sedimentos contaminados, comparando el rendimiento de tres índices ampliamente utilizados; de carga de contaminación, de riesgo ecológico potencial y la concentración de efecto probable medio, asimismo un análisis de las características de permutación revelaría que Cr, Pb, Zn, y Cu son principales contribuyentes a la toxicidad.

Uno de los metales que es liberado al medio ambiente es el cadmio (Cd) de forma natural o antropogénica, siendo altamente tóxicas al contaminar el suelo, agua y los alimentos, la resistencia de su larga duración en el agua y suelo trae como resultados la acumulación y absorción de las plantas, siendo un grave problema global amenazando la cadena alimentaria, (Shaari, et al., 2022). Por lo tanto, Calderón, et al. (2022) mencionaron que el plomo (Pb), es un metal pesado de fácil disponibilidad, siendo usado en la industria para la fabricación de productos, su exposición actualmente es uno de los problemas más notables en una escala mundial para la salud pública, causando muerte cada año por toxicidad. Ante ello, Natasha, et al. (2022) indican que el zinc (Zn), tiene un papel importante en la bioquímica y fisiología de las plantas debido a su esencialidad y toxicidad en los seres vivos, al ser un cofactor vital de enzimas, participando en el proceso metabólico de las plantas, alterando los procesos biológicos y fisicoquímicos.

El cobre (Cu) es fundamental para el ser humano, pero en gran cantidad puede causar daño en la célula humana generando enfermedades, este metal se encuentra en el ambiente, sobre todo en el agua, Phromsiri, et al. (2022)

mencionaron la importancia del Cu para el organismo y de las complicaciones que genera el exceso en la célula, lo que se evidencia en múltiples enfermedades. El estudio del Cu radica en su identificación como contaminante en los cuerpos de agua.

El método de biosorbente mediante la cáscara de melón presentó capacidad para la biosorción de (Pb, Cu y Cd ) como solución acuosa de bajo costo y mejor eficiencia, corroborados por Ahmadi, et al. (2022) utilizaron pruebas con piel de melón, demostraron la compatibilidad del material para el procedimiento de biosorción, colocando el modelo de Langmuir ya que demostró ser el más eficaz para describir la adsorción de (Cu 77,76 (mg/g), Cd 76,16 (mg/g) y Pb 191,93 (mg/g)), con  $q_{max}$ (mg/g) respectivamente, también obtuvieron pH entre 6 y 7 para los tres metales con una dosis de 1,5 g/L, utilizaron eluyentes de HCL, 0,3 M siendo efectivo para la regeneración de iones metálicos de adsorbentes, concluyeron que el biosorbente es rentable y con alta eficacia. También se han considerado el uso de biosorbente de residuos de poda urbana después de un proceso de activación térmica permite eliminar el ion del Zinc, como es el caso de Sia, et al (2022) que aplicaron el modelo de isoterma de Langmuir , con concentración inicial de zinc de 10 mg/L , obteniendo adsorción de zinc sobre biosorbente de residuos de poda urbana fue de 18.382 mg g<sup>-1</sup>a 30°C, en 360 min, pH 5.0 con un resultado de remoción máxima alcanzada de 99.4%, ante ello, Ligarda., et al (2022) evaluaron los biosorbentes de la maleza Rumex acetosella para con un tratamiento mixto de 250 µm presentando mayores porcentajes de remoción de 96.14% de plomo, 36.30% de zinc, 34.10% de cadmio y 32,50% de arsénico con un tiempo de contacto de 2 horas y un pH óptimo de 5,0, también observaron una pérdida de masa de celulosa del 59% a 328 °C, los modelos de Langmuir y se ajustaba mejor a los datos de adsorción.

El método de biosorción de la cáscara del mangostán demuestra que es un buen desecho agrícola para la remoción de metales, corroborado por, Chua, et al. (2018) que investigaron la capacidad de dicha cáscara, para ello se encargaron de lavar, secar , cortar y moler hasta convertirlo en polvo, enjuagando con ácido nítrico 0,1 mol, realizaron filtrado y neutralizaron por lavado con agua destilada, llevaron a cabo un estudio de adsorción por lotes y así determinaron el pH para la eliminación

del zinc dando como pH óptimo 5,5 para una remoción de zinc con 91.5% de promedio.

El método del uso de biofertilizante *Azospirillum* presentó gran capacidad de reducir los metales peligrosos sin perturbar el crecimiento de la planta, corroborado por Kulkarni, et al. (2022) que mostraron una excelente remoción de metales pesados como cobre (Cu) 94% y cromo (Cr) 70% usando biofertilizante *Azospirillum* para ello dependía de la separación de la interacción entre el sorbente y el sorbato, llevando a cabo la optimización de parámetros como dosis de adsorbente, temperatura, pH, tiempo y velocidad de agitación, para ambos metales que dieron como resultados cobre 35,71 mg/g y cromo 5,58 mg/g. En su aporte investigativo, Yelatontsev (2022) propuso un método ecológico a través de un procesamiento de cáscaras de nuez *Juglans Regia L.* y semillas de albaricoque *Prunus Armeniaca L.*, asegurando la utilización completa de la producción de biosorbente y fertilizante líquido multicomponentes, ya que, el biosorbente obtenido tiene una capacidad para iones de metales pesados de hasta 270 mg/g y uranio 196 mg/g, y es capaz de eliminar numerosos cationes metálicos, pudiendo usarse en tecnologías de purificación de agua. Ante ello, Kamarudzaman, et al. (2021) determinaron la eficiencia de la biosorción mediante el proceso de compost de champiñones utilizado para remover el cobre (II) y el hierro (II) de las aguas residuales sintéticas, para ello, se llevaron varios estudios con diferentes parámetros operativos, como la concentración inicial de metales pesados (10 - 100 mg/L), la dosis de biosorbente (1,0 - 5,0 g), tiempo de contacto (1 - 30 minutos) y pH (pH 4 - 8). Dando como resultado que el más alto rendimiento de biosorción para cobre (II) y hierro (II) se encontró 10 mg/L de concentración inicial, dosis de biosorbente de 5,0 g de compost de champiñones usado, tiempo de contacto de 10 minutos y un pH 6 sin ajustar, adaptándose al modelo de isoterma de Langmuir para cobre (II) y hierro (II), concluyendo que el compost de champiñones gastado tiene un potencial de un biosorbente eficaz para remover el cobre (II) y el hierro(II) de las aguas residuales sintéticas.

En síntesis, existen amplios estudios sobre la posibilidad de usar mecanismos eco amigables para el tratamiento de aguas. Sarker, et al. (2017) mencionaron que la utilización de tecnologías respetuosas es crucial para el medio ambiente, por ello,

la utilización de biomasa muerta, se puede lograr utilizando varios residuos agroindustriales de bajo costo, siendo sustitutos convenientes de las tecnologías existentes para eliminar contaminantes en soluciones acuosas, implementando un biosorbente natural como el bagazo de caña, siendo eficaz para eliminar contaminantes, considerando los procesos de modificación del bagazo, los agentes modificadores y el efecto de las variables experimentales; tiempo de contacto, dosis de biosorbente, pH, concentración inicial de iones contaminantes, temperatura de la solución, tamaño de partícula del material adsorbente y el potencial de adsorción. Salazar (2017) mencionó el proceso de adsorción de Cd (II) y Pb (II) con el residuo de *Phaseolus vulgaris* L. (frejol); hojas, tallos y vainas, demostraría la eficiencia de biosorción para estos iones metálicos. obteniendo el porcentaje más alto de biosorción fue Cd (II) 87.70 y Pb (II) 95.58 %, siendo utilizado para el proceso de aguas residuales o efluentes industriales.

Yelatontsev (2022) propuso un método ecológico a través de un procesamiento de cáscaras de nuez *Juglans Regia* L. y semillas de albaricoque *Prunus Armeniaca* L., asegurando la utilización completa de la producción de biosorbente y fertilizante líquido multicomponentes, ya que, el biosorbente obtenido tiene una capacidad para iones de metales pesados de hasta 270 mg/g y uranio – 196 mg/g y es capaz de eliminar numerosos cationes metálicos, pudiendo usarse en tecnologías de purificación de agua. Otros estudios consideran el uso de biosorbente de residuos de poda urbana después de un proceso de activación térmica permite eliminar el ion del Zinc, como es el caso de Sia, et al (2022) que aplicaron el modelo de isoterma de Langmuir , con concentración inicial de zinc de 10 mg/L , obteniendo adsorción de zinc sobre biosorbente de residuos de poda urbana fue de 18.382 mg g<sup>-1</sup>a 30°C, en 360 min, pH 5.0 con un resultado de remoción máxima alcanzada de 99.4%, ante ello, Ligarda., et al (2022) evaluaron los biosorbentes de la maleza *Rumex acetosella* para con un tratamiento mixto de 250 µm presentando mayores porcentajes de remoción de 96.14% de plomo, 36.30% de zinc, 34.10% de cadmio y 32,50% de arsénico con un tiempo de contacto de 2 horas y un pH óptimo de 5,0, también observaron una pérdida de masa de celulosa del 59% a 328 °C, los modelos de Langmuir y se ajustaba mejor a los datos de adsorción.

El método del uso de biofertilizante *Azospirillum* presentó gran capacidad de reducir los metales peligrosos sin perturbar el crecimiento de la planta, corroborado por Kulkarni, et al. (2022) que mostraron una excelente remoción de metales pesados como cobre (Cu) 94% y cromo (Cr) 70% usando biofertilizante *Azospirillum* para ello dependía de la separación de la interacción entre el sorbente y el sorbato, llevando a cabo la optimización de parámetros como dosis de adsorbente, temperatura, pH, tiempo y velocidad de agitación, ajustándose mejor el modelo de la isoterma de Langmuir y pseudo segundo orden, para ambos metales que dieron como resultados cobre 35,71 mg/g y cromo 5,58 mg/g.

Trujillo, et al. (2021) realizaron la caracterización morfológica y fisicoquímica del meollo del bagazo de caña como adsorbente en la eliminación de plomo en soluciones acuosas, estableciendo condiciones experimentales para la biosorción, presentando propiedades que mejoran la adsorción de cationes metálicos, asimismo las condiciones óptimas para la adsorción de Pb (II) fueron: dosis de adsorbente 3 g/L, T 30 °C, pH 5, tiempo de contacto 45 min. En estas situaciones se alcanzó una capacidad de adsorción de 22,39 mg/g, Por su parte Bharti, et al. (2018) y Kulkarni, et al. (2019) aprovecharon residuos agrícolas de bagazo de caña, para llevar a cabo un estudio del potencial de eliminación de plomo(Pb<sup>2+</sup>), evaluando la cinética y el mecanismo de adsorción, incluyendo varios parámetros (tiempo de contacto, dosis y pH), 60 min, pH =5.0 y la masa de biosorbente 3.0 g, obteniendo un porcentaje de biosorción de 89.58% utilizando el modelo Langmuir ya que los datos de equilibrio de adsorción se ajustan mejor al modelo.

El método de uso de biosorbente de bagazo de caña de azúcar, semillas de *Moringa oleífera* Lam y okara son favorables para la adsorción de iones de cobre de la cachaza de alambique, siendo corroborado por Honorato, et al. (2022) que indican que el bagazo de caña tratado térmicamente elimina el 100% mientras los otros adsorbentes tuvieron una eliminación cercana al 50% de remoción de cobre en la muestra de cachaza de alambique, utilizaron el modelo de Langmuir ajustándose mejor para los datos experimentales indicando adsorción monocapa, midiendo un tiempo de equilibrio de 15 horas, obteniendo como resultado de remoción de Cu de 17, 0.77, 5.33 mg/g con bagazo de *Saccharum officinarum*, semillas de *M.oleífera* y okara respectivamente.

Ajala, et al. (2022) desarrollaron el bagazo de caña de azúcar (SCB) en biosorbentes por base, ácido base y ácido, implementando los biosorbentes para remediar las aguas residuales farmacéuticas encontrando una concentración de iones de Zn (II) de 10,41 mg/l, con un recuento total de coliformes (TCC) de  $6 \times 10^2$  CFU/ml y recuento total de bacterias (TBC) de  $1,3 \times 10^3$  CFU/ml, los biosorbentes desarrollados son caracterizado mostrando picos de grupos carboxílicos presentes en la lignina y hemicelulosa, tiempo de contacto fue 120 min, T° 40 °C con una dosis de 0,5 g, mostrando una eliminación óptima del 99% y una capacidad antimicrobiana del 100 % de eliminación tanto para TBC como para TCC, recomendando la quimisorción. Por lo tanto, la modificación química de SCB es un absorbente eficaz con bajo costo para la remoción de Zn (II) y patógenos de soluciones acuosas.

Collantes (2019) determinó la biosorción de la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina Kuntze) y cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L) osbeck) como materiales biosorbentes de Pb mediante soluciones acuosas, diseñando un método continuo con columna de litera fijo, colocando 5 módulos respectivamente etiquetados, para el análisis en los que consideró la influencia de las concentraciones iniciales en los procesos y bajo condiciones en los que mantuvo los valores de factores como; pH 4,5, dosis de 60 g de biosorbente, tamaño de partículas de 0.630 mm a 0.400 mm , duración del proceso de 120 min y velocidad de flujo 5 ml/min, concluyo que la eficiencia de biosorción de plomo con vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) y la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L) osbeck) fueron superiores al 95% para la cáscara de naranja y 80% para la vaina de taya. Se destacó la posible industrialización de los materiales como biosorbentes para descontaminar aguas de metales pesados de una manera ambiental y de bajo costo. Al respecto, Giraldo, et al. (2022) demostraron que la piel de naranja (OP) sin ningún tratamiento para eliminar los iones azules de metileno (MB) y cadmio (Cd 2+) en sistemas monocomponentes las capacidades máximas de adsorción fueron de MB 0,7824 mg/g y Cd 2+ 0,2884 mg/g; en el sistema multicomponentes (Cd 2+y MB), ambos contaminantes compitieron por los espacios de adsorción en OP. Obtuvieron como resultado que la adsorción y la reutilización del adsorbente presento un buen rendimiento de regeneración, de bajo

costo, mostrándolo como un potencial adsorbente para procesos de tratamiento de aguas contaminadas.

Al respecto, Gutiérrez, et al. 2020, evaluaron la eficiencia de la cáscara de *Citrus sinensis* y vaina de *Phaseolus vulgaris* en la biosorción de arsénico, utilizando métodos de volumétricos, espectrofotometría y gravimétricos, teniendo una concentración inicial ( $C_i$ ) de As 7.058 mg/L, con biosorbente de 5,7 y 10, tiempo de contacto 120 a 180. Obtuvieron como resultado la cáscara de *Citrus sinensis* obtuvo 88.96% de remoción con una concentración final ( $C_f$ ) de As 0.779 mg/L, ambas con tiempo de contacto de 120 min, 80 rpm y 5 g y para la vaina de *Phaseolus vulgaris* de 85% de remoción con una concentración final ( $C_f$ ) de As 1.058 mg/L y, concluyeron que la cáscara de *Citrus sinensis* es eficiente para la biosorción de arsénico.

Como parte de los trabajos asociados en la investigación se muestran teorías y enfoques conceptuales relacionados a filtros de Bagazo con *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*.

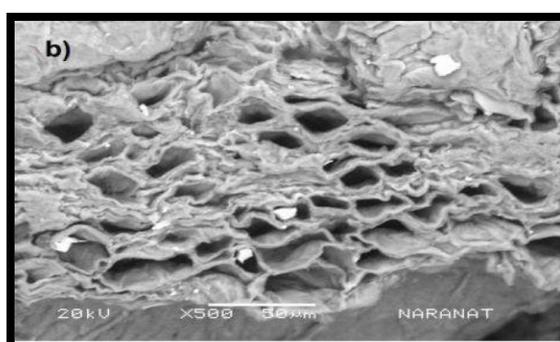
El bagazo de *Saccharum officinarum* es un subproducto de los procesos de molienda en los ingenios azucareros. (Ezeonuegbu, et al.,2021), mencionaron que es un residuo agrícola infrautilizado, que comparado con otros adsorbentes posee un alto contenido de humedad lo que favorece el desarrollo de microorganismos que degradan los contaminantes, asimismo determinaron la eficiencia del filtro, resaltando su aprovechamiento en la biosorción debido a su bajo costo y gran disponibilidad. Presenta la composición como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Composición de Bagazo de *Saccharum officinarum*

Composición	%
Celulosa	42
Hemicelulosa	25
Lignina	20

Fuente: Ezeonuegbu, et al. (2021)

Quiliche (2020) y Balladares (2018), mencionaron que la cáscara de *Citrus sinensis*, es una biomasa orgánica, es desechada después de extraer el jugo de la naranja, siendo de color anaranjado cuyo interior está compuesto por un albedo, que es una capa de tejidos blancos, celulósico y esponjoso, constituye el 20 al 60% en peso de la totalidad de la fruta, conteniendo del 75 y 85% de agua asimismo tiene aceites esenciales y polifenoles, se distribuye 44% de azúcares en frutos maduros, 33% celulosa y 20% en sustancias pectinas, que actúo como un biosorbente en la reducción de metales y en procesos agrícolas e industriales, en la Figura 1 se muestra, la estructura interna de la cáscara de *Citrus sinensis* que está formada por cavidades porosas.



Fuente: Quiliche (2020)

Figura 1. Estructura interna de la cáscara de *Citrus sinensis*, imagen microscópica electrónica por barrido.

Los filtros biológicos demuestran una eficiencia de 6 Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze)0 y 85% de Biosorción. Curipallo (2017) mencionó que la filtración biológica es un proceso donde los líquidos transitan a través de un medio orgánico, sirviendo como fuente de

nutrientes para el incremento de microorganismos que se alojan en biopelículas alrededor del material, permitiendo así la remoción de los contaminantes, este tipo de tratamiento presenta costos bajos y en su operación como mantenimiento dependerá de sus características del efluente y carga hidráulica. La eficiencia de remoción, se expresa mediante la fórmula para determinar la eficiencia de remoción de metales.

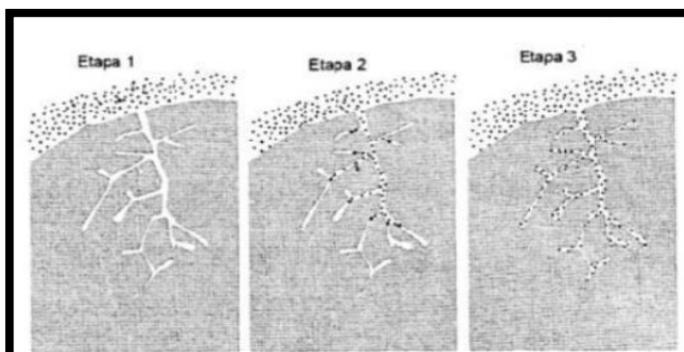
$$\% \text{ Remoción del metal} = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

C<sub>i</sub>: Concentración inicial    C<sub>f</sub>: Concentración final

La importancia del uso de materiales ecológicos y de bajo coste económico es determinante en las investigaciones, en las que se han evaluado los factores que influyen en los procesos de remoción de metales, como; la temperatura, el pH, tiempo e incluso la concentración inicial del contaminante. Dehghani, et al. (2023) mencionan, que la temperatura es fundamental en el sistema de sorción siendo un fenómeno en los sistemas reales de tratamiento de agua. Otros estudios indican que el pH influye tanto en la eficiencia de los sistemas de remoción de metales, como en el tiempo de la aplicación de los procesos. Cao, et al. (2017) señalan que, en su investigación sobre lavado de metales en suelos, la remoción de estos se reducía cuando el pH aumentaba, también se incrementaba el tiempo de remoción. Al respecto, Khalil, et al. (2022) mencionaron que mediante el uso de la variación de pH resultante de la protonación/desprotonación, se consigue en el adsorbente; carga superficial negativa cuando el pH disminuye y carga superficial positiva cuando el pH aumenta

Mecanismos de Bioadsorción se relaciona con una dinámica de la característica del metal, dividiéndose en diferente secuencia de adsorción; existiendo distintos contaminantes (adsorbato) aglomerados, conociéndose una adhesión de un metal a la masa adsorbente en un intercambio iónico, dándose al inicio por fuerzas Van de Waals o por unión covalente entre el adsorbente y el adsorbato. (Carhuaz y zela, 2019).

En la etapa 1, se rompe la resistencia de la capa fina que se acumula en el entorno próximo del adsorbato. En la etapa 2 se difunde internamente el adsorbato, trasladándose por medio de la pared porosa del adsorbente. Finalmente, en la etapa 3 se da la adherencia del adsorbato a la superficie del adsorbente.



Fuente: Carhuaz y Zela (2019)

Figura 2. Etapas del proceso de adsorbato

En Perú, la Autoridad Nacional del Agua mediante la Ley 29338 – Ley de Recursos Hídricos, esta Ley regula la gestión de los recursos hídricos comprendiendo el agua continental, subterránea y superficial, teniendo como fin iniciar una gestión integrada, con el fin de cumplir la sostenibilidad de las cuencas, enfocándose en el reúso de las aguas tratadas, sin poner en peligro la flora, fauna y salud humana, asimismo, Mediante su Decreto Supremo N° 004-2017; Aprobando los estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo los máximos valores permitidos para los contaminantes, a través del instrumentos de gestión. Para ello se busca, que las industrias reúsen y tengan un control de sus aguas, con el fin de comenzar un desarrollo sostenible. (MINAM,2017).

**Tabla 2.** Categoría 4 Conservación del ambiente acuático

<b>Estándares de Calidad Ambiental del agua</b>			
<b>Parámetros</b>		<b>Unidad de medida</b>	<b>E1: Lagunas y Lagos</b>
<b>Fisicoquímicos</b>	Temperatura	°C	Δ3
	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
	Conductividad eléctrica	μS/cm	1000
	Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5
<b>Inorgánicos</b>	Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025
	Cobre	mg/L	0,1
	Plomo	mg/L	0,0025
	Zinc	mg/L	0,12

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El proyecto de investigación fue de enfoque cuantitativo y de tipo aplicativo, de acuerdo a Gallardo (2017), la investigación tipo aplicada es un mecanismo no sistemático, mediante estudios bibliográfico preliminar y conocimientos previos adquiridos con enfoque cuantitativo. Se realizó la toma, evaluación y análisis de datos buscando contestar las interrogantes de la investigación, así comprobar la hipótesis establecida.

Se utilizó el diseño de investigación experimental porque se comparó un pre y un post tratamiento, manipulando las variables permitiendo un mejor manejo de la metodología (Ramirez,2004). El proyecto fue de nivel explicativo, demostrando que el procedimiento propuesto fue eficiente con las dosis correctas.

#### 3.2. Variables y operacionalización

El presente proyecto experimental se evaluaron las variables independientes y dependientes.

**Variable Independiente:** Filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*.

**Variable dependiente:** Remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha.

La matriz de operacionalización se muestra en el Anexo 1.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

##### Población

El trabajo de investigación estuvo representado por las aguas de la laguna Ticticocha, que se encuentra localizada en la zona de Ticlio, a 132 km al noreste de la ciudad de Lima (Figura N° 3).

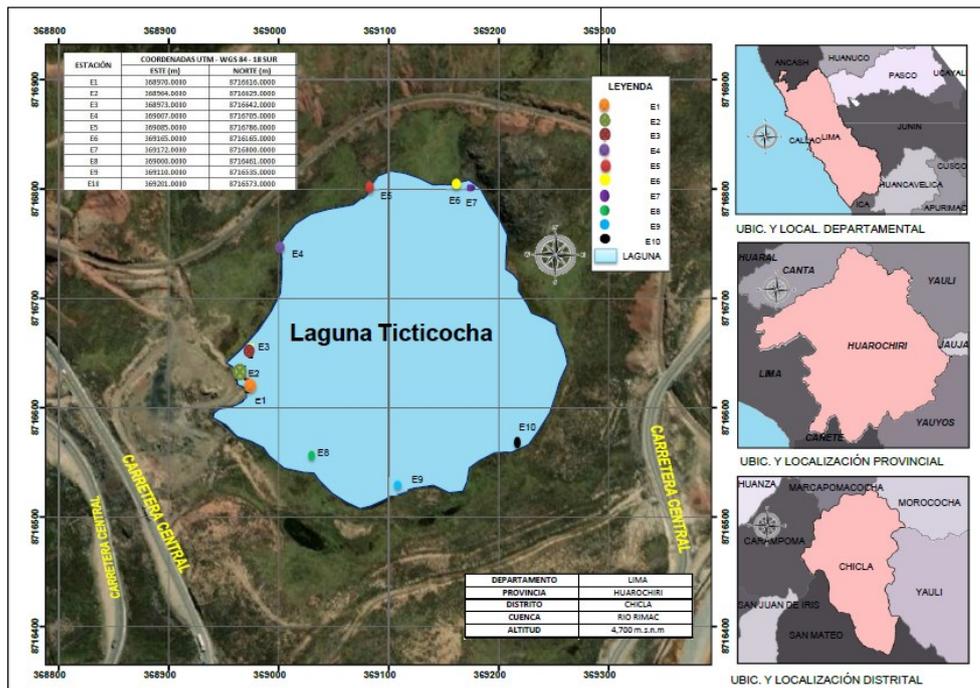
##### Muestra

Como muestra se recolectó 40 litros de agua, las que se homogenizaron por agitación. Para las 6 unidades muestrales se consideró 1 litro, con 3 repeticiones

para cada evento analizado, además se consideró una unidad muestral adicional como blanco, a partir de la cual se tomaron los datos de los parámetros en condiciones iniciales del agua.

## Muestreo

El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia. Las muestras se recolectaron considerando el análisis y criterio de los investigadores.



Fuente: Elaboración Propia (ArcGIS).

Figura 3. Ubicación de la zona de estudio

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de observación se fundamentó en la formulación de un registro sistemático, confiable y válido del estudio realizado, referente al comportamiento o conducta que se valoran en el momento de la investigación (Hernández, et.al. 2014). Se utilizó la técnica de la observación para evaluar la eficiencia del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* en la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha. La investigación se llevó de modo experimental, en tal sentido el recojo de información se condicionó a la manipulación de la variable independiente por parte de los investigadores.

Los Instrumentos empleados para la recolección de datos son los registros, según los objetivos mencionados en la investigación.

Registro 1: Análisis de parámetros fisicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* y condiciones de los procesos operacionales. (Anexo 2)

Registro 2: Evaluación de parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de las muestras en aguas de la laguna Ticticocha. (Anexo 3)

Registro 3: Control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia. (Anexo 4)

La obtención de validez de los instrumentos para la recolección de datos, se sustentó con la evaluación y juicio de expertos en el tema, los cuales evaluaron y dieron un valor de 88.33% de aprobación.

**Tabla 3.** Validación de instrumentos

N°	Experto	CIP	Valoración		
			Instrumento 1	Instrumento 2	Instrumento 3
1	Ing. Luís Fermín Holiguín Aranda	111611	90%	90%	90%
2	Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez	89972	90%	90%	90%
3	Ing. Gianmarco Jorge Mendoza Mogollón	200348	90%	90%	90%
Promedio de valoración			90%	90%	90%

La confiabilidad de los instrumentos se verificó mediante el cálculo del Alpha de Cronbach, se empleó el software IBM SPSS Statistics 21 y el programa Excel.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad \alpha = \left( \frac{10}{10-1} \right) \cdot \left( 1 - \frac{90}{833.333} \right) = 1$$

**Tabla 4.** Cálculo del Alpha de Cronbach

Experto	ITEM										$\Sigma$	K(n° de items)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	850	10
2	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	900	
3	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	900	
$\Sigma$	265	265	265	265	265	265	265	265	265	265	Varianza total $\Sigma Vt = 833,333$	$\alpha = 1$
VarP	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	8,833	88,33	

El valor para el Alpha de Cronbach ( $\alpha = 1$ ) corroboro que los instrumentos de recolección de información, cuentan con un excelente nivel de confiabilidad. Pérez (2014), sostiene que si el valor de  $\alpha > 0.9$ , según el criterio de evaluación del coeficiente de Cronbach, se valora como excelente.

**Tabla 5.** Criterio de Evaluación del Coeficiente de Alpha de Cronbach

<b>Coeficiente de alpha de Cronbach</b>	
<b>Excelente</b>	<b>&gt; 0,9</b>
<b>Bueno</b>	<b>0,9 &lt; &gt; 0,8</b>
<b>Aceptable</b>	<b>0,8 &lt; &gt; 0,7</b>
<b>Cuestionable</b>	<b>0,7 &lt; &gt; 0,6</b>
<b>pobre</b>	<b>0,6 &lt; &gt; 0,5</b>
<b>Inaceptable</b>	<b>0,5 &lt;</b>

Fuente: Pérez (2014).

### 3.5. Procedimientos

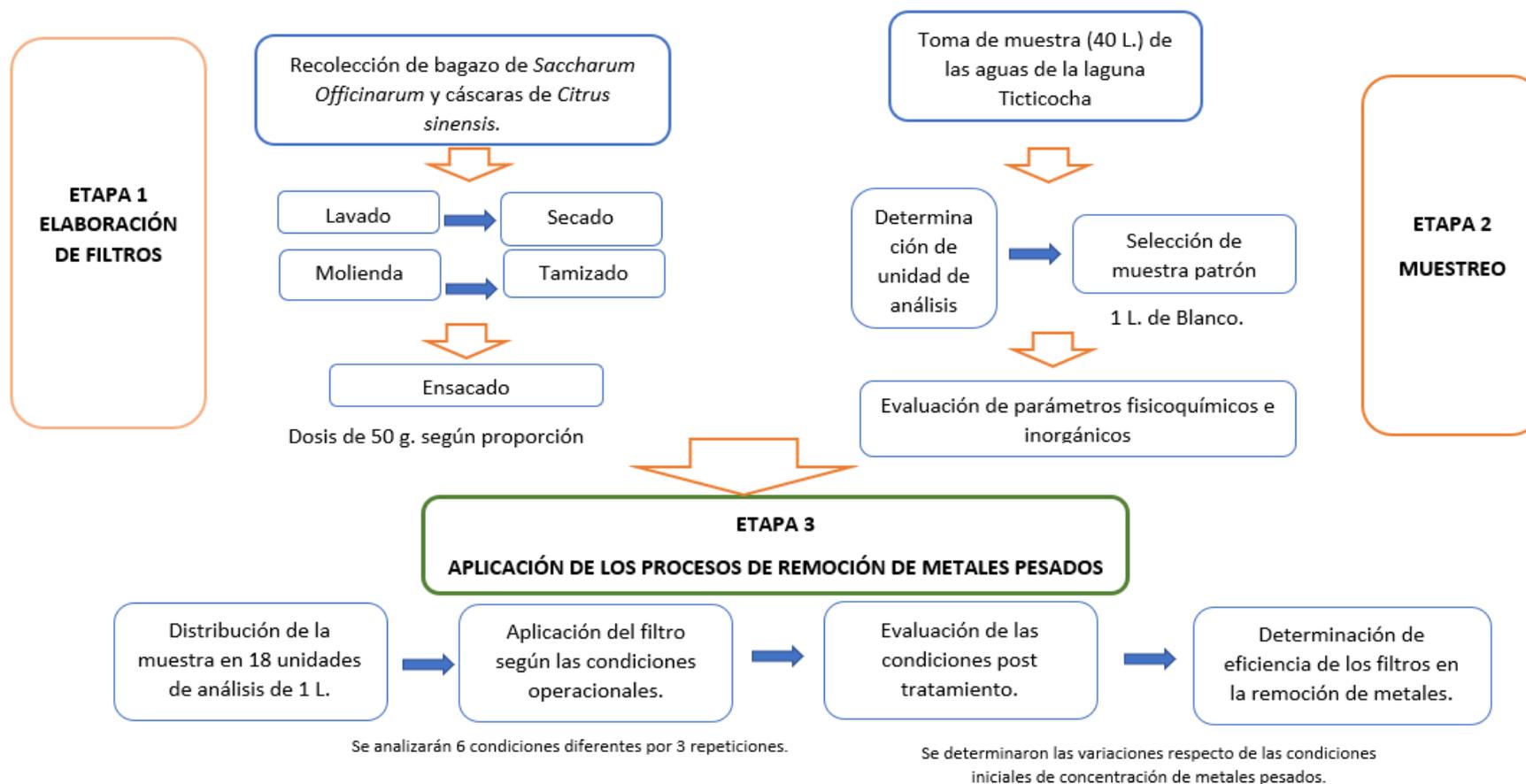


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de investigación.

### Etapa 1: Elaboración de filtros.

Se recolectó 30 kg de cáscara de *Citrus sinensis* a partir de los residuos provenientes de los puestos de venta de zumos (jugo de naranja). El bagazo de *Saccharum officinarum* se obtuvo de residuos de los procesos industriales de la producción de azúcar, a partir de 10 kg. Ver figura 5.

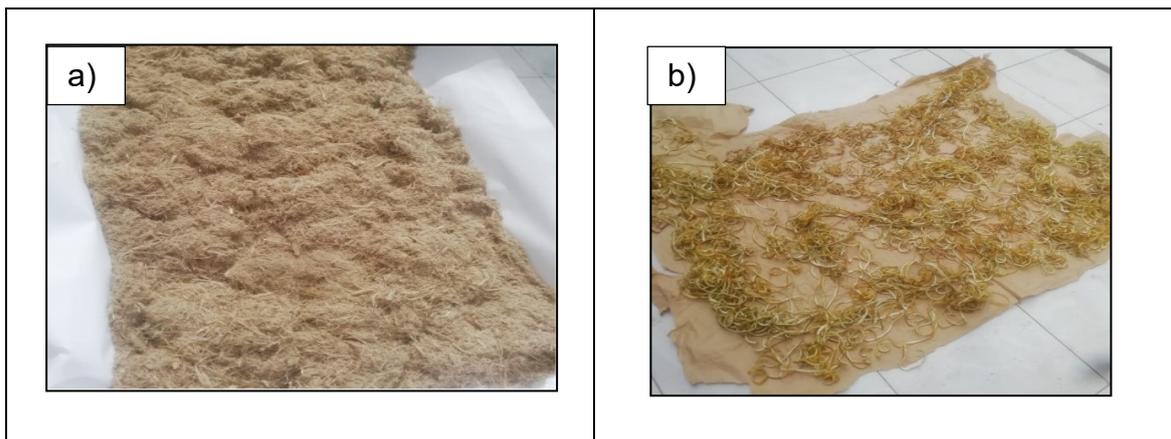


Figura 5. Recolección de residuos: a) Bagazo de *Saccharum officinarum* y b) Cáscaras de *Citrus sinensis*.

Se realizó el proceso de lavado de las cáscaras de *Citrus sinensis* con la finalidad de retirar material particulado residual (impurezas), para posteriormente realizar el secado de la muestra a temperatura ambiente por un periodo de 6 días. Ver figura 6.

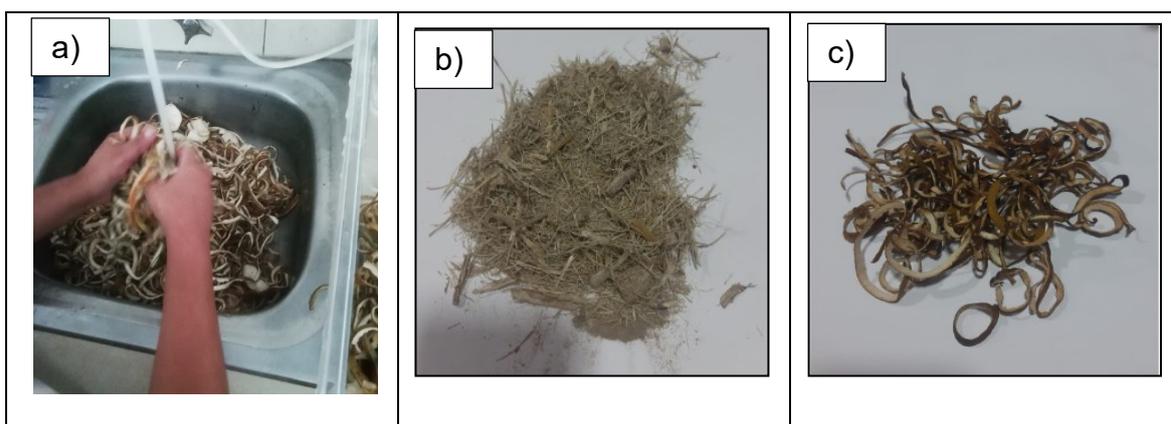


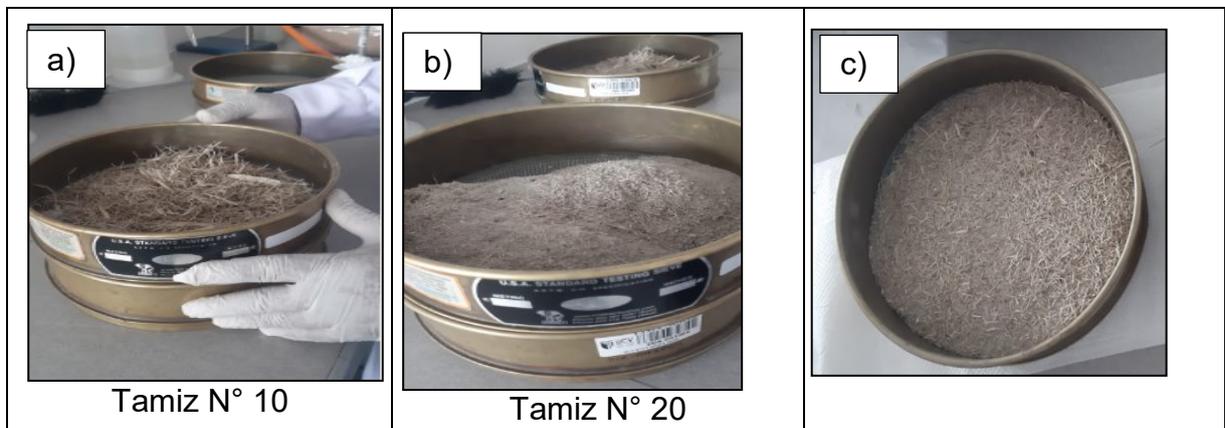
Figura 6. Proceso de limpieza de impureza de la cáscara de *Citrus sinensis*: a) Lavado de la cáscara de *Citrus sinensis*, b) Secado de bagazo de *Saccharum officinarum* y c) Secado de la cáscara de *Citrus sinensis*.

Seguidamente, se procedió a moler la cáscara de *Citrus sinensis* con un molino manual obteniendo partículas más pequeñas. Ver figura 7.



Figura 7. Molienda de la cáscara de *Citrus sinensis*

Terminada la molienda se procedió hacer el primer tamizado, utilizando el tamiz marca FORMEY N° 10 (2 mm) y el segundo tamizado, utilizando el tamiz marca FORMEY N° 20 (0,85 mm), con el fin de obtener una homogenización de partículas. Ver figura 8.



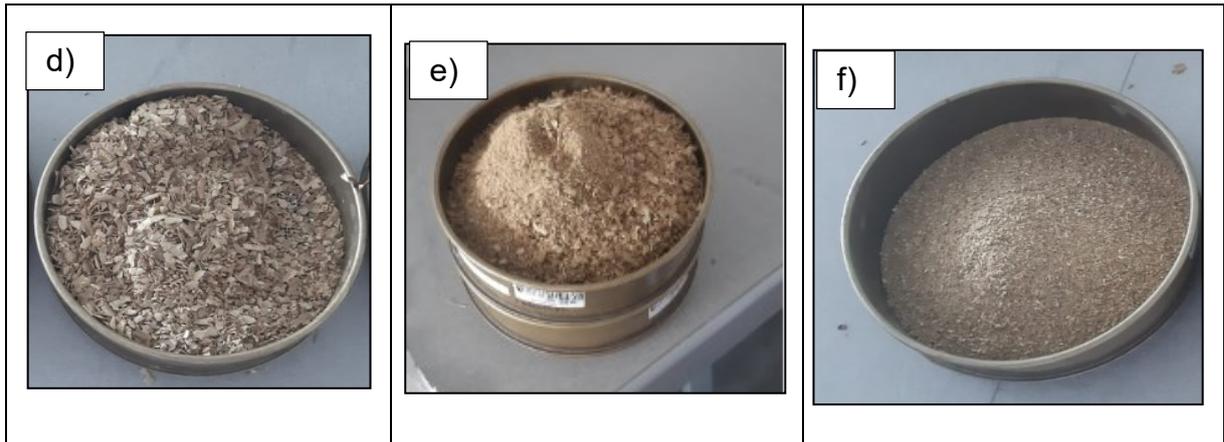


Figura 8. Tamizado la molienda: a) primer tamizando del bagazo de *Saccharum officinarum*, b) segundo tamizado del bagazo de *Saccharum officinarum* y c) homogenización de partículas del bagazo de *Saccharum officinarum*, d) primer tamizado de la cáscara de *Citrus sinensis*, e) segundo tamizado de la cáscara de *Citrus sinensis* y f) homogenización de partículas de la cáscara de *Citrus sinensis*.

Después se procedió a pesar la cáscara tamizada en una balanza digital marca sartorius modelo M-prove, con la finalidad de mezclar las proporciones consideradas en condiciones de proceso del componente del filtro. Ver figura 9.

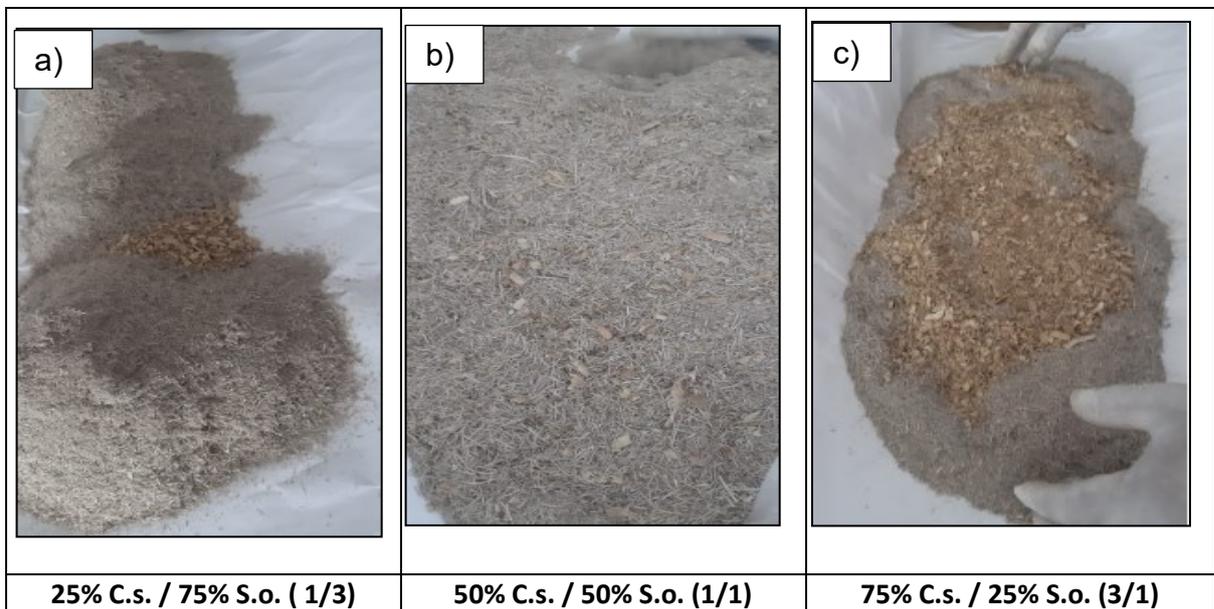


Figura 9. Mezcla de las proporciones del componente del filtro de la cáscara de *Citrus sinensis* y bagazo de *Saccharum officinarum*; a) 25% *Citrus sinensis*. / 75% *Saccharum officinarum* b) 50% *Citrus sinensis* / 50% *Saccharum officinarum* y c) 75% *Citrus sinensis* / 25% *Saccharum officinarum*. Se procedió con el pesaje de la dosis en unidades de 50g del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*. ver figura 10.

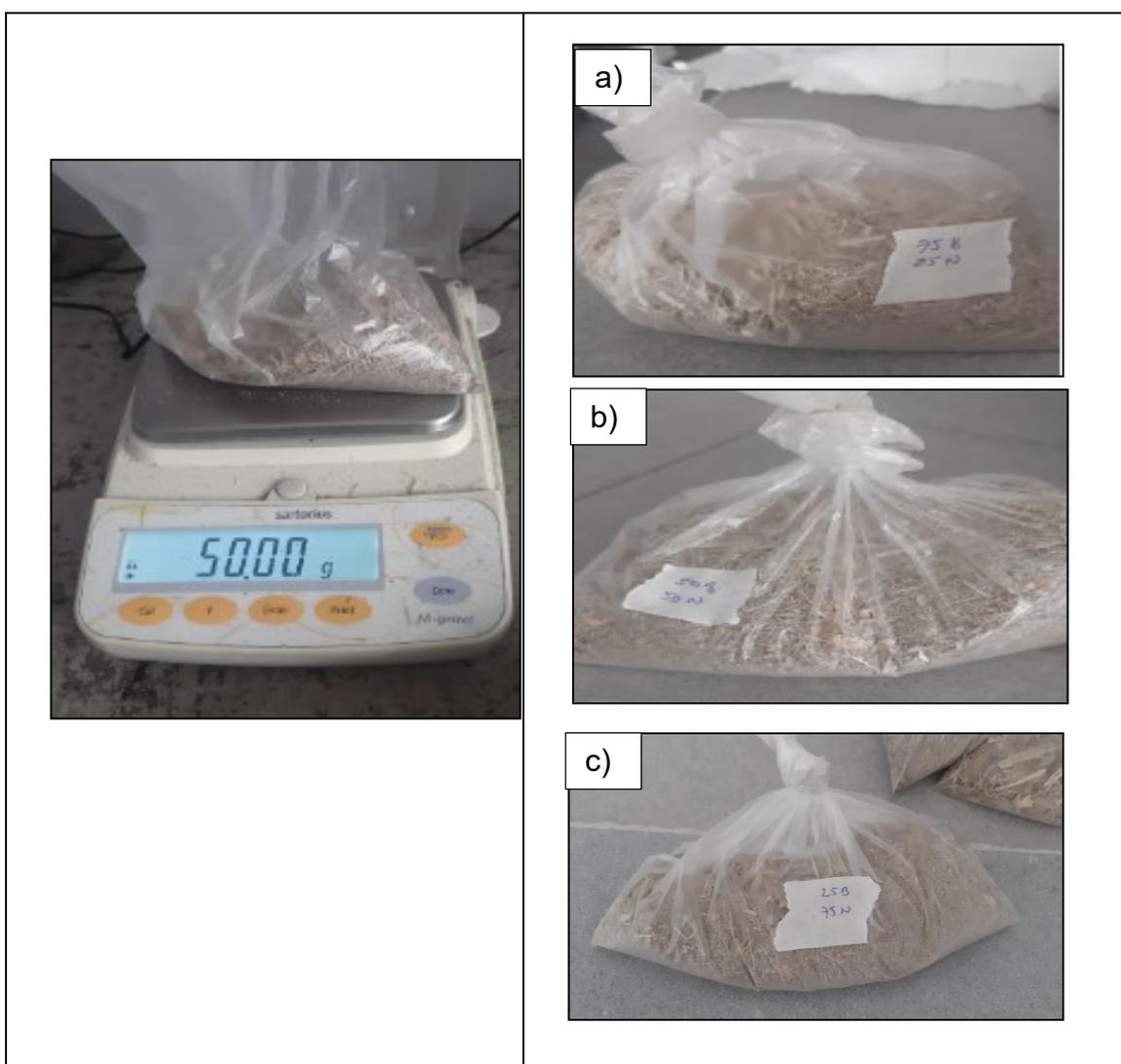


Figura 10. Pesado de las dosis del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* con sus respectivas proporciones, a) .50 g de 25% *Citrus sinensis*. / 75% *Saccharum officinarum* b) 50 g de 50%

Citrus sinensis / 50% Saccharum officinarum y c) 50 g de 75% Citrus sinensis / 25% Saccharum officinarum.

Finalizando, se vertieron en sacos elaborados a partir de tela filtrante (granza, porosidad menor a 0,85 mm) según las proporciones del componente del filtro. Ver figura 11.

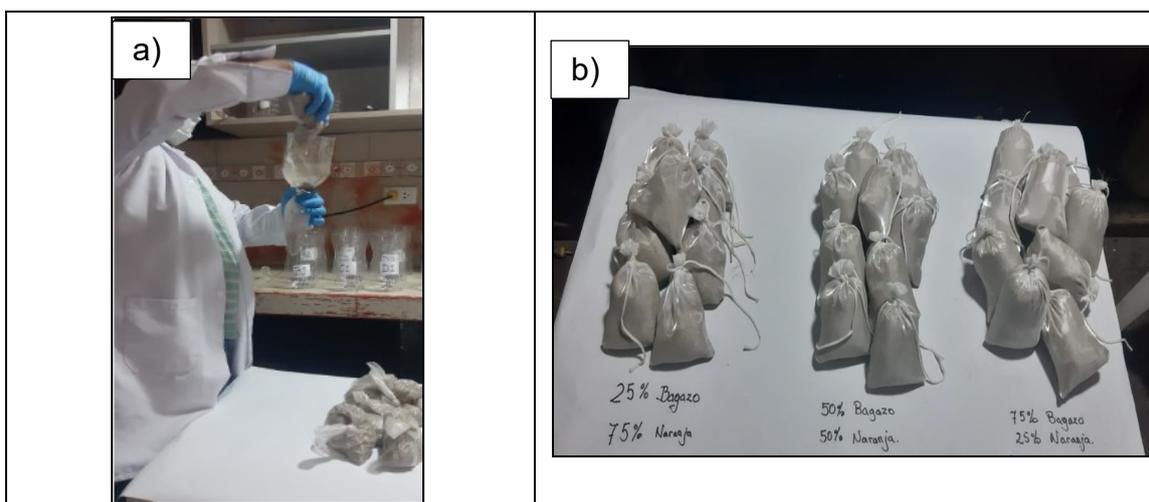


Figura 11. Llenado en sacos elaborados en tela filtrante: a) Sacos de 50 g de material filtrante en condiciones de proporción y b) material terminado con sus respectivas dosis.

Bagazo: Bagazo de *Saccharum officinarum*.

Naranja: Cáscara de *Citrus Sinensis*.

## Etapa 2: Muestreo.

Se recolectó 40 litros de las aguas, de diez diferentes puntos de la Laguna Ticticocha, recolectadas directamente y haciendo el llenado en un bidón, de acuerdo a lo establecido en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). Ver figura 12.

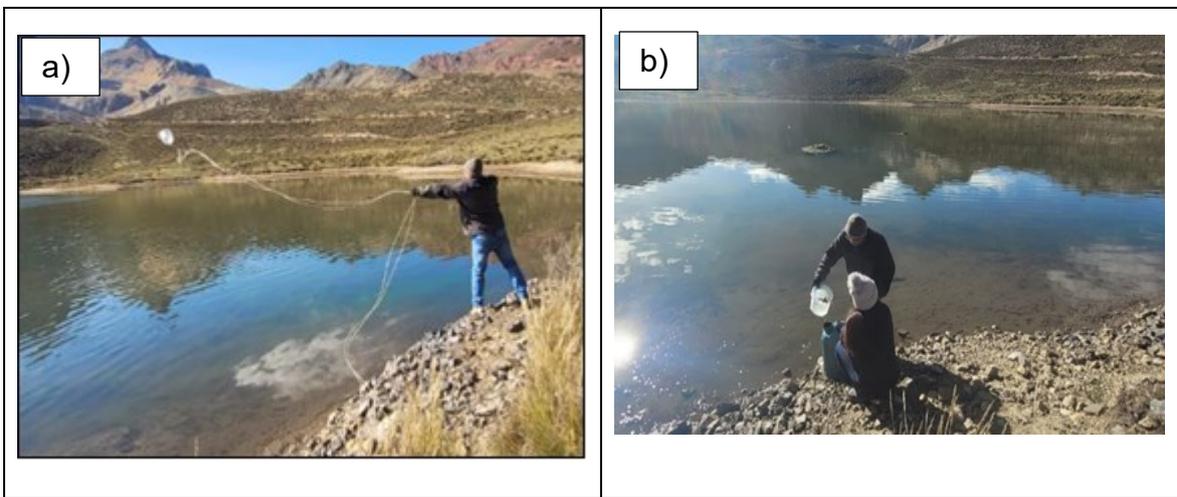


Figura 12. Recolección de muestra de agua: a) Recolección de la muestra en 10 puntos diferentes y b) Unificada en un bidón para su homogenización.

De acuerdo a las condiciones operacionales, se separó la unidad de análisis “blanco” de 1 litro, para la evaluación de parámetros fisicoquímicos (condiciones iniciales de la muestra). Ver figura 13.

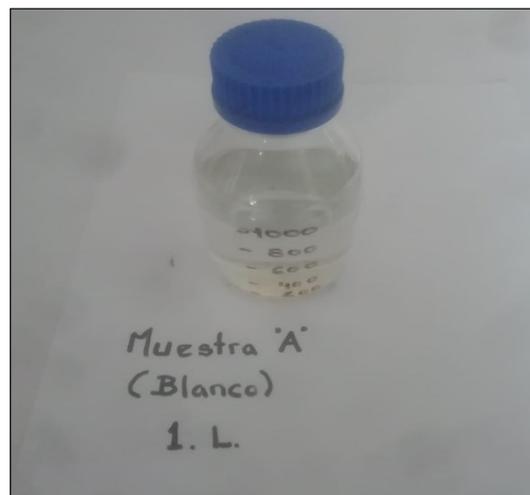


Figura 13. Unidad de análisis “blanco” de 1 litro.

Se procedió a la toma de muestra de agua *in situ* con el equipo multiparamétrico marca wtw, modelo 3430 calibrado y acreditado para evaluar los parámetros de temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto. Ver figura 14. Dieron como resultado los siguientes parámetros:

- Temperatura: 11,0 °C
- pH: 8,02
- Conductividad: 829,00  $\mu\text{s/cm}$

- Oxígeno disuelto: 7,47 mg/L



Figura 14. Evaluación de los parámetros *in situ*.

### **Etapa 3: Aplicación de los procesos de remoción de metales pesados.**

Distribución de la muestra en 18 unidades de análisis de 1 litro, para la aplicación de los procesos de remoción según las condiciones operacionales. Ver figura 15.



Figura 15. Distribución de las unidades de análisis.

Se tomaron en consideración dosis de 50 g y 100 g con mezclas de componentes en proporciones de 1/3, 1/1 y 3/1 de cáscara de *Citrus sinensis* y bagazo de *Saccharum officinarum* respectivamente. Se analizaron 6 condiciones de procesos de aplicación del filtro en la adsorción de metales pesados en las muestras, para cada caso se consideró tres repeticiones. Ver figura 16.

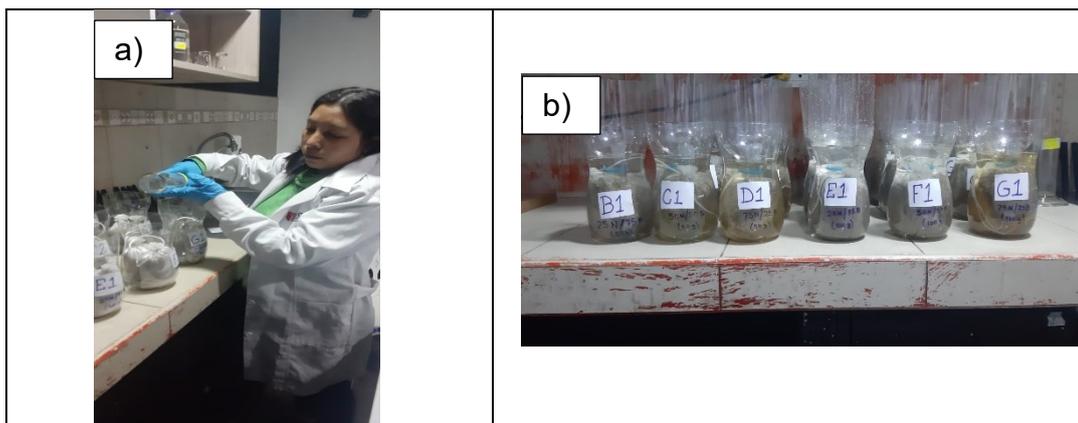


Figura 16. Distribución de la muestra representativa: a) Se vertieron la muestra en unidades de un litro (19 unidades) y b) Tiempo 60 minutos para la respectiva adsorción de los metales pesados.

En la tabla 6 se muestran las condiciones de proceso; se consideraron dosis de 50 g y 100 g de material filtrante en proporciones 1/3, 1/1 y 3/1 de cáscaras de *Citrus sinensis* y bagazo *Saccharum officinarum* respectivamente.

**Tabla 6.** Condiciones operacionales.

<b>Condiciones Operacionales</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Repe ticio nes</b>	<b>Volu men (L.)</b>	<b>Dosis (g.)</b>	<b>Proporción de componete s (C.s/S.o)</b>	<b>Tiempo de aplicación (minutos)</b>
<b>B</b>	3	1	50	1/3	60
<b>C</b>	3	1	50	1/1	60
<b>D</b>	3	1	50	3/1	60
<b>E</b>	3	1	100	1/3	60
<b>F</b>	3	1	100	1/1	60
<b>G</b>	3	1	100	3/1	60

S.o: Saccharum officinarum

C.s: Citrus sinensis

### 3.6. Método de análisis de datos

En el análisis de datos, se empleó el programa Excel 2019 para la elaboración de las tablas estadísticas y serán representadas gráficamente. El procesamiento y análisis estadístico inferencial se hizo con el software IBM SPSS versión 21, a partir de los valores que se registraron de las muestras.

### 3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó en respeto absoluto de los principios éticos de la Universidad Cesar Vallejo, descritas en la RCU N° 0262-2020/UCV, respaldados por las fichas de validación de instrumentos de recolección de datos. Se hizo uso del software Turnitin para evaluar el grado de similitud de la tesis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de parámetros fisicoquímicos del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* y condiciones del proceso operacional.

La tabla 7 muestra los valores de los parámetros fisicoquímicos de los sacos filtrantes, según las condiciones operacionales.

**Tabla 7.** Parámetros fisicoquímicos del filtro.

<b>Características fisicoquímicas del filtro de bagazo <i>Saccharum officinarum</i> y cáscara de <i>Citrus sinensis</i>.</b>							
<b>Procesos</b>	<b>Composición del Filtro</b>						
	<b>pH</b>	<b>% C. s</b>	<b>% S. o</b>	<b>Relación C.s / S. o</b>	<b>Cantidad C.s (g)</b>	<b>Cantidad S.o (g)</b>	<b>Peso de filtro (g)</b>
<b>B</b>	5.2	25	75	1/3	12.50	37.50	50.00
<b>C</b>	4.7	50	50	1/1	25.00	25.00	50.00
<b>D</b>	4.1	75	25	3/1	37.50	12.50	50.00
<b>E</b>	5.1	25	75	1/3	25.00	75.00	100.00
<b>F</b>	4.7	50	50	1/1	50.00	50.00	100.00
<b>G</b>	4.1	75	25	3/1	75.00	25.00	100.00

## 4.2 Parámetros fisicoquímicas y concentraciones iniciales de las aguas de la Laguna Ticticocha.

La tabla 8 indica los valores de los parámetros evaluados en condiciones iniciales de la muestra (T° in situ 11°C).

**Tabla 8.** Parámetros fisicoquímicos y concentración de metales pre tratamiento.

Condiciones pre tratamiento de las muestras								
Muestra	Temperatura °C	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	Concentración de Cd (mg/L)	Concentración de Cu (mg/L)	Concentración de Pb (mg/L)	Concentración de Zn (mg/L)
A	18,3	8,02	7,47	829,00	0,0008	0,290	0,0073	0,350

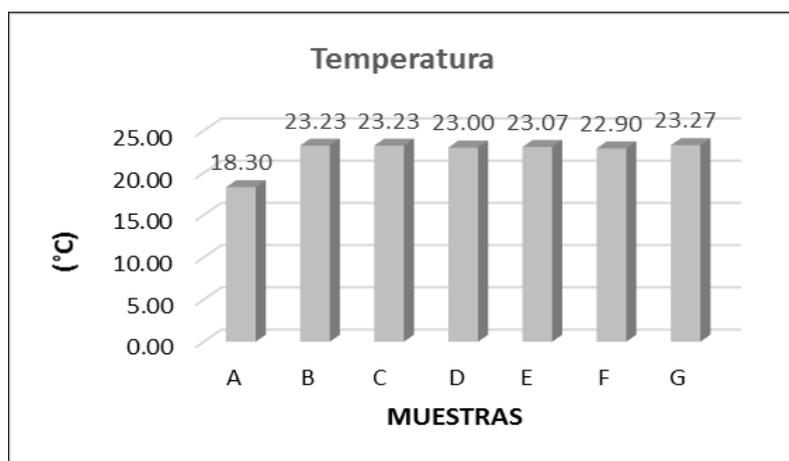
## 4.3 Resultados de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia.

La tabla 9 contiene los valores obtenidos luego de realizado los procesos de filtrado, promediados de las 3 repeticiones para cada evento, según las condiciones operacionales.

**Tabla 9.** Parámetros fisicoquímicos e inorgánicos post tratamiento.

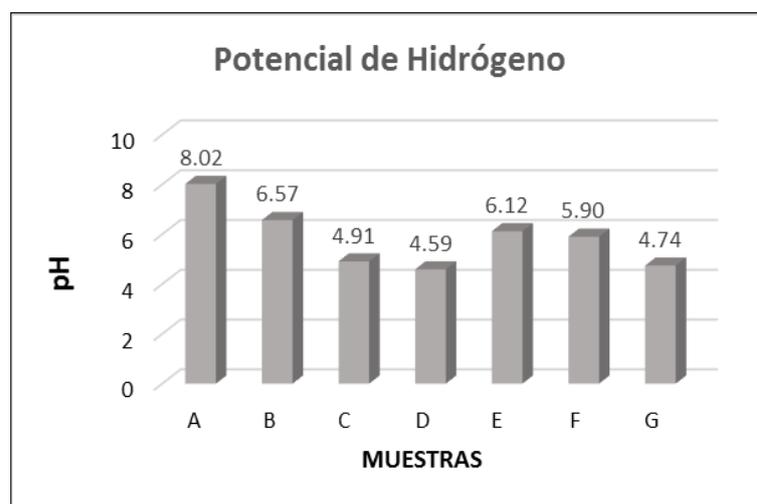
Condiciones post tratamiento de las muestras									
Muestra	Temperatura °C	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad (µS/cm)	Concentración de Cd (mg/L)	Concentración de Cu (mg/L)	Concentración de Pb (mg/L)	Concentración de Zn (mg/L)	Cond. Proceso Dosis(g) ; C.s/S.o
B	23,23	6,57	8,10	0,10	0,0003	0,002	0,0040	0,031	50g ; 1/3
C	23,23	4,91	7,64	0,14	0,0004	0,003	0,0042	0,051	50g ; 1/1
D	23,00	4,59	6,51	0,15	0,0005	0,004	0,0042	0,052	50g ; 3/1
E	23,07	6,12	8,04	0,13	0,0003	0,003	0,0049	0,048	100g ; 1/3
F	22,90	5,90	7,24	0,12	0,0004	0,003	0,0042	0,033	100g ; 1/1
G	23,27	4,74	6,15	0,13	0,0004	0,003	0,0044	0,035	100g ; 3/1

Figura 17. Temperaturas pre y post tratamiento en condiciones de ambiente.



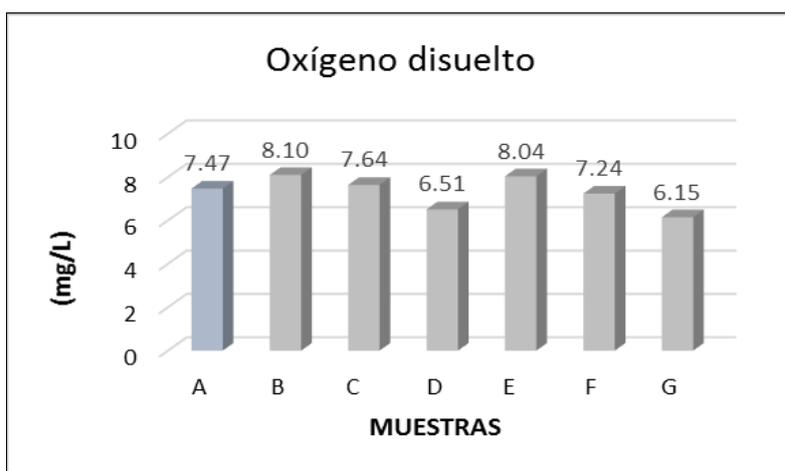
La variación de temperatura se debe a la exposición de las muestras a temperatura ambiente; durante el traslado, y del tiempo de aplicación de los procesos de filtrado. No evidencia cambio relevante debido a los procesos.

Figura 18. El potencial de hidrógeno (pH)



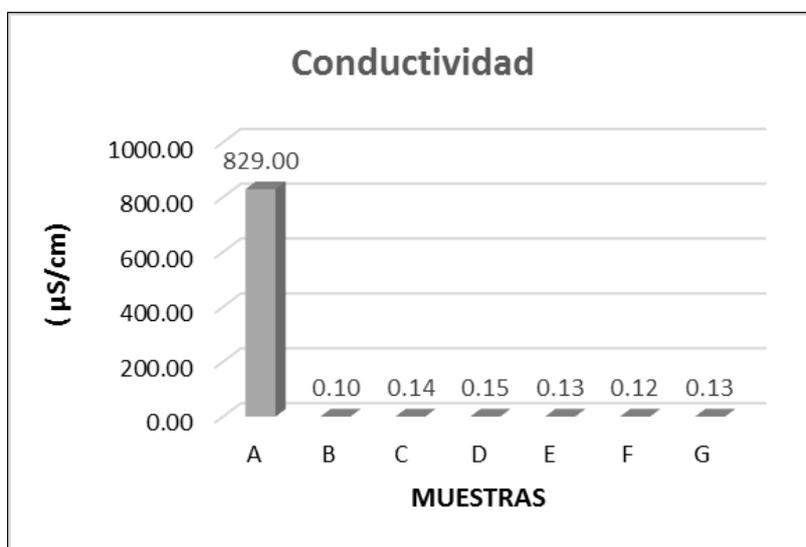
La disminución de valor del pH en las muestras de agua, se relaciona con la proporción de los componentes de filtro, a mayor cantidad de cáscara de *Citrus sinensis* menor es el pH de la muestra al final del filtrado. El nivel más bajo se da en las muestras "D" y "G", con pH de 4,59 y 4,74 respectivamente.

Figura 19. Oxígeno disuelto



Los valores de oxígeno disuelto se reducen cuando mayor es la proporción de cáscara de *Citrus sinensis* en el filtro. A medida que la proporción de bagazo de *Saccharum officinarum* es mayor, aumenta el nivel. La muestra **B** y **E** en condiciones de proceso de 1/3 para bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* con 50g y 100g de dosis, evidencian los valores mayores.

Figura 20. Conductividad eléctrica

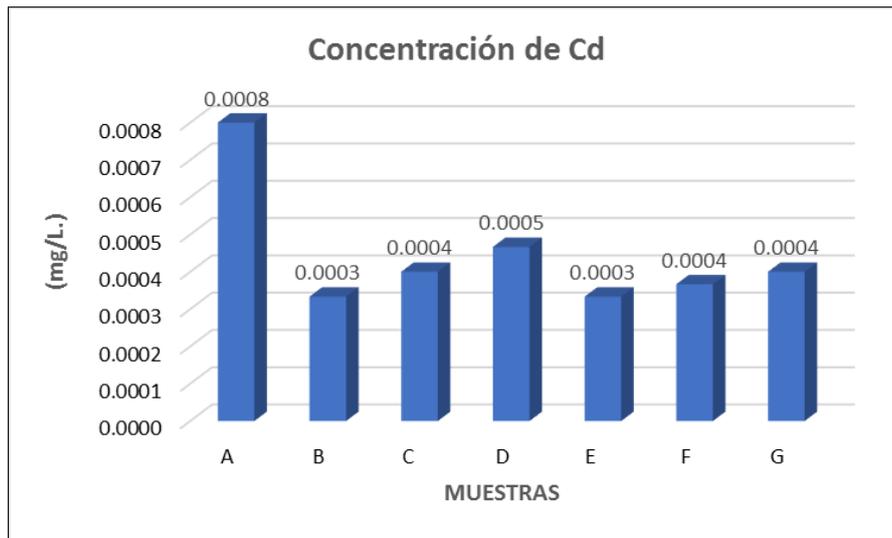


Los valores de la conductividad eléctrica respecto de las condiciones iniciales, varía significativamente, guardando relación con la remoción de los metales para cada proceso. El nivel de registro más bajo se observa en la muestra

“B” donde se evidenció menor concentración de metales luego de aplicarse el proceso, con 0,10  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### Remoción de metales y cálculo de eficiencia.

Figura 21. Concentración de Cadmio



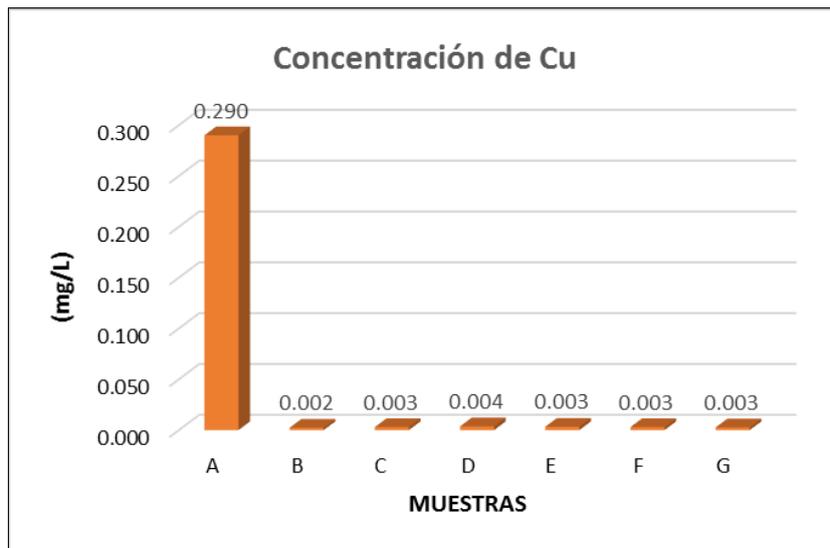
Se observa que para los procesos aplicados en las muestras “B” y “E” el nivel de concentración de Cd es menor que en las demás muestras, con 0,0003 mg/L.

La eficiencia de remoción calculada para el Cd fue de 62,5%.

$$E_r = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

$$E_r(\text{Cd}) = \frac{(0.0008 - 0.0003)}{0.0008} \times 100 = 62.5 \%$$

Figura 22. Concentración de Cobre



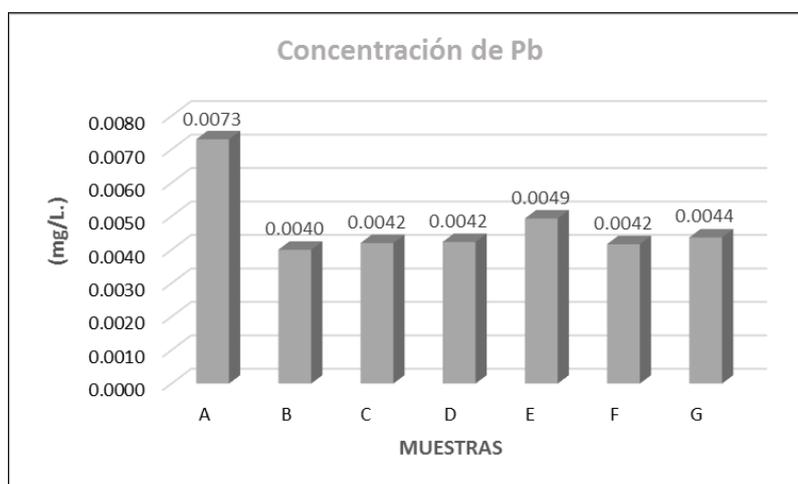
La remoción de Cu conseguida es prácticamente total, obteniendo el menor nivel de concentración en la muestra "B".

La eficiencia de remoción calculada para el Cu = 99.31%.

$$E_r = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

$$E_r(\text{Cu}) = \frac{(0.0290 - 0.002)}{0.0290} \times 100 = 99.31\%$$

Figura 23. Concentración de Plomo

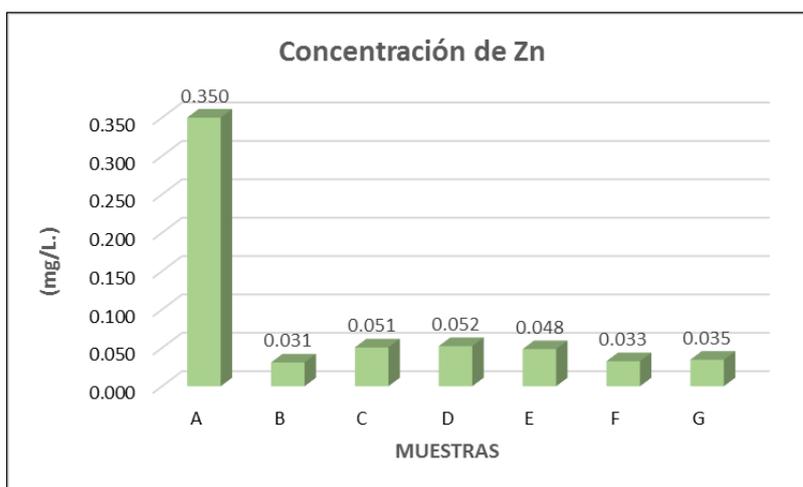


La muestra “B” evidencia la menor concentración de Pb luego del proceso de filtrado, con diferencias poco significativas respecto de los otros procesos aplicados. La eficiencia de remoción para Pb = 45,21%.

$$E_r = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

$$E_r(\text{Pb}) = \frac{(0.0073 - 0.0040)}{0.0073} \times 100 = 45,21\%$$

Figura 24. Concentración de Zinc



El gráfico muestra un menor nivel de concentración de Zn para la muestra “B”, a la que se aplicó una dosis de 50g a proporción de 1/3 para bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* respectivamente. La eficiencia de remoción calculada para el Zn = 91,14%.

$$E_r = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

$$E_r(\text{Zn}) = \frac{(0.350 - 0.031)}{0.350} \times 100 = 91.14\%$$

**Determinación de la eficiencia de remoción del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*.**

**Tabla 10.** Concentración total de metales pre y post tratamiento de las muestras.

Parámetros inorgánicos pre y post tratamiento.							
Muestra	Dosis de filtro (g)	Concentración de metales (mg/L)					$\bar{X}$ total
		Cadmio	Cobre	Plomo	Zinc	Total	
A		0.0008	0.2900	0.0073	0.3500	0.6481	
B	50	0.0003	0.0023	0.0040	0.0310	0.0376	0.0522
C		0.0004	0.0030	0.0042	0.0506	0.0582	
D		0.0005	0.0037	0.0042	0.0523	0.0607	
E	100	0.0003	0.0033	0.0049	0.0484	0.0569	0.0464
F		0.0004	0.0030	0.0042	0.0327	0.0403	
G		0.0004	0.0027	0.0044	0.0346	0.0421	

Condiciones pre tratamiento: muestra A.

Condiciones post tratamiento: muestras B, C, D, E, F y G

**Tabla 11.** Tabla de remoción total de metales.

Eficiencia de remoción de metales				
Muestra	Dosis de filtro (g)	Total	$\bar{X}$ total	% remoción
A		0.6481		
B	50	0.0376	0.0522	91.95
C		0.0582		
D		0.0607		
E	100	0.0569	0.0464	92.84
F		0.0403		
G		0.0421		

La tabla muestra las concentraciones acumuladas de Cd, Cu, Pb y Zn, los porcentajes de remoción promedio para cada dosis aplicada. Se evidencia que mayor porcentaje de remoción de los metales se da en las muestras con dosis de 100 g/L de filtro de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*.

$$E_r = \frac{(c_i - c_f)}{c_i} \times 100$$

$$E_r(\text{filtro}) = \frac{(0.6481 - 0.0464)}{0.6481} \times 100 = 92,84\%$$

## 4.6 Análisis inferencial

### Análisis de hipótesis específica 1

Se busca conocer si las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* son adecuadas para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023. En las condiciones siguientes.

Datos cuantitativos en escala de razón

Datos paramétricos con comportamiento normal

Dos grupos (Concentración inicial de metales pesados – Concentración final de metales pesados).

Se realizó la prueba T-Student para muestras relacionadas para contrastar la hipótesis específica 1. Ver tabla 12.

**Tabla 12.** Prueba T- Student

Concentración	Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
			Inferior	Superior			
Conc. De metales Inicial	0,5988	0,1036	0,0423	0,5879	1E+05	5	0,00
Conc. De metales final							

**Fuente:** Adaptación de tabla IBM SPSS 21

De la tabla T-Student, se contrastó la hipótesis específica 1, con el siguiente enunciado:

Ho: Las propiedades físicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* no son las adecuadas para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023.

Ha: Las propiedades físicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* son las adecuadas para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023.

Siguiendo el criterio de decisión:

p-valor <  $\alpha$ : rechaza  $H_0$

p-valor >  $\alpha$ : no rechaza  $H_0$

p <  $\alpha$  (0,05), se rechaza  $H_0$ .

Se rechaza la  $H_0$ , en tal sentido se infiere que Las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* son las adecuadas para la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023

### **Análisis de hipótesis específica 2**

Se busca conocer si la dosis de 100 g/L del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* es la adecuada para la eliminación de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023. En las siguientes condiciones:

Datos cuantitativos en escala de razón

Datos paramétricos con comportamiento normal

Dos grupos (remoción total de metales con dosis de 50 y 100 g

Se realizó la prueba ANOVA de un factor para verificar la normalidad de los datos, seguido la prueba T-Student para muestras relacionadas, para contrastar la hipótesis específica 1. (Ver tabla 12).

**Tabla 13.** Prueba ANOVA de un factor respecto de la remoción con dosis de 50 y 100 g

Remoción	Análisis de casos válidos		Media
	N	%	
Dosis (50 g)	9	100	0,595911
Dosis (100 g)	9	100	0,60170

**Fuente:** Adaptación de tabla IBM SPSS Statistics 21.

En la tabla 13 se realizó la contrastación de la hipótesis específica 1, con la evaluación previa, en donde se puede evidenciar una diferencia numérica entre las medias.

**Tabla 14.** Prueba T-Student para diferencia de medias.

Prueba de muestras independientes						
Remoción		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
	Se han asumido varianzas iguales	3,497	0,080	-0,758	16	0,459

**Fuente:** Adaptación de tabla IBM SPSS Statistics 21.

En la tabla 14 se realizó la prueba T- Student para determinar si existe deferencia significativa entre las medias de las remociones respecto de las dosis de 50 g y 100 g. Se observa que existe diferencia entre las medias con una significancia de 45,9% y un nivel de confiabilidad del 95%.

Ho: La dosis de 100 g/L del filtro no es la adecuada para la eliminación de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023

Ha: La dosis de 100 g/L del filtro es la adecuada para la eliminación de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023

Siguiendo el criterio de decisión:

p-valor <  $\alpha$ : rechaza Ho

p-valor >  $\alpha$ : no rechaza Ho

$p > \alpha$  (0,05), se rechaza Ho.

Habiéndose rechazado la Ho: La dosis de 100 g/L del filtro no es la adecuada para la eliminación de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023. Se infiere que la dosis de 100 g del filtro es la adecuada para la eliminación de metales pesados mediante filtros de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* en aguas de la laguna Ticticocha – Lima 2023.

### **Análisis de hipótesis general.**

Se busca conocer si el filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* favoreció la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023. En las siguientes condiciones:

Datos cuantitativos en escala de razón

Datos paramétricos con comportamiento normal

Un grupo (concentración inicial y concentración final).

Se realizó la prueba T-Student para muestra relacionadas, para determinar si existe diferencia significativa entre las medias.

**Tabla 15.** Prueba T-Student

Prueba de muestras relacionada						
Diferencia relacionadas					gl	sig. (bilateral)
		media	95% Intervalo de confianza para la diferencia			
			Inferior	Superior		
Par 1	Concentración inicial- Concentración final	0,60125	0,59175	0,61076	17	0,00

**Fuente:** Adaptación de Tabla IBM SPSS 21.

Para un  $\alpha = 0.05$ ,  $p < \alpha$

Ho: El filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* no favoreció la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023.

Ha: El filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* favoreció la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023.

Se rechaza la Ho y se acepta Ha, en consecuencia, se infiere que el filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* favoreció la remoción de metales pesados en aguas de la laguna Ticticocha - Lima 2023.

## V. DISCUSIÓN

El impacto de los metales en los cuerpos de agua requiere de pronta atención, entre otras cosas por su complicada degradabilidad, toxicidad, persistencia y los riesgos que estos factores representan a la salud cuando se encuentran en niveles altos. Según Kanamarlapudi, et al. (2018), las actividades mineras desechan residuos que contiene en la mayoría metales pesados en los recursos hídricos.

Al respecto Gutiérrez y Llerena (2019), determinaron que la minería por el gran impacto que genera no cumple los niveles fijados en los ECA, dado el elevado nivel de concentración de metales pesados. Tufail, et al. (2022), precisan que los metales pesados en la mayoría son filtrados a través de los desechos industriales que no son tratados. Por su parte, Shaari, et al. (2022), mencionan que el Cadmio (Cd) es liberado de manera natural o antropogénica. A su vez, Martínez, et al. (2021), mencionan que la toxicidad por metales como el plomo, cadmio, cobre y zinc conduce a efectos adversos para la salud. Respecto del plomo, Calderón, et al. (2022), precisan que es un metal de fácil acceso, su exposición puede causar problemas notables en la salud. Natasha, et al. (2022) precisan que el Zinc es importante en la bioquímica, pero es tóxico al entrar en contacto con el ser humano, por ser un cofactor vital de enzimas. Por otro lado, Phromsiri, et al. (2022) efectuaron un estudio en el cobre (Cu) precisando que a gran cantidad puede causar daños en la célula humana ya que este metal se encuentra en el entorno del ambiente y especialmente en el agua.

Actualmente se realizan procesos para reducir los niveles de concentración en los cuerpos de agua y para mitigar sus posibles efectos, lo que involucra el uso de materiales poco accesible, por sus costos y condiciones de aplicación. En ese sentido, Sarker, et al. (2017) mencionan que es importante el uso de nuevas tecnologías viables, eco amigables y sustentables, para la reducción de metales en agua, como el uso de biomasa muerta de bajo costo, sustituyendo a las tecnologías existentes.

Ante la necesidad planteada, se han realizado estudios que demuestran la capacidad de los residuos de origen vegetal como biosorbentes de metales pesados, en condiciones controladas de temperatura, pH y dosis de material adsorbente. Al respecto, Honorato, et al. (2022) indican que la metodología de uso del bagazo de caña tratado térmicamente elimina el 100% siendo uno de los materiales adsorbentes más utilizados para remoción de metales. Asu vez, Collantes (2019) demostraron que la cáscara de naranja sin tratamientos elimina el 95% siendo una gran alternativa de uso como material biosorbente para eliminar metales en aguas de manera respetuosa.

El método en la investigación, que se ha considerado el uso de filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* para remover metales pesados en aguas de la Laguna Ticticocha, pretende mostrarse como una alternativa de solución a la problemática, con las características de eco amigable, de bajo costo y accesibilidad tanto a los materiales como a los mecanismos de aplicación.

Estudios con métodos basados en; filtros derivados de meollo del bagazo de caña (Trujillo, et al. 2020), bagazo de caña de azúcar y semillas de Moringa oleífera Lam y okara (Honorato, et al., 2022), Vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze y Cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L) osbeck), Piel de naranja (OP) (Giraldo, et al.(2022), Cáscara de *Citrus sinensis* y vaina de *Phaseolus vulgaris* (Gutierrez, et al., 2020), se han aplicado logrando remover plomo, cadmio, zinc y cobre con rangos de 80% a 95%, en condiciones en las que se han tenido que manipular variables; la temperatura (método de isoterma de Lagmiur), el pH (agente eluyente HCl), tiempo y dosis del filtro, otra manipulación importante considerada es los niveles de las concentraciones iniciales de las muestras tratadas en los trabajos citados, estas fueron mayores que las evaluadas en el presente trabajo de investigación.

En la presente investigación se utilizaron dosis de 50 g/L y 100 g/L para la elaboración del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*. Los niveles de remoción de los metales fueron satisfactorios, con

eficiencias de remoción de metales de 91,95 % y 92,84 %, el análisis inferencial de los datos de remoción respecto a las dosis, determinaron que la dosis adecuada es de 100 g/L respecto de la dosis de 50 g/L. Otros trabajos de investigación en los que se han considerado los tratamientos con bagazo de *Saccharum officinarum*, precisan dosis menores, para tratamientos donde la concentración del absorbato en estudio es mayor que las evaluadas en las muestras para el presente trabajo (en condiciones pre tratamiento).

El tiempo de contacto utilizado en el trabajo de investigación para alcanzar los máximos porcentajes de remoción de metales pesados como cadmio, cobre, zinc y plomo fue de 60 minutos aplicando dosis de 100 g/L tanto de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*. Por su parte, Trujillo, et al. (2021), señala que para remover Pb trabajó en condiciones de: 3g/L, T 30°C, pH 5 y tiempo de contacto de 45 min. Por su parte Kulkarni, et al. (2019), sostiene que obtuvo un nivel de remoción de PB del 89,58% en condiciones de 3 g/L, pH 5 y 60 minutos de tiempo de aplicación. Para la remoción de Zn, Ajala, et al. (2022), con dosis de 0,5 g obtuvo una remoción de 99% a partir de una concentración de 10,41 mg/L y una temperatura de 40°C, durante 120 minutos.

Las condiciones fisicoquímicas de filtro de bagazo de *Sachharum Officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*, se han manejado en condiciones naturales; el tamaño de las partículas de los componentes de 0,85 a 2,0 mm, se consiguió con procesos de molienda y tamizado, posterior al secado en condiciones de ambiente. Investigaciones anteriores han realizado con tamaño de partículas menores, Collantes (2019), investigo la vaina de talla y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) con partículas de tamaño de 0,63 mm a 0,40 mm, obteniendo una eliminación del 95 % con cáscara de naranja.

El pH se evaluó entre 4,1 y 5,2 para la mezcla de los componentes según sus proporciones, las condiciones de temperatura del filtro al momento de la aplicación de los procesos fueron a temperatura ambiente. El pH de las muestras se observó influenciado por la cantidad de cáscara de *Citrus sinensis*, como componente del filtro, a mayor proporción del componente, menor valor del pH.

Según Pinzón et. al. (2016) y Siles et al. (2016), en la caracterización de la cáscara seca de naranja el  $\text{pH}=3,42$ . Estudios anteriores dan referencia de variación de la eficiencia en la remoción de metales cuando en función del  $\text{pH}$ , Cao et. al, (2017) mencionan en su estudio de remoción de Cd, Pb y Zn, que la eficiencia disminuyó en la medida que se elevó el  $\text{pH}$ . Ante la evidencia de los resultados obtenidos con niveles de remoción de 92,84%, las condiciones fisicoquímicas del filtro, se han mostrado favorables para la aplicación.

## VI. CONCLUSIONES

El filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* para la remoción de metales en aguas de la laguna Ticticocha alcanzó eficiencia de remoción de 92,84% de metales totales.

Entre los resultados se obtuvo:

Las propiedades fisicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis* fueron de; 0,85 mm a 2 mm de granulometría, pH de 4,1 a 5,2 y temperatura ambiente.

La dosis adecuada fue de 100 g de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscara de *Citrus sinensis*, con porcentajes de remoción de 92,84% respecto a la concentración de metales totales.

## VII. RECOMENDACIONES

Evaluar la importancia de la cáscara de *Citrus sinensis*, en su función acidificante en la solución, en asociación con otros residuos orgánicos que se pueden emplear como biosorbente, dado su mayor disponibilidad en determinadas regiones.

Analizar un mayor número de muestras con más variantes en la dosis de bagazo de *Saccharum officinarum*. Su potencial no solo radica en el bajo coste económico que representa su aprovechamiento, además es un buen adsorbente en condiciones de simples procesos de molido (sin necesidad de pre tratamiento químico de activación).

Considerar el carbón activado a partir del bagazo de *Saccharum officinarum*, como una alternativa de investigación con posible potencial de remoción.

Realizar un estudio sobre el tiempo de aplicación del biosorbente con cáscara de *Citrus sinensis*. En la presente investigación se observó ligera coloración de la solución, lo que podría alterar la turbidez.

## REFERENCIAS

AHMADI, Hikmatullah, et al. Low cost biosorbent (melon peel) for effective removal of Cu (II), Cd (II) and Pb (II) ions from aqueous solution. *Case studies in chemical and environmental engineering*, 2022, vol. 6, pág. 100242. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100242>

AJALA, EO, et al. Simultaneous removal of Zn (II) ions and pathogens from pharmaceutical wastewater using modified sugarcane bagasse as biosorbent. *Engineering Results*, 2022, vol. 15, pág. 100493. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100493>

BALLADARES PICO, José Luis. *Análisis de la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de Industrias de Lavadoras de Jeans Fashion de la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua*. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27689>

BAN, Min Jeong, et al. Identification of acute toxicity of contaminated sediments using machine learning models. *Environmental pollution*, 2022, vol 312, pág. 120086. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120086>

BHARTI, Sushil Kumar, et al. study of lead (Pb<sup>2+</sup>) removal from battery manufacturing wastewater using bagasse biochar as biosorbent. *Applied Water Science*, 2018, vol. 8, nº 4, pág. 1-13. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0765-z>.

CARHUAZ SÁNCHEZ, Cynthia Jovita; ZELA COLACA, Shala Zulyma. Eficiencia de remoción del arsénico con filtro de corteza de palta a diferentes granulometrías de las aguas del río Mollebamba-Apurímac, 2019. 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48274>

CALDERÓN, Hélix Iván Barajas, et al. Intoxicación por plomo y su impacto en la práctica clínica: artículo de revisión. *Ciencia Latina Revista Científica*

*Multidisciplinar*, 2022, vol. 6, no 1, p. 4176-4189.  
[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1792](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1792)

COLLANTES ZEGARRA, Lissette. Capacidad biosorbente de plomo de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) y la vaina de taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze). 2019.<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3392>

CORREA CUBA, Odilon; FUENTES BERNEDO, Frida Esmeralda; CORAL SURCO, Rosa Gabriela. Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray-Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 2021, vol. 87, no 1, p. 26-38. <http://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.320>

CURIPALLO QUISPE, María Belén. *Análisis del bagazo de caña como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes del Camal Municipal de la ciudad del Puyo, provincia de Pastaza*. 2017. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26849>

CHUA, ML, et al. Utilización de la cáscara del mangostán para la eliminación de zinc en el tratamiento de aguas residuales. En *Actas de la Conferencia*. AIP Publishing LLC, 2018. Vol 2030, n° 1, pág. 020192. <https://doi.org/10.1063/1.5066833>

DEHGHANI, Mohammad Hadi, et al. Removal of toxic lead from aqueous solution using a low-cost adsorbent. *Scientific Reports*, 2023, vol. 13, no 1, p. 3278. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29674-x>

DEXTRE RUBINA, Abigail. Acumulación de metales pesados en *Senecio rufescens* DC. en dos lagunas alto andinas de las regiones de Lima y Junín, Perú. 2017.<https://hdl.handle.net/20.500.12672/7232>

EZEONUEGBU, Bendición Amaka, et al. Agricultural waste of sugarcane bagasse as efficient adsorbent for lead and nickel removal from untreated wastewater: Biosorption, equilibrium isotherms, kinetics and desorption studies. *Biotechnology Reports*, 2021, vol. 30, pág. e00614. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00614>

FLOREZ, Elizabeth Carvajal; MARULANDA, Luisa Fernanda. Uso de residuos de café como biosorbente para la remoción de metales pesados en aguas residuales. *Ingenierías USBMed*, 2020, vol. 11, no 1, p. 44-55. <https://doi.org/10.21500/20275846.4477>

GALLARDO, Eliana, Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo. *Universidad Continental* [en línea], vol. 1, pp. 98. 2017. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO\\_UC\\_EG\\_MAI\\_UC0584\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf)

GARCIA-CHEVESICH, Pablo, et al. Inexpensive organic materials and their applications towards heavy metal attenuation in waters from southern Peru. *Water*, 2020, vol. 12, no 10, p. 2948. <https://doi.org/10.3390/w12102948>

GERMANN, Verena, et al. Development and Evaluation of Options for Action to Progress on the SDG 6 Targets in Austria. *Journal of Environmental Management*, 2023, vol. 325, p. 116487. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116487>

GIRALDO, Stephanie, et al. Application of Orange Peel Residues as Adsorbent for Simultaneous Remediation of Methylene Blue and Cd 2+. *Molecules*, 2022, vol. 27, nº 16, pág. 5105. <https://doi.org/10.3390/molecules27165105>

GUTIÉRREZ DE LA CRUZ, Annie Jocelyn; IBAÑEZ ARTEAGA, Yanela Rosibel. Eficiencia de vaina de phaseolus vulgaris y cáscara de citrus sinensis en la biosorción de arsénico del agua del río Moche. Tesis de título. Universidad de Ingeniería Ambiental, 2020. <https://hdl.handle.net/11537/23817>

GUTIÉRREZ, T. y LLERENA, C. Impactos mineros, agropecuarios y de la conservación en la calidad del agua y los sedimentos, cuenca Tambopata, Madre de Dios. *Revista Xilema* [en línea]. 2019, vol. 29, (1), pp. 54-63. [fecha de consulta: 8 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/1350/1538>

HASSAN, Masud, et al. Magnetic biochar for perfluorooctane sulfonate (PFOS) removal: interfacial interaction and adsorption mechanism. *Technology and*

environmental innovation, 2022, vol. 28, pág. 102593.  
<https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102593>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2014.Sexta edición, n° 736.  
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

HONORATO, Karina Rodrigues, et al. Removal of copper ions from alembic cachaça using agroindustrial residues as biosorbents. *Food additives & contaminants: Part A* , 2022, vol. 39, n° 8, pág. 1424-1438.  
<https://doi.org/10.1080/19440049.2022.2087920>

JARA-PEÑA, Enoc, et al. Acumulación de metales pesados en *Calamagrostis rigida* (Kunth) Trin. ex Steud.(Poaceae) y *Myriophyllum quitense* Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales altoandinos del Perú. *Arnaldoa*, 2017, vol. 24, no 2, p. 583-598. <http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24210>

KHALIL, Hind, et al. The Surface Parameters of a Natural Biosorbent: Giant Reed System. 2022, vol.13, no 3, art 205.  
<https://doi.org/10.33263/BRIAC133.205>

KANAMARLAPUDI, SLRK; CHINTALPUDI, Vinay Kumar; MUDDADA, Sudhamani. Application of Biosorption for removal of Heavy Metals from Wastewater. In *Biosorption*, 2018, vol. 18, n° 69, pág. 70-116.  
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77315>

KAMARUDZAMAN, Ain Nihla, et al. Biosorption of copper (II) and iron (ii) using spent mushroom compost as biosorbent. 2021, vol 12, no 6,p.7775-7786.<https://doi.org/10.33263/BRIAC126.77757786>

KULKARNI, Kavita, et al. Adsorptive Removal of Copper and Chromium Ion by Using *Azospirillum* Biofertilizer as Low-cost Biosorbent in Aqueous Medium. *Water Air Soil Pollut* , 2022, vol. 233, n° 7, pág. 1-16.  
<https://doi.org/10.1007/s11270-022-05707-5>

KULKARNI, RAJESWARI M., et al. Biosorption of Lead Ions Using Sugarcane Bagasse : Isotherm and Biosorption of Lead Ions Isotherm and Kinetic Studies Using Sugarcane.2019, no. June, pp. 0-3. <https://www.researchgate.net/profile/Rajeswari-Kulkarni/2/publication/333566573>

LIGARDA-SAMANEZ, Carlos A., et al. Modified Polymeric Biosorbents of Rumex acetosella for the Removal of Heavy Metal in Wasterwater. Polymers , 2022, vol. 14, n° 11, pág. 2191. <https://doi.org/10.3390/polym14112191>

LIN, Chin Yik, et al. Distance affects toxic metal contamination in river sediments affected by mining. Environmental research, 2022, vol. 214, part 1, pág. 113757. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113757>

MANCA, Fabio, et al. Nitrate removal perfomance of denitrifying Wood chip bioreactors in tropical climates. Water,2021, vol. 13, n° 24, pág. 3608. <https://doi.org/10.3390/w13243608>

MARTINEZ-MANCHEGO, Luis, et al. Native plant species with potential for phytoremediation of high-andean soils contaminated by residues from mining activity. *Bioagro*, 2021, vol. 33, no 3, p. 161-170. <https://doi.org/10.51372/bioagro333.2>

MINAM.Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen disposiciones complementarias. *El peruano*, 2017. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

MINEM. (2018). Anuario Minero 2018. 99. Retrieved from: [www.gob.pe/minem](http://www.gob.pe/minem).

NATASHA, Natasha, et al. Zinc in the soil-plant-human system: a review of data analysis.Science of the Total Environment, 2022, vol. 808, pág. 152024. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152024>

O'BRIEN, Rosalie M., et al. Remediation in developing countries: A review of previously implemented projects and analysis of stakeholder participation

efforts, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2021, vol. 51, nº 12, pág. 1259-1280. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1755203>

PABÓN, S. E., et al. Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería* [en línea]. 2020, vol. 14, no 27, p. 9-18. <https://repositorio.ucp.edu.co/handle/10785/10010>

PÉREZ, José. Cómo calcular el coeficiente de cronbach [mensaje en un blog]. (27 de julio de 2014). [fecha de consulta: 6 de noviembre de 2019]. <https://asesoratesis1960.blogspot.com/2014/07/coeficiente-alfade-cronbach.html>

PHROMSIRI, Nattakarn, et al. Fluorescent responses of CdSe and Si QDs towards Copper(II) ions and the mixed QD probe for detection of Cu 2+ ions. *Journal of Molecular Structure*, 2022, vol 1271, p. 134050. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2022.134050>

PORRAS, G y MARTÍNEZ, C. *Adsorción del plomo mediante carbón activo de coronta de maíz de aguas contaminadas con relaves mineros*. Tesis de título. Universidad de Ingeniería Ambiental, 2019. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2715>

QUILICHE, Ocas; MARINA, Luz. Rendimiento de pectina de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis* L.) a diferentes valores de pH y tiempos de extracción. Tesis de título. Universidad de Ingeniería en Industrias Alimentaria, 2020. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4160>

QUILLIGANA CHIFLA, Luis Rogelio. *Análisis del bagazo de la caña de azúcar como filtro en el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la lavadora de jeans "Lavaclassic", ubicada en la ciudad de Pelileo, provincia de Tungurahua*. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27677>

RAMÍREZ, L., GUERRA, S. y REINOSO, G. Evaluación in vitro de la remoción de plomo en aguas residuales por *Photobacterium damsela*. Revista La Granja [en línea]. 2017, vol. 26, (2). [fecha de consulta: 7 de diciembre de 2021]. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4760/476052525014/476052525014.pdf>

RIMAYCUNA, John, et al. Aplicación de tecnología de oxidación avanzada en la descontaminación de aguas residuales procedentes del empaque de banano en Tumbes. *Manglar*, 2019, vol. 15, no 2, p. 127-134. <https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/102>

SALAS-MERCADO, Dante; HERMOZA-GUTIÉRREZ, Marián; SALAS-ÁVILA, Dante. Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química* [en línea]. 2020, vol. 37, no 4, p. 185-193. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.37.4.1>

SALAZAR PINTO, Betty Marilia. Evaluación del proceso de Biosorción de *Pb (II)* Y *Cd (II)* en agua utilizando el residuo agrícola de *Phaseolus Vulgaris L. (Frejol)*. 2017. Tesis Doctoral. Universidad Católica de Santa María. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7035>

SARKER, Tushar C., et al. Sugarcane bagasse: a potential low-cost biosorbent for the removal of hazardous materials. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2017, vol. 19, nº 10, pág. 2343-2362. <https://doi.org/10.1007/s10098-0c17-1429-7>

SHAARI, NEM, et al. Cadmium toxicity symptoms and uptake mechanism in plants: a review. *Brazilian Journal of Biology*, 2022, vol. 84. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.252143>

SIA, Gustavo Bordón, et al. Zinc adsorption from aqueous solution in urban pruning waste biosorbent. *Environmental technology*, 2022, vol. 43, nº 5, pág. 728-736. <https://doi.org/10.1080/09593330.2020.1803418>

SOLÍS-CASTRO, Yuliana; ZÚÑIGA-ZÚÑIGA, Luis Alberto; MORA-ALVARADO, Darner. La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en

pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 2018, vol. 31, no 1, p. 35-46. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>

TUFAIL, Muhammad Aammar, et al. Recent advances in bioremediation of heavy metals and persistent organic pollutants: a review. *Science of The Total Environment* , 2022, vol 850, pág. 157961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157961>

TRUJILLO-DEL BOSQUE, Alain, et al. Remoción de PB (II) usando meollo del bagazo de la caña de azúcar como biosorbente. *Revista Cubana de Química*, 2021, vol. 33, no 3, p. 250-273. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222454212021000300250&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S222454212021000300250&script=sci_arttext&lng=en)

YELATONTSEV, Dmytro. Production of versatile biosorbent through the ecological use of non-wood biomass. *Chemical Engineering Journal* , 2022, vol. 451, no 3, p. 138811. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.138811>

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz operacional

Matriz de operacionalización de variables						
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	
<b>Variable Independiente:</b>  Filtros de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscara de <i>Citrus sinensis</i>	Quilligana, (2018) indicó que el filtro es una estructura que limita el ingreso de partículas grandes hacia un cuerpo de agua mediante un procedimiento.	La variable independiente se medirá mediante las características Físicoquímicas y Condiciones operacionales.	Características fisicoquímicas	Tamaño de partículas	mm	
				pH	Escala de pH	
	Sarker et al. (2017) y Gutiérrez et al. (2022), para determinar la eficiencia del filtro de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscara de <i>Citrus sinensis</i> , se debe efectuar un análisis del agua contaminada, filtrado y sin filtrar para así se pueda observar la efectividad del filtro.		Condiciones de operación	Dosis	g/l	
				Proporción de componentes	%	
<b>Variable dependiente:</b>  Remoción de Cd, Cu, Pb y Zn en aguas de la laguna Ticticocha	Lin et al, (2022) los procesos mineros generan impacto trayendo consigo contaminantes tóxicos como Co, Fe, Mn, Cu, Ni, Zn y Pb.	La variable dependiente se medirá por la evaluación de las características fisicoquímicas y la eficiencia de remoción de Zn, Cd, Cu y Pb.	Características fisicoquímicas	Temperatura	°C	
				Conductividad eléctrica	µS/cm	
	pH			Escala de pH		
	Oxígeno disuelto			mg/L		
	Flores & Marulanda, (2020) mencionan que se han desarrollado tratamientos biológicos que son factibles, alto nivel de eficiencia, menor costo siendo una gran alternativa para la remoción de metales pesados, uno de ellos, la biosorción, la cual se utiliza residuos derivados de procesos industriales y agrícolas para la eliminación de los contaminantes.		De ello, se plantea que la remoción de metales consiste en la extracción de iones metálicos contenidos en los cuerpos de agua a través de diversos métodos, como los procesos de biosorción.	Eficiencia de remoción	Concentración inicial	mg/L
					Concentración final	mg/L
				$\frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	%	

**Anexo 2:** Registro de análisis de parámetros fisicoquímicas del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* y condiciones de los procesos operacionales.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Registro de análisis de parámetros fisicoquímicas del filtro de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscaras de <i>Citrus Sinensis</i> y condiciones de los procesos operacionales.</b>				
<b>Título:</b>	Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscaras de <i>Citrus Sinensis</i> en aguas de la laguna Ticticocha -Lima 2023					
<b>Línea de Investigación</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
<b>Autor(s):</b>	Reyes Meléndez Graciela Agripina, Saldaña Polo Robert Cristian					
<b>Muestra:</b>	<b>Parámetros fisicoquímicos</b>			<b>Condiciones de Proceso</b>		
	Temperatura (°C)	Tamaño de partículas (mm)	pH	Dosis (g/L)	Proporción de componentes (%)	Tiempo de contacto (Min)

  
**LUIS FERMÍN**  
**HOLGUÍN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP. N° 111711**

Atentamente,  
  
 \_\_\_\_\_  
**Jbsán Julio Ochoa Galvez**  
**DNI: 08447308**


  
**GIANMARCO JORGE**  
**MENDOZA MOGOLLÓN**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 200348**  
**Ing. Gianmarco Jorge Mendoza Mogollón**  
**CIP: 200348**  
**DNI: 72946347**

Anexo 3: Registro evaluación de parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>		<b>Registro de evaluación de parámetros fisicoquímicas pre y post tratamiento de las muestras en aguas de la laguna Ticticocha.</b>				Muestra:		
<b>Título:</b>		Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscaras de <i>Citrus Sinensis</i> en aguas de la laguna Ticticocha -Lima 2023						
<b>Línea de Investigación</b>		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
<b>Autor(s):</b>		Reyes Meléndez Graciela Agripina, Saldaña Polo Robert Cristian						
<b>Condiciones pre tratamiento de la muestra</b>				<b>Condiciones de Post tratamiento de la muestra</b>				
Repeticiones:	Temperatura (°C)	Conductividad (µS /cm)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)	Temperatura (°C)	Conductividad (µS /cm)	pH	Oxígeno disuelto (mg/L)

  
**LUIS FERMÍN HOLGUÍN ARANDA**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111711

Atentamente,  
  
**Juan Julio Ordoñez Galvez**  
 DNI: 08447308

  
**GIANMARCO JORGE MENDOZA MOGOLLÓN**  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 200348  
 Ing. Gianmarco Jorge Mendoza Mogollón  
 CIP: 200348  
 DNI: 72946347

**Anexo 4:** Registro control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>Registro de control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia</b>				<b>Muestra:</b>	
<b>Título:</b>	Remoción de metales pesados mediante filtros de bagazo de <i>Saccharum officinarum</i> y cáscaras de <i>Citrus Sinensis</i> en aguas de la laguna Ticticocha -Lima 2023					
<b>Línea de Investigación</b>	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales					
<b>Autor(s):</b>	Reyes Meléndez Graciela Agripina, Saldaña Polo Robert Cristian					
Metales pesados	<b>Condiciones pre tratamiento de la muestra</b>	<b>Condiciones post tratamiento de la muestra</b>				Eficiencia de remoción (ci-cf)/ci x100 (%)
		R1	R2	R3	Promedio	
Concentración de Pb. (mg/L)						
Concentración de Cu. (mg/L)						
Concentración de Cd. (mg/L)						
Concentración de Zn. (mg/L)						

  
**LUIS FERMÍN HOLGUÍN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP. N° 111111**

**Atentamente,**  
  
**Jbsán Julio Ordoñez Galvez**  
**DNI: 08447308**

  
**GIANMARCO JORGE MENDOZA MOGOLLÓN**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 200348**  
**Ing. Gianmarco Jorge Mendoza Mogollón**  
**CIP: 200348**  
**DNI: 72946347**

## Anexo 5: Validación de instrumentos



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Holgín Aranda Luís Fermín**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis de parámetros fisicoquímicas del bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis* (filtro) y condiciones del proceso operacional.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
6. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
8. METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 15 de noviembre del 2022

**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
 Reg. CIP. N° 111611

Firma del experto informante  
CIP: 111611

## Anexo 6:



### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Holguín Aranda Luis Fermín**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de evaluación de parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de las muestras en aguas de la laguna Ticticocha.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 15 de noviembre del 2022

LUIS FERMIN  
HOLGUIN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. Nº 111611

Firma del experto informante  
CIP: 111611

## Anexo 7:



### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Holguín Aranda Luis Fermín**  
 1.2 Cargo e institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**  
 1.3 Especialidad o línea de investigación:  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia**  
 1.5 Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%
-----

Lima, 15 de noviembre del 2022

  
**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP. N° 111611**

Firma del experto informante  
CIP: 111611

## Anexo 8:



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Julio José**
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis de parámetros físicoquímicos del bagazo de *Saccharum officinarum* y ácidos de *Citrus sinensis* (filtro) y condiciones del proceso operacional.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

81
-

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%  
 Lima, 23 de noviembre del 2022  
  
 Comité de Instrumentos de Evaluación  
 C.I.P.  
 DNDH: 04745430; 991568552

## Anexo 9:



- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez Julio José**
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrología ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de evaluación de parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de las muestras en aguas de la laguna Tloboccha.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 22 de noviembre del 2022

*[Firma manuscrita]*  
 Comité de Asesoría Informante  
 CIP  
 DNEI: 05456560: 991568552

## Anexo 10:



### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Dr. Ordóñez Gálvez Julio José**  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **Docente UCY Campus Los Olivos**  
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: **Hidrología ambiental.**  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia**  
 1.5 Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agrilina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

81
-

90%

Lima, 23 de noviembre del 2022

*[Firma manuscrita]*  
 Jefa de Departamento  
 CIP  
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

## Anexo 11:



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Mendoza Mogollón, Gianmarco Jorge**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Gestión Integral de residuos sólidos y economía circular**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de análisis de parámetros fisicoquímicos del bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de Citrus *sinesis* (filtro) y condiciones del proceso operacional.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

81
----

-
---

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 15 de noviembre del 2022

GIANMARCOS JORGE  
 MENDOZA MOGOLLÓN  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CP N° 28038

Firma del experto informante

CIP: 200348

DNI: 72946374 Teléfono: 974612339

## Anexo 12:



### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Ing. Mendoza Mogollón, Gianmarco Jorge**
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: **Docente UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de Investigación: **Gestión Integral de residuos sólidos y economía circular**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de evaluación de parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de las muestras en aguas de la laguna ~~JALACAMA~~.**
- 1.5. Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldarña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

81
----

-
---

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 15 de noviembre del 2022

GIANMARCO J. MENDOZA MOGOLLÓN  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP Nº 200348

Firma del experto informante  
CIP: 200348  
DNI: 72946374 Teléfono: 974612339

## Anexo 13:



### I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: **Ing. Mendoza Mogoilón, Gianmarco Jorge**  
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **Docente /UCV Campus Los Olivos**  
 1.3 Especialidad o línea de Investigación: **Gestión Integral de residuos sólidos y economía circular**  
 1.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha de control de remoción de metales pesados y análisis de eficiencia**  
 1.5 Autor(s) de Instrumento: **Reyes Meléndez, Graciela Agripina y Saldaña Polo, Robert Cristian**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

81
-

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 15 de noviembre del 2022

GIANMARCO JORGE  
 MENDOZA MOGOILÓN  
 MIEMBRO ASISTENTE  
 Reg. CIP N° 200348

Firma del experto informante  
 CIP: 200348  
 DNI: 72946374 Teléfono: 974612339

**Anexo 14:** Imágenes de la elaboración del filtro de bagazo de *Saccharum officinarum* y cáscaras de *Citrus sinensis*

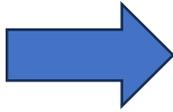
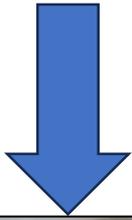


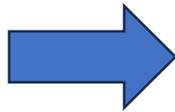
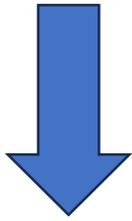
bagazo de *Saccharum officinarum*



cáscaras de *Citrus sinensis*

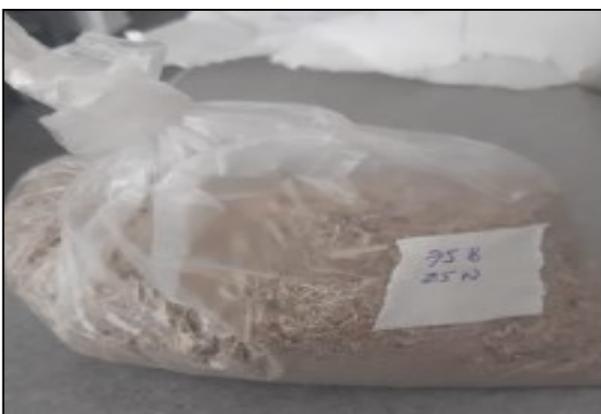








25% C.s. / 75% S.o. ( 1/3)





50% C.s. / 50% S.o. (1/1)

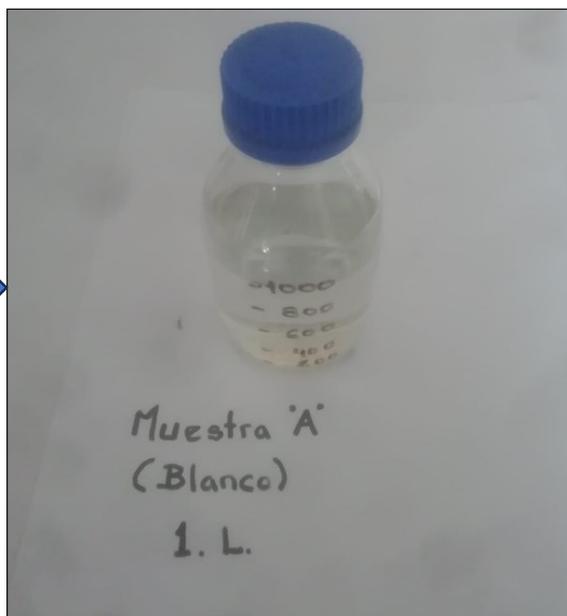
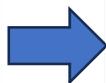
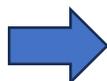


75% C.s. / 25% S.o. (3/1)

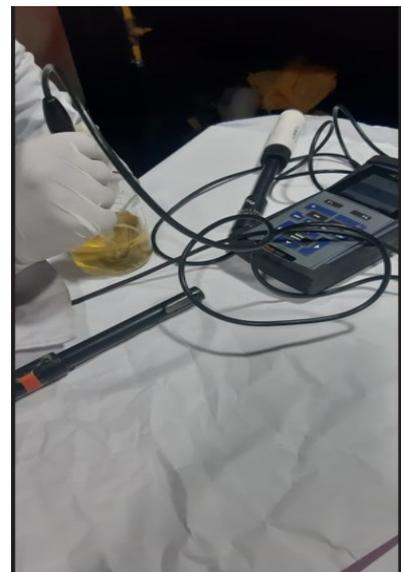
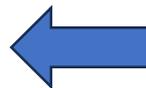
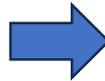




**Anexo 15:** Imágenes de la toma de muestra



## Anexo 16: Proceso experimental



## Anexo 16: Certificados de Calibración



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL -DA  
CON REGISTRO N° LC- 019

*Certificado de Calibración*

LA-015-2022



Pág. 1 de 1

- 1 **Cliente** : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 **Dirección** : Av. Costa Calle Urb. La Virreyza Mz E L1 18 - SMP
- 3 **Datos del Instrumento**
- |                           |                 |                               |                      |
|---------------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH | . N° de serie del Instrumento | : 1419003            |
| . Marca                   | : WTW           | . N° de serie sonda           | : C10224001          |
| . Modelo                  | : Multi 3430    | . Intervalo de indicación     | : 2.00 pH a 14.00 pH |
| . Identificación          | : Multi-SS02    | . Resolución                  | : 0.01 pH            |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2022-08-08
- 6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INDECOPI.

7 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	26,5	46,8
Final	25,9	46,2

8 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. vencimiento
MPC pH 4	GGP-S-01 2i	CC523997	2022-10-12
MPC pH 7	GGP-S-02 2i	CC506435	2022-11-26
MPC pH 10	GGP-S-03 2i	CC519894	2022-10-16

9 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,02	4,002	0,018	0,016
7,03	7,001	0,029	0,013
10,01	10,008	0,002	0,016

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de corrección obtenido es: 1,000
- c) El error máximo permisible considerado, tomando como referencia: IUPAC Recommendations 2002, "Measurement of pH, Definition, Standards, and Procedures" es: ± pH 0,03
- \* La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.

- La incertidumbre de medición reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medición" incertidumbre de medición primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de emisión

2022-08-16

  
**Enzo Barrera Zavala**  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C.

- 1 Cliente : START SOLUTIONS E.I.R.L.  
2 Dirección : Av. Santa Catalina Urb. La Vinuesa Mir E Lt 10 - SMP

3 Datos del Instrumento

. Instrumento de medición	: Medidor de Conductividad*	. N° de serie del instrumento	: 14190003
. Marca	: WTW	. N° de serie de sonda	: 14266700
. Modelo	: Multi 3430	. Intervalo de indicación	: 0,01 uS/cm a 200,0 mS/cm
. Identificación	: Multi-SS02	. Resolución	: 0,1 uS/cm -1 uS/cm -0,01 mS/cm

- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

- 5 Fecha de calibración : 2022-08-08

6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación del instrumento con valores asignados a materiales de referencia de conductividad específica certificados, según procedimiento "PC-022 Calibración de conductímetros" de INDECOPI.

7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	27,1	47,9
Final	26,9	47,4

8 Trazabilidad

Patrón usado	Código Interno	N° de lote o N° de certificado	F. Vencimiento
MRC 98,6 uS/cm	GGP-S-04.26	CC16134	2022-03-07
MRC 141,9 uS/cm	GGP-S-05.24	CC16108	2022-05-31
MRC 999,9 uS/cm	GGP-S-07.21	CC16153	2022-10-12

9 Resultados de medición

Indicación del instrumento	Valor del patrón	Error	Incertidumbre
100,5 uS/cm	98,6 uS/cm	1,9 uS/cm	2,3 uS/cm
1411 uS/cm	1410 uS/cm	1 uS/cm	7 uS/cm
9,92 mS/cm	9,97 mS/cm	-0,05 mS/cm	0,06 mS/cm

10 Observaciones

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.  
b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es:  $\pm (0,5 \% \text{ de la lectura})$   
\* La calibración del medidor de conductividad se realizó en el Multímetro.

- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimada siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEN.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-15



Enzo Barrera Zavala  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C.

- 1 **Cliente** : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 **Dirección** : Av. Santa Catalina Urb. La Vinayra N° E L118 - SMP
- 3 **Datos del Instrumento :**
- |                                |                                   |                                    |                          |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>Instrumento de Medición</b> | : Medidor de oxígeno <sup>1</sup> | <b>Nr de serie del Instrumento</b> | : 14190003               |
| <b>Marcas</b>                  | : WTIW                            | <b>Nr de serie de la sonda</b>     | : 14480194               |
| <b>Modelo</b>                  | : Multi 3400                      | <b>Alcance</b>                     | : 0.00 mg/L a 20.00 mg/L |
| <b>Identificación</b>          | : Multi 8502                      | <b>Resolución</b>                  | : 0.01 mg/L              |
- 4 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Agua - Green Group PE S.A.C.
- 5 **Fecha de calibración** : 2022-08-08
- 6 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de oxígeno, según procedimiento GGP-06 Calibración de Medidores de Oxígeno Disuuelto - Green Group.

7 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad (%)	Presión (mbar)
Inicial	25,0	50,3	997,8
Final	25,1	50,4	997,8

8 **Trazabilidad**

Materiales de Referencia	Código Interno	Nº Lots/Certificado	F. Vencimiento
Solución estándar de Oxígeno Zero	GGP-S-158	12807	2022-12-07
Barómetro	GGP-02	LFP-227-2020	2022-12-04

9 **Resultados de Medición**

Referencia (mg/L)	Lectura del Instrumento (mg/L)	Error (mg/L)	Incertidumbre (mg/L)
0,04	0,04	0,04	0,01
8,48	8,27	-0,13	0,01

10 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C.
- b) La precisión del instrumento declarado en el manual del fabricante es: ± (0,1 mg/L para 0 mg/L a 8,0 mg/L; 0,2 mg/L para más de 8,0 mg/L) (\*) Medidor perteneciente al multiparametro.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor de oxígeno disuuelto, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recibir a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- El certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sellos carecen de validez.
- La Incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 OIML.

Fecha de emisión

2022-08-16



**Enzo Barrera Zavala**  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C.

# Certificado de Calibración

LA-018-2022

Pág. 1 de 1

- 1 Cliente : START SOLUTIONS E.I.R.L.
- 2 Dirección : Av. Santa Catalina Urb. La Vinayna Mz E Lt 18 - SMP
- 3 Datos del Instrumento
- Instrumento de medición : Termómetro digital
  - Marca : WTW
  - Modelo : M30 3430
  - Identificación : Multi-5502
  - N° de serie del instrumento : 14190003
  - N° de serie de sensor : Termistor
  - Intervalo de Indicación : -10,0 °C a 110,0 °C
  - Resolución : 0,1 °C
- 4 Lugar de calibración : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 5 Fecha de calibración : 2022-08-08
- 6 Método de calibración

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 - Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2ª de INDECOPI

7 Condiciones Ambientales

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% RH)
Inicial	25,3	50,8
Final	25,7	47,2

8 Trazabilidad

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GQP-25	LT-411-2020 INACAL/DM	2022-11-22
	GQP-26	LT-417-2020 INACAL/DM	2022-11-20

9 Resultados de medición

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0,00	0,2	-0,20	0,04
15,00	15,2	-0,17	0,10
25,00	25,2	-0,18	0,04

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

10 Observaciones

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6,5 cm.
  - b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 7 minutos.
  - c) La precisión del instrumento es ± 0,4 °C
- \* La calibración del termómetro digital se realizó en la sonda de conductividad en el Multímetro.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale (ITS-90)).
- La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k=2$  de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser dilucidado completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.

Fecha de Emisión

2022-08-10



Enzo Barrera Zavala  
Jefe de Laboratorio de Calibración  
GREEN GROUP PE S.A.C.

# Anexo 17: Certificado de Laboratorio

**Green Lab Perú S.A.C.**

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003**

**INACAL**  
DA - Perú  
Laboratorio de Acreditación  
Registro N° LE-003

---

**INFORME DE ENSAYO**  
**N° 2305-183**

**RAZON SOCIAL** : REYES MELENDEZ GRACIELA A. / SALDAÑA POLO ROBERT. C.  
**DIRECCIÓN** : LOS OLIVOS  
**SOLICITADO POR** : REYES MELENDEZ GRACIELA A. / SALDAÑA POLO ROBERT. C.  
**ORDEN DE SERVICIO** : OS 2305-44  
**PROYECTO** : REMOCION DE METALES PESADOS MEDIANTE FILTROS CON BAGAZO DE SACCHARUM OFFICINARUM Y CASILLAS DE VIRUS SIMULSIS DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA TICTICOCHA - LIMA  
**PROCEDENCIA** : LAGUNA TICTICOCHA - LIMA  
**MUESTREO POR** : CLIENTE  
**CANTIDAD DE MUESTRAS** : 10  
**PRODUCTO** : AGUA  
**PROCEDIMIENTO DE MUESTREO** : NO APLICA  
**PLAN DE MONITOREO** : NO APLICA  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2023-05-23  
**PERIODO DE ENSAYO** : Del 2023-05-22 al 2023-05-23  
**FECHA DE EMISIÓN** : 2023-05-25

---

Gustos por utilizar los servicios de GREENLAB PERU S.A.C. Pagar en efectivo con el Ejecutivo de Ventas, o demás información adicional o cualquier aclaración que perteneciera a este informe.

**Informe Autorizado por**

  
**Karin Loayza O.**  
Jefe de Laboratorio

  
**Juan Ramirez M.**  
Jefe de Calidad  
C.I.F. N° 264960

---

**Nota:**  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERU S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERU S.A.C. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a las muestras como se reciben.

1 de 7

 Calle Santa Angélica N° 285 Urb. Santa Luisa - San Martín de Porres - Lima Cel. 958 617 345 959 833 693  
[www.greenlabperu.com](http://www.greenlabperu.com)

INFORME DE ENSAYO  
N° 2305-183

RESULTADOS DE ANALISIS

Código del Laboratorio	:	2305-183-1	2305-183-2	2305-183-3	2305-183-4	2305-183-5		
Descripción de la muestra	:	A	B1	B2	B3	C1		
Fecha muestra	:	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21		
Hora muestra	:	18:00 p. m.	18:00 p. m.	18:00 p. m.	18:00 p. m.	18:00 p. m.		
Categoría	:	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA		
Sub categoría	:	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA		
Fecha de Recepción	:	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22		
Hora de Recepción	:	9:20 a. m.	9:20 a. m.	9:20 a. m.	9:20 a. m.	9:20 a. m.		
Coordenadas (WGS-84)	:	E: 0368970 N: 8716616	E: 0368970 N: 8716616	E: 0368970 N: 8716616	E: 0368970 N: 8716616	E: 0368970 N: 8716616		
Parámetro	Unidades	Fecha de Análisis	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	
<b>Resultados de Muestras Totales</b>								
CADMIO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-22	0,0003	0,0008	0,0003	0,0003	0,0004	0,0004
COBRE	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-22	0,001	0,290	0,003	0,002	0,002	0,003
PLOMO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-22	0,004	0,007	0,0040	0,004	0,004	0,0041
ZINC	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-22	0,0003	0,3600	0,0282	0,0324	0,0324	0,0323

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
L.C.M. Límite de concentración del Método

**Nota:**

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERU S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERU S.A.C. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a las muestras como se reciben.

INFORME DE ENSAYO  
N° 2305-183

RESULTADOS DE ANALISIS

Código del Laboratorio	:	2305-183-6	2305-183-7	2305-183-8	2305-183-9	2305-183-10
Descripción de la muestra	:	C2	C3	D1	D2	D3
Fecha muestra	:	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21
Hora muestra	:	18:00 p. m.				
Categoría	:	NO INDICA				
Sub categoría	:	NO INDICA				
Fecha de Recepción	:	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22
Hora de Recepción	:	9:20 a. m.				
Coordenadas (WGS-84)	:	E: 0368970 N: 8716616				

Parámetros	Unidades	Fecha de Análisis	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Análisis de Metales Pesados</b>								
CADMIO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,0003	0,0003	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004
CIBRE	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,001	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004
PLOMBO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,004	0,0045	0,004	0,004	0,0042	0,0045
ZINC	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,0020	0,0065	0,0021	0,0032	0,0040	0,0006

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
L.C.M. Límite de cualificación del método.

**Nota:**

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERÚ S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de preservabilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERÚ S.A.C. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a las muestras como se reciben.

INFORME DE ENSAYO  
N° 2305-183

RESULTADOS DE ANALISIS

	2305-183-11	2305-183-12	2305-183-13	2305-183-14	2305-183-15
Código del Laboratorio	E1	E3	E3	F1	F2
Descripción de la muestra	2023-05-23	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21
Fecha muestra	18:00 p. m.				
Horario muestra	NO INDICA				
Categoría	NO INDICA				
Sub categoría	NO INDICA				
Fecha de Recepción	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22
Hora de Recepción	9:20 a. m.				
Coordinador (WGS-04)	E: 0368978 N: 8736616				

Parámetros	Unidades	Fecha de Análisis	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Sistema de Muestreo Testeo								
CADMIUM	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,0003	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003
COBRE	mg/L	Del 2023-05-21 al 2023-05-21	0,001	0,003	0,004	0,003	0,003	0,003
PLOMBO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-22	0,004	0,0042	0,0051	0,0052	0,004	0,0045
ZINC	mg/L	Del 2023-05-21 al 2023-05-21	0,0003	0,0415	0,0421	0,0550	0,0374	0,0340

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
L.C.M Límite de cuantificación del Método

**Nota:**

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERÚ S.A.S. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perechibilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERÚ S.A.S. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a las muestras como se reciben.

**INFORME DE ENSAYO**  
N° 2305-183

**RESULTADOS DE ANALISIS**

	2305-183-05	2305-183-07	2305-183-08	2305-183-19
Código del Laboratorio	F3	G1	G2	G3
Descripción de la muestra				
Fecha muestreo	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21	2023-05-21
Hora muestreo	18:00 p. m.	18:00 p. m.	18:00 p. m.	18:00 p. m.
Categoría	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA
Sus categoría	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA
Fecha de Recepción	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22	2023-05-22
Hora de Recepción	9:20 a. m.	9:20 a. m.	9:20 a. m.	9:20 a. m.
Coordenadas (WGS-84)	E: 0368978 N: 8716616	E: 0368978 N: 8716616	E: 0368978 N: 8716616	E: 0368978 N: 8716616

Parámetro	Unidades	Fecha de Análisis	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
<b>Medidas de Metales Traces</b>							
CADMIUM	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23 Del 2023-05-22	0,0003	0,0005	0,0003	0,0004	0,0005
COBRE	mg/L	Del 2023-05-23 al 2023-05-23	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003
PLOMO	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,004	0,004	0,0045	0,0040	0,004
ZINC	mg/L	Del 2023-05-22 al 2023-05-23	0,0005	0,0206	0,0420	0,0207	0,0207

Los muestros recibidos cumplen con los condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.  
L.C.M. Límite de Cuantificación del Método

**Nota:**

Es prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de GREENLAB PERU S.A.C. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado después de su recepción en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. GREENLAB PERU S.A.C. deslinda la responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, así también, si las muestras han sido suministradas por el mismo, los resultados se aplican a las muestras como se reciben.

Anexo 18: Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA



CUT: 135807

Expediente  
Materia

: CUT - 135807 - 2015  
: Protocolo Nacional para el Monitoreo de la  
Calidad de los Recursos Hídricos

RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010 -2016-ANA

Lima, 11 ENE. 2016

VISTO:

El Memorando N°2484-2015-ANA-DGCRH de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos; y,

CONSIDERANDO:

Que, conforme el artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, es función de la Autoridad Nacional del Agua, dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos;

Que, según el artículo 76° de la acotada Ley, la Autoridad Nacional del Agua en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa y fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por la autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad de recurso;

Que, el artículo 128° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG, establece que el monitoreo de la calidad de las aguas, en el marco del Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua, se efectúa de acuerdo con el protocolo aprobado por la Autoridad Nacional del Agua;

Que, asimismo el artículo 6° de las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, y modificado por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, prescribe que la autoridad competente establece el protocolo de monitoreo de la calidad ambiental del agua, en coordinación con el MINAM y la participación de los sectores respectivos;

Que, el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial" fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA;

Que, con Resolución Jefatural N° 251-2015-ANA se prepublicó un proyecto de protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial, para que durante el plazo de quince (15) días hábiles, se reciban las opiniones y comentarios respectivos;



Que, con documento del visto, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos remite el Informe Técnico N° 175-2015-ANA-DGCRH/GECRH-MEPBMH y la nueva propuesta de Protocolo que propone estandarizar criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino costeros, considerando las normas internacionales en su última actualización y estableciendo mayores precisiones para el monitoreo; propuesta que contempla los aportes, comentarios y sugerencias efectuados por las autoridades ambientales correspondientes;

Que, en tal sentido el citado informe recomienda se apruebe el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, ello en cumplimiento a lo previsto en el artículo 6° de las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobadas por el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, modificado por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM;

Que, por lo expuesto resulta necesario dictar el acto administrativo que apruebe el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, y deje sin efecto la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA; y

Con el visto de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, la Oficina de Asesoría Jurídica y de la Secretaría General, y en uso de las facultades conferidas en el artículo 11° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- Aprobación**

Aprobar el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", que forma parte integrante de la presente resolución.

**Artículo 2°.- Publicación**

Disponer la publicación de la presente resolución y del Protocolo aprobado mediante el artículo precedente en el portal institucional de la Autoridad Nacional del Agua: [www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe)

**Artículo 3°.- Derogatoria**

Dejar sin efecto la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA.

Regístrese, comuníquese y publíquese,



**JUAN CARLOS SEVILLA GILDEMEISTER**

Jefe  
Autoridad Nacional del Agua

