



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Remoción de plomo mediante un biofiltro, empleando cáscara de limón en aguas del río Santa, sector Chuquicara, Ancash, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Espinoza Lazaro, Shirly Cinthya ([orcid.org/0000-0002-1507-4649](https://orcid.org/0000-0002-1507-4649))

Vasquez Santisteban, Victor Hugo ([orcid.org/0000-00001-8064-8074](https://orcid.org/0000-00001-8064-8074))

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo ([orcid.org/0000-0001-8850-8463](https://orcid.org/0000-0001-8850-8463))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

*A dios por brindándome la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida, lleno de bendiciones y salud, y poder lograr mi formación profesional.*

*A mis padres, que siempre han estado a lado mío, a pesar de los errores cometidos en la juventud, impulsándome a seguir adelante,*

*Doy gracias a Dios por ese progreso dentro de mi carrera por ser mi compañía y servidos.*

*A mis padres por el esfuerzo que hacen al apoyarme en este proyecto, por inculcarme valores como discipline y persistir en nuestros sueños profesionales.*

*A mi hermano por ser mi amigo, mi, hijo y darme un aliento en momentos difíciles.*

## AGRADECIMIENTO

*Doy gracias a dios por darme la oportunidad de compartir este paso de mi vida profesional con todos mis seres queridos.*

*A mi asesor de tesis Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo, quien nos brindó su apoyo incondicional desde el primer momento, inculcándonos con su metodología de enseñanza y guiándonos en el desarrollo de este proyecto*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. MARCO TEÓRICO .....	03
III. METODOLOGÍA.....	09
3.2. Variables de operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos .....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN .....	24
VI. CONCLUSIONES .....	28
VII. RECOMENDACIONES .....	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

**TABLA N<sup>a</sup> 01:** Técnicas de Instrumentos y Recolección de Datos

**TABLA N<sup>a</sup> 02:** FRX – Cenizas de Cascara de Limón.

**TABLA N<sup>a</sup> 03:** pH Realizados – Muestra Patrón y Experimentales.

**TABLA N<sup>a</sup> 04:** Resultado del barrido de metales en el agua del rio santa.

**TABLA N<sup>a</sup> 05:** Resultado de la presencia de plomo en el agua del rio santa – Muestra Patrón.

**TABLA N<sup>a</sup> 06:** Resultado de la presencia de plomo en el agua del rio santa – Muestra Experimental 1.

**TABLA N<sup>a</sup> 07:** Resultado de la presencia de plomo en el agua del rio santa – Muestra Experimental 2.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

**Gráfico N° 01:** Grafico Comparativo Resultados de Cantidad de pH obtenidos – Limites Máximo Permitidos Según ECA.

**Gráfico N° 02:** Resultados representados por medio de Diagrama de Barras: Cantidad de Plomo muestra patrón – con adición de cenizas de cascara de limon y L.M.P según ECA L.M.P.

**Gráfico N° 03:** Representación de Curva de Variación de Plomo.

**Imagen 01:** Recolección y limpieza de materia prima cascara de limón

**Imagen 02:** secado de materia prima cascar de limón al aire libre.

**Imagen 03:** proceso de trituración de materia prima cascara de limón

**Imagen 04:** Se procedió a realizar el tamizado de la cascara de limón.

**Imagen 05:** almacenamiento de componente principal cascara de limón

**Imagen 06:** Recolección de nuestra muestra Patrón y experimentales en las aguas del rio santa, sector chuquicara

**Imagen 07:** se procedió a llevar las muestras secas al laboratorio de arquimetria de la UNT, para realizar el ensayo de ATD

**Imagen 08:** Armado de biofiltro, empleando los componentes necesarios

**Imagen 09:** se procedió colocado de capa de algodón, para el proceso de remoción empleando el biofiltro.

**Imagen 10:** verificación de biofiltro, asegurándose que no presente ninguna filtración en las uniones

**Imagen 11:** adición de 5gr/L de cenizas de cascara de limón a la muestra patrón.

**Imagen 12:** proceso de filtración, se dejará en reposo 120 minutos, para luego dar inicio al proceso de filtración

**Imagen 13:** se procedió a llevar las muestras experimentales tratadas al laboratorio Colecbi S.A.C. para los ensayos Correspondientes.

**Imagen 14:** se procedió a llevar las muestras experimentales tratadas al laboratorio Colecbi S.A.C. para los ensayos Correspondientes.

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación, tiene como línea de investigación el diseño de obras hidráulicas y saneamiento, proponiéndose como como finalidad establecer el porcentaje de remoción de plomo en aguas del rio santa – sector chuquicara empleando un biofiltro con adición de cenizas de cascara de limón en dos dosificaciones las cuales son de 2.5 gr/L y 5 gr/L. Para la realización del siguiente proyecto se realizaron ensayos tales como: el análisis térmico diferencial, análisis de fluorescencia de rayos x ,barrido de metales y pH , con la finalidad de recolectar toda la información posible acerca de nuestro componente empleado y lograr la obtención de una muestra optima , la cual nos garantizo un buen proceso al momento del proceso de remoción de plomo efectuadas a las aguas del rio santa – sector chuquicara , cumpliendo con los parámetros establecidos por el ECA (estándares de calidad del agua ).

El proyecto de investigación fue experimental, se empleó el método de adsorción, este método se encargó en la captación de las diferentes propiedades químicas presentes en nuestro componente, en el cual se empleó las cenizas de cascara de limón directamente en contacto con el agua contaminada extraídas del rio santa dentro del biofiltro, teniendo así comportamientos fisicoquímicos, la ceniza de cascara de limón brindo mayores cantidades de Oxido de Potasio, Oxido de Calcio, Oxido de Aluminio, Ácido Fosfórico, propiedades que fueron activadas térmicamente a temperatura indicada por el ensayo del ATD (410°C) y siendo activadas fueron establecidas por el ensayo de FRX.

Llevándose el término del proyecto de esta investigación mediante un método experimental trabajando con dosis de 2.5 gr/l de cenizas de cascara de naranja mediante un biofiltro, se obtuvo un 95.82 % de remoción de plomo en referencia a la muestra patrón extraída del rio santa. Así mismo se empleó a dosis de 5 gr/l de cenizas de cascara de naranja basándose en el mismo método, en el cual se obtuvo 99.76 % de remoción de plomo en referencia de la muestra patrón del rio santa. Por lo tanto, habiéndose comparado los resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental.

Palabras claves: Bio-filtro, Adsorción, ECA, remoción.

## ABSTRACT

This research project has as its line of research the design of hydraulic works and sanitation, proposing as its purpose to establish the percentage of lead removal in the waters of the Santa River - Chuquicara sector using a biofilter with the addition of lemon peel ashes in two dosages which are 2.5 gr/L and 5 gr/L. To carry out the following project, tests were carried out such as: differential thermal analysis, x-ray fluorescence analysis, metal scanning and pH, in order to collect all possible information about our component used and obtain a Optimal sample, which guaranteed us a good process at the time of the lead removal process carried out in the waters of the Santa River - Chuquicara sector, complying with the parameters established by the ECA (water quality standards).

The research project was experimental, the adsorption method was used, this method was responsible for capturing the different chemical properties present in our component, in which the lemon peel ashes were used directly in contact with the extracted contaminated water. of the Santa River within the biofilter, thus having physicochemical behaviors, the lemon peel ash provided greater amounts of Potassium Oxide, Calcium Oxide, Aluminum Oxide, Phosphoric Acid, properties that were thermally activated at the temperature indicated by the ATD test. (410°C) and being activated were established by the XRF assay.

Taking the end of this research project through an experimental method working with a dose of 2.5 gr/l of orange peel ash through a biofilter, a 95.82 % lead removal was obtained in reference to the standard sample extracted from the Santa River. . Likewise, a dose of 5 gr/l of orange peel ash was used based on the same method, in which 99.76 % lead removal was obtained in reference to the standard sample of the Santa River. Therefore, having compared the results obtained with the environmental quality standards.

Keywords: Bio-filter, Adsorption, ECA, removal.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El agua al pasar de los años va perdiendo su calidad el cual se ve afectado por actividades industriales como: la minería la cual es la que más perjudica la calidad del agua debida que sus aguas residuales son desechadas a los ríos, mares y fuentes de agua que son empleadas para el consumo humano.

En la investigación realizada por la OMS (2018) , nos manifiesta que la contaminación por plomo y arsénico de las aguas subterráneas es uno de las mayores preocupaciones que se han extendido con el pasar de los años , el estudio tubo como base 151 fuentes de aguas de 12 distritos del Perú , de los cuales se extrajo muestras tantos de aguas subterráneas como superficiales , de los cuales se obtuvieron resultados que muestran que el nivel de plomo es muy elevado y no califica para el consumo humano según su índice , varias países a nivel mundial suelen presentar niveles importantes de consumo de agua contaminada .

Los agravios originados en el sector salud suelen ser muy graves debido a que las autoridades de nuestro país y del mundo, tanto del sector ambiental como salud no cumplen su función y mayormente no prestan la debida atención , y proponen un plan de contingencia que apoye a la erradicación de este problema, por lo anteriormente expuesto el estado peruano siendo el año 2017 realiza la publicación del D.S 004-2017 -MINAM del ministerio del ambiente ,el cual brinda información sobre los límites máximos permisibles y de los ECA .

El departamento de Ancash debido a la cantidad de industrias mineras operando en su localidad, no está alejada a esta contaminación hídrica, culpable del envenenamiento de sus afluentes con elementos nocivos para la salud tales como plomo y arsénico perjudicando de esta manera la cuenca del rio santa, afectando a la población del sector Chuquicara.

Por lo anteriormente expuesto, como consecuencia de este problema, se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál será el porcentaje factible para la remoción de plomo del agua del rio santa, sector chuquicara empleando el biofiltro de cascara de limón?

Con esta investigación se buscara beneficiar a los moradores del sector chuquicara, , brindando una calidad de vida y salud más aceptable, con este estudio se logrará

la remoción de los metales pesados en las afluentes contaminadas por el sector minero, brindando una solución económica motivando a la siembra y cultivo de limón siendo este un recurso renovable. Por lo cual, la justificación de este estudio no solo evoca al área de la ciencia proponiendo el uso de un biofiltro económico y renovable, sino también del área agrícola.

En la realización de esta investigación se empleará la justificación metodológica para reunir toda la información que aporten a la realización de este estudio y así lograr brindar diseños teóricos confiables y validados, logrando de esta manera los objetivos establecidos.

Seguidamente se logró determinar el objetivo principal: Determinar la proporción de remoción del plomo en las aguas del río Santa – sector Chuquicara, empleando el biofiltro de cascara de limón, para la realización del objetivo general nos apoyaremos en objetivos específicos que nos facilitaran la realización del objetivo principal:

- Señalar la temperatura de calcinación del componente, a través del ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
- Realizar la identificación de los compuestos químicos de las cenizas de cascara de limón empleando el Análisis de Fluorescencia de Rayos X.
- Indicar el porcentaje de pH de la muestra patrón y experimentales.
- Realizar la caracterización de metales del agua del río Santa mediante el ensayo de Barrido de Metales.
- Realizar el Análisis y comparación de resultados, para señalar la variación de la remoción en los dos grupos experimentales.
- Diseño de biofiltro.

Por la interrogante anteriormente expuesta, se propondrá la siguiente hipótesis: la remoción de plomo en las aguas del río Santa, sector Chuquicara, empleando el biofiltro de cascara de limón en dosificaciones de 2.5 gr /L y 5 gr/L sería mayor a 80%.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional ,Marshall y Espinoza (2016) , en su investigación denominada “Evaluación del poder biosorbente de las cascaras de cítricos (Liman y Toronja ) para la eliminación de metales pesados ; plomo (pb) y Mercurio (Hg) en aguas residuales sintéticas ” de la Universidad de Guayaquil ,desarrollaron un estudio la cual tuvo como finalidad identificar la cantidad de biosorción de metales pesados que tienen la cascara de cítricos deshidratados ,asimismo identificar el potencial de remoción de elementos metálicos que presenta la cascara deshidratada.

Este estudio resolvió una metodología teórica – experimental ,recopilando fundamentos teóricos necesarios para el empleo del componente principal empleado “la cascara de citratos” , la cual fue empleada como elemento para remover elementos metálicos , se llegó a la conclusión que la cascara de cítricos tiene un gran potencial para eliminar metales contaminantes como Pb y hg , esto es debido a su alta concentración de elementos pépticos tanto en el limón (2.5 -4) g de pectina /100 g de elemento, como de la toronja (3.6-6. 0) g, de pectina /100 g de elemento, para lograr la obtención del porcentaje de biosorción de fue necesario emplear 3 g del bio removedor para obtener 93.54 % de biosorción indicando que es la óptima proporción, el mercurio presento un porcentaje mayor empleando 3 g de bio removedor logro un 98.80 %, finalmente se llegó a la conclusión de que la cascara de toronja tiene la más alta remoción de Pb siendo esta de 3.861 mg/g en comparación a la cascara de limón 3.644 mg/g.

Algarra (2015), en su investigación denominada “Evaluación de un filtro con biomasa Cítrica para remover Cromo presente en soluciones fluidas”, de la Universidad Libre de Colombia, la investigación tuvo como finalidad analizar la biosorción del cromo en modo semibatch, presentes en una solución acuosa fijada dentro de un filtro de columna, asimismo analizar el potencial de retención , por los volúmenes ante variación del potencial de hidrogeno , considerando el caudal alimentador del filtro , finalmente analizaron los efectos que conlleva una altura en la columna sobre los procesos de retención .

En este estudio emplearon un método teórico y experimental, bajo una visión cualitativa y cuantitativa, recopilando los fundamentos teóricos necesarios para su empleo, en este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Al producirse variaciones en los caudales, nos indicara que su tiempo de saturación y de ruptura aumentara con la bajada del caudal alimentador, considerando el proceso de bioadsorción, al cambiar su altura de relleno, aumentara la cantidad de retener, por ende, se consideró a mayor altura, mayor cuantía de cascara de limón presentes en la columna aumentaría su capacidad de retención.

Asimismo, los valores de capacidad de biosorción descubiertos por los autores en otros estudios con el mismo proceso empleando otro componente biosorbente, los resultados fueron del 40 % de retención, podríamos indicar que fue un nivel bajo, si consideramos continuar la línea de investigación podríamos elevar el porcentaje obtenido elevando la temperatura.

Verdugo (2017) , en investigación denominada “ bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de mandarina (*Citrus reticulata* ) ” de la Universidad Politécnica Salesiana , este estudio tuvo como objetivo verificar como se realiza el proceso de bioadsorción , donde se optó por realizar la variación de algunos parámetros del componente , estos fueron concentración del metal y tiempo de agitación ,con la finalidad de lograr este objetivo principal , tuvieron que apoyarse en los siguientes objetivos específicos los cuales fueron , definir el porcentaje de bioadsorción , existentes en las aguas negras empleando el componente cítrico , asimismo se buscó determinar la importancia del pH en el proceso , determinando su pH ideal , se buscó de la misma manera definir la temperatura ideal con la finalidad de lograr identificar la mayor potencia de adsorción lográndose definir el diámetro ideal de las partículas de bioadsorción.

En este estudio emplearon un método descriptivo y experimental, bajo una visión cuantitativa, recopilando los fundamentos teóricos necesarios para su empleo, en este estudio se llegó a las siguientes conclusiones: se logró comprobar haciendo una captación de 5ppm y removiéndolo durante 2 horas , se llegó a determinar que el pH ideal para los procesos de remoción de pb y cr es del 4 % dándonos una eficiencia del 71.9 % y 54.4 % llegándose a la conclusión que el bioadsorbente elaborados por cáscaras de cítricos tiene la capacidad de remoción sobre el plomo y cromo respetando algunos criterios

Ordoñez (2016), en su investigación denominada “Bioadsorción de Pb y Cr mediante la utilización de cascara de naranja (*Citrus sinensis*) molida” de la

Universidad Técnica de Machala, el objetivo de este estudio fue conocer la caracterización del cítrico empleado para la utilización como componente bioadsorbente, también lograr obtener la capacidad de adsorción la cual será empleada para remover plomo y cromo, cambiando la dosificación y el tamaño de partícula, se llegó a la conclusión que el componente empleado tiene el poder de remoción sobre el plomo y cromo, esto se debe a que sus componentes tales como hidroxilo, carboxílico, alquilo los cuales existen en su composición molecular con el número de gramos de biomasa por gramo.

A nivel nacional Cerdán (2019), en su investigación denominada “Remoción de plomo de las aguas del río Chota utilizando biofiltro de arcilla y cascara de naranja – Cajamarca Perú” de la Universidad San Pedro, tuvo como objetivo determinar la remoción de las aguas del río Chota, empleando un biofiltro de arcilla y cascara de naranja, asimismo determinar la temperatura de calcinación empleando el ATD, también se determinó la composición de óxidos mediante un análisis de FRX y como último objetivo determinar el diseño de biofiltro a emplear.

El tipo de investigación fue experimental, se evaluaron las muestras tanto la muestra patrón como las experimentales, también se estudió el análisis experimental del agua con el objetivo de reducir el porcentaje de plomo mediante el empleo del biofiltro con (esferas biofiltrantes de 5 ml), en diferentes tiempos y cantidades. En este estudio se llegó a las siguientes conclusiones: tanto la arcilla como la cascara de naranja suelen activarse mediante calor y se logran convertir en un material absorbente logrando eliminar el plomo (Pb) en el agua, estos resultados fueron brindados mediante un ensayo de FRX (7.5%), luego estos resultaron se pusieron a disposición mediante un estudio de agua el cual se realizó en el departamento de química del Instituto Regional De investigación de Agua, de este estudio se comprobó que las esferas de 5 mm de diámetro fueron la más eficaces para la eliminación de plomo, con una reducción significativa del 47.6%.

Aguilar y Flores (2018), en su investigación denominada “evaluación de la Cascara de Naranja como material adsorbente natural del ion metálico Cu (II)” de la Universidad Nacional San Agustín, desarrollaron una investigación enfocándose en demostrar

la selección de adsorbentes naturales empleando la cascara de naranja , tanto del jugo como de la hierba con la finalidad de emplearla como elemento absorbente de iones metálicos Cu (II) de soluciones sintéticas , el objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad de absorción de cobre (II) empleando la cascara de naranja , estos materiales se desoxidan con cloruro de sodio y se reticulan con cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) , con la finalidad de aumentar el sitio de activación y promover la absorción de Cu(II) , se reticulan ambas cascara con HCL 0.01 M, tanto sin metilar como desmetilado .

Este estudio puede finalizar indicando que se logró determinar las capacidades máximas de adsorción de Cu (II) habiéndose empleado un material cítrico, tomando en cuenta algunos criterios.

Salas (2017), en su investigación denominada “Eliminación de Plomo (II) y Hierro (II) ,por Bioadsorción con cascara de naranja en residuos líquidos procedentes del laboratorios químico de southem Perú ” de la universidad Nacional de San Agustín Arequipa, en este estudio se analizó los procesos de bioadsorción para el control de metales pesados , los cuales pueden involucrar el uso de cascara de naranja residual de la extracción de jugo de Pb<sub>2</sub> y Fe<sub>2</sub> las cuales están presentes en las aguas residuales del Insituto Químico Del Sur del Perú .

Se obtuvieron los resultados las cuales mostro una correlación entre la concentración del plomo y hierro, estos fueron estudiados en el sistema de lotes en función del potencial de hidrogeno, la temperatura, la fuerza de los iones, las concentraciones tanto la inicial como la final, se consideró también el tamaño de partículas el tipo de tratamiento a emplearse.

Este estudio finalizo indicando que la cascara del citrus sinensis, sería útil para procesos de remoción siendo este un componente muy eficaz para la descontaminación de agua residual, que contengan metales pesados, finalmente se comprobó que es un biosorbente con alta condición de remoción de metales pesados.

A nivel local, Ambrosio (2019), en su tesis titulada “Consortio de un biofiltro (Eichhornia crassipes y cascara de naranja y residuos de maíz y agregados) para la reducción de arsénico y plomo en el agua potable de Pasco” de la Universidad

Cesar Vallejo, el cual tuvo como objetivo comprobar el efecto de una combinación de biofiltros (jacinto de agua y piel de naranja, harina de maíz y agregados) sobre la disminución de arsénicos y plomo en el agua potable de la ciudad de Pasco, y el porcentaje de plomo limitado por el kit de filtración biológica. Se llegó a la siguiente conclusión: se determinó las concentraciones iniciales de arsénico y plomo de las muestras obtenidas las cuales fueron inicialmente 0.028 mg/L y 0.019 mg/L siendo los resultados finales 0.018 mg/L y 0.009 mg/L respectivamente, donde el arsénico reducido fue 0.018 mg/L y el plomo con 0.010 mg/L, después del intervalo de tiempo de 144 horas de haber iniciado el proceso. Encontrándose los valores finales de ambos metales pesados dentro del estándar de calidad, el cual es de 0.010 mg/L.

Bravo (2020), en su tesis Titulada “ Efecto del Ph en la absorción de cromo hexavalente por la pectina de la mandarina en soluciones sintéticas ” de la Universidad Privada del Norte “ , este estudio tuvo como finalidad establecer la reacción del Ph sobre la adsorción del cromo por la pectina de la mandarina, para lograr realizar este estudio tuvieron que emplear dispositivos un dispositivo experimental que consta de 10 soluciones con concentración básicas de sulfato de cromo de 10 mg/L y 20 mg/L, consecutivamente , la pectina fue extraída mediante el proceso denominado hidrólisis acida y fue vertida a Ph a razón de 0.5 g por muestra tratada .

Luego se procedió a realizar las medidas del cr residual, empleando espectroscopia de adsorción atómica, sobre la base, asimismo de procedió a calcular el porcentaje de cromo eliminado , para este fin se empleó la ecuación de gradiente en una  $C_i = 10$  mg/L, determinándose que los grados de eliminación eran de 78 % y 80 % respecto al pH , concluyendo que el ph , es un factor importante y que empleando las pectinas reticuladas de cítricos estudiados , para procesos de bioadsorción nos brindarían óptimos resultados para la eliminación de metales pesados .

Espinoza (2019), en su investigación denominada “Eficiencia de biofiltros a base de cascaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del rio chillón, callao 2019” de la Universidad Cesar Vallejo; este estudio evoco al estudio del efecto de los biofiltros empleando la corteza de las plantas como la maracuyá (*pasiflora edulis*), plátano (*musa paradisiaca*) y lechos filtrantes (mármol, grava, arena gruesa

, arena fina) así disminuir los metales pesados en el agua del río. Tuvo una población de 360 litros, pues se emplearon 03 biofiltros (Plátano, maracuyá y ambas formando un solo componente), se realizó la evaluación de los biofiltros en dos tiempos diferentes, cumpliendo los parámetros del ECA,

En este estudio emplearon un tipo de investigación aplicada y experimental, bajo una visión cuantitativa, recopilando los fundamentos teóricos necesarios para su empleo:

Este estudio finalizó indicando que el biofiltro realizado a base de vegetales, sería muy útil para procesos de remoción dándonos para el plátano 21.5 % de eficiencia de remoción y el de maracuyá un 31.8 %, y el biofiltro conformadas por ambas tuvo una eficiencia de remoción de 41.2 % , por ende el biofiltro conformada por ambas tuvo mejores resultados , removiendo así el 98 % de metal pesado (cobre ), siendo este un componente muy eficaz para la descontaminación de agua residual, que contengan metales pesados, finalmente se comprobó que es un biosorbente con alta condición de remoción de metales pesados.

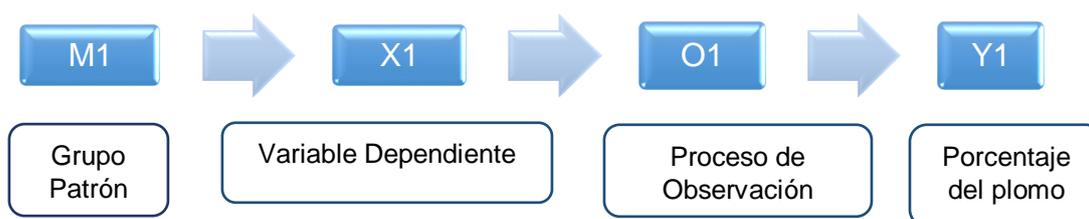
### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue aplicada, los resultados alcanzados serán usados para solucionar problemas en el área hidráulica específicamente al estudio de remoción de metales pesados, por medio de un biofiltro empleando las cenizas de cascara de limón térmicamente activados, en dosificaciones de 2 gr/ L y 5 gr/L, buscando instaurar el porcentaje ideal para lograr la remoción de los metales pesados existentes en el agua empleada como muestra patrón.

El diseño de investigación fue experimental, se procedió a evaluar las dos muestras a través de ensayos, de los cuales obtendremos resultados tanto del grupo patrón como de las experimentales, estos grupos serán divididos para el mejor desarrollo del estudio en: Grupo Patrón, muestra sin adición de cenizas de cascara de limón, Experimental 01 con adición de cenizas de cascara de limón en 2.5 gr/l y Experimental 02 con 5 gr/l, con el objetivo de disminuir las proporción de plomo presentes en las aguas del rio chuquicara, y poder finalizar concluyendo que existirá una mejora calidad de agua que cumpla los parámetros estipulados según ECA, estará representado en:

#### GRUPO CONTROL



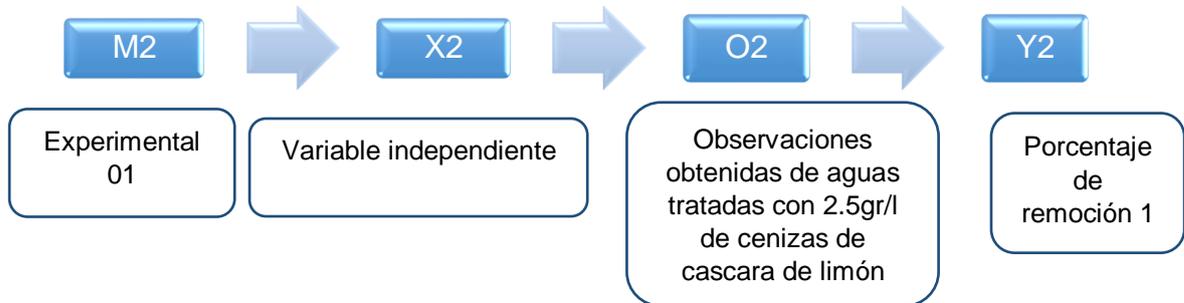
**M1:** Grupo Control (Aguas del rio Santa -muestra Patrón sin adición de cenizas de cascara de limón)

**X1:** Dosificación del agua sin considerar adición de cenizas de cascara de limón)

**O1:** Observaciones obtenidas, son los resultados anotados en la guía de observación.

**Y1:** Variable Dependiente (Cantidad de Plomo sin adición de ceniza de cascara de Limón).

### GRUPO EXPERIMENTAL 1



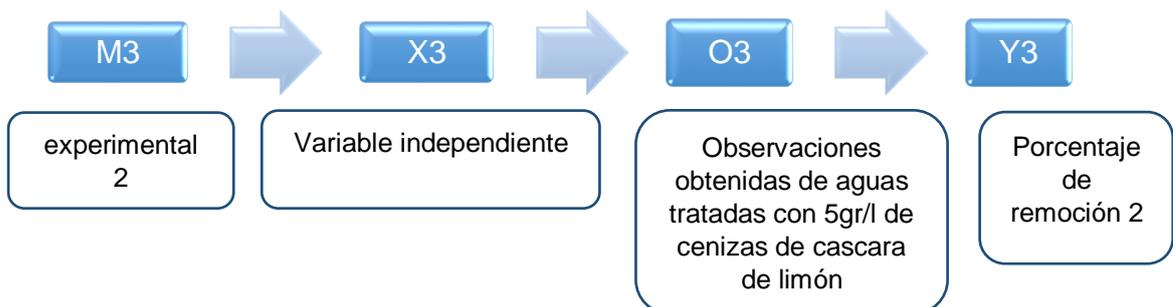
**M2:** Grupo Experimental (aguas del rio santa, sector chuquicara con adición 2.5 gr/l de ceniza de cascara de Limón empleando el método de adsorción.

**X2:** Variable independiente (Dosificación del agua con 2.5gr/l con cenizas de cascara de Limón)

**O2:** observación obtenida Grupo Experimental 01, son los resultados plasmados en la guía de observación con adición de 2.5gr/L. Ceniza de cascara de Limón.

**Y2:** Variable Independiente (Cantidad de plomo con 2.5gr/l de ceniza de cascara de Limón).

### GRUPO EXPERIMENTAL 2



**M3:** Grupo Experimental (aguas del rio santa, sector chuquicara con adición 5 gr/l de ceniza de cascara de Limón empleando el método de adsorción.

**X3:** Variable independiente (Dosificación del agua con 5 gr/l con cenizas de cascara de Limón)

**O3:** observación obtenida Grupo Experimental 01, son los resultados plasmados en la guía de observación con adición de 5 gr/L. Ceniza de cascara de Limón.

**Y3:** Variable Independiente (Cantidad de remoción de plomo con 5gr/l de ceniza de cascara de Limón).

### **3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN**

#### 3.2.1. Variable Dependiente: La Remoción de Plomo

##### DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Para el siguiente estudio, Reyes et al (2016) acuña a la remoción “como la acción de disgregación de elementos disueltos en un medio acuoso “(p.35), de esta manera define al Pb como un compuesto metálico inviable de eliminar, presentando una fijación fuerte en su composición.

##### DEFINICIÓN OPERACIONAL

Determinar las cantidades existentes presentes en el fluido del rio santa – sector chuquicara. se obtendrá muestras recogidas en campo, denominadas muestras In situ, posteriormente se llevarán a laboratorios para sus estudios y ensayos correspondientes, con la finalidad de recolectar información, las cuales serán plasmadas en el estudio.

##### MAGNITUD E INDICIO

Para este estudio se consideraron tres variables, las cuales fueron:

- El pH
- El potencial del Pb.
- La Magnitud de la Eficiencia De Eliminación del Plomo soluble en el fluido.

$$E = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

##### ESCALA DE MEDICIÓN

Se determinó que su escala de medida fue a Razón.

### 3.2.2. VARIABLE INDEPENDIENTE CUANTITATIVA: BIOFILTRO DE CENIZAS DE CÁSCARA DE LIMÓN.

#### DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Para el siguiente Estudio, Alarcón y Ferrera (2016), define a un biofiltro como “un tamiz bio- lógico, para expeler compuestos nocivos en los volúmenes acuosos, siendo estas de bajo costos y aportando a la vez con la protección del medio ambiente”. (p.15).

#### DEFINICIÓN OPERACIONAL

Se procederá agregar al agua del rio chuquicara, las Cenizas de Cascara de limón, en dos dosificaciones de 2.5 gr/L y 5 gr / L, seguidamente serán procesadas mediante una mescla rauda por 120 minutos, luego se tomará la muestra de agua filtrada de cada dosificación, finalmente serán conducidos al laboratorio para los estudios y análisis correspondientes y la obtención final de la cuantía de pb luego de pasar por el biofiltro.

#### ESCALA DE MEDICIÓN

Por ser de variable continua, se determinó que la escala de medición esa Razón.

### **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

#### **3.3.1. POBLACIÓN**

Se considero una muestra indeterminada, debido a que es un componente dinámico, sienta este un fluido del rio Santa, la cual pasa por el Rio chuquicara.

#### **3.3.2. MUESTRA**

Se procedió a realizar la toma de las muestras en el rio santa – sector chuquicara; siendo así se recolecto 01 muestra la cual será denominada Muestra patrón o de control las cuales serán analizadas para la obtención del pH y verificar la cuantía de pb existente, y 02 muestras Experimentales las cuales serán tratadas mediante el uso del biofiltro las cuales tienen una dosificación de 2.5 gr/ L y 5 gr/L consecutivamente.

### 3.3.3. MUESTREO

Debido a su extensión del río Santa, se procedió a realizar la recolección de la muestra en 02 puntos determinados por los investigadores, se puede definir que se puede realizar un muestreo por conveniencia, se considerará 01 km por cada punto seleccionado, se considera esto como criterio de inclusión.

Por ende, los criterios de exclusión excluyeron a no se consideraron a los puntos que están fuera del área afectada, por lo complicado de su acceso.

### 3.3.4. Unidad de Análisis

Se consideró: 01 litro de Agua – Muestra Patrón, 01 litro de agua Muestra Experimental 01 y 01 litro de agua Muestra Experimental 02.

## 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla N° 01. Técnicas de Instrumentos y Recolección de Datos

<b>OBJETIVOS</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de limón, mediante ensayo Análisis Térmico Diferencial (ATD).	Observación científica. Análisis proceso de calcinación	Proceso de calcinación, cenizas de cascara de limón
Realizar la Caracterización de la composición de las cenizas de cascara de limón, mediante el Análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRX).	Observación científica. Recolección de Datos	Composición química en óxidos de las cenizas activadas térmicamente de cascara de limón.
Determinar el porcentaje de pH de las cenizas de cascara de Limón, muestra patrón y experimentales.	Observación científica. Protocolo de pH del agua	Valores de Composición del pH ,
Realizar la caracterización del agua del río Santa mediante el ensayo de Barrido de Metales.	Observación científica. análisis de metales pesados	C cuantificación de metales presentes en las muestras
Analizar y comparar resultados para determinar la variación de la remoción en los dos grupos experimentales.	Observación científica. Guía de análisis documental.	eficacia de Bioadsorción de las cenizas de la cascara de limón

Realizar el Diseño de prototipo de biofiltro.	Observación científica. Guía de análisis documental.	biofiltro a emplear en el proyecto
---	---	------------------------------------

Fuente: Creación Del Autor ,2022.

#### VALIDEZ

En el presente proyecto investigación se realizaron ensayos, los cuales necesitaban ser validados, debido a que fueron instrumentos hechos por los Laboratorios correspondientes a cada estudio los cuales fueron: la UNMSM La UNT y COLECBI, organismos con acreditaciones de calidad basadas en las Norma ASTM, INACAL respaldadas por un equipo técnico -científico.

#### CONFIABILIDAD

La veracidad está apoyada en el Decreto Supremo 004-2017 Ministerio del Ambiente, están nos indica los Índices máximos permisibles para el ANA y ECA, estos nos indicaran los procedimientos a seguir para el proceso de y procesamiento y recolección de la información.

### 3.5. PROCEDIMIENTO

#### 3.5.1. RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA

La recolección de las cascaras de limón se realizó en el transcurso de 01 mes, esta recolección se basó en el consumo diario brindando por las cevicherias colindantes a nuestras viviendas, pueblo joven dos de junio, seguidamente realizamos el siguiente procedimiento:

- Se procedió a realizar el lavado de nuestro componente (Cascaras de Limón) empleando agua potable con la finalidad de limpiar toda el área y manualmente fuimos eliminando todo impureza existente en su superficie.
- Seguidamente se dejó secar la cascará de limón durante un periodo de 12 días, este proceso se realizará al aire libre.

- Luego se procedió a triturar con el propósito de reducir su masa, para obtener una mayor trabajabilidad en la etapa de la molienda.
- Asimismo, Se dio inicio al proceso mecánico de pulverización de las cascaras deshidratadas empleando un artefacto mecánico para su molienda, con la finalidad de lograr un material granular
- Posteriormente se procedió a pasarlo por el tamiz N<sup>o</sup> 200, para obtener un polvo más fino, quedando así el material listo, para los ensayos necesarios.
- Finalmente se conservarán las muestras en tapers plásticos, para evitar se humedezca nuestra muestra.

### 3.5.2. Toma de Muestra de Rio Chuquicara

Se procedió a realizar la recolección de las muestras, con la finalidad de recopilar información requerida para realizar el proyecto, se tuvo presente los siguientes procedimientos los cuales apoyaran a cumplir los ensayos, están fueron:

- Colocación de los Implementos de seguridad (EPPS)
- Verificar que los recipientes donde se viertan las muestras estén en un óptimo estado.
- Identificar 02 puntos de fácil acceso para la toma de la muestra.
- Se recolecto 40 lt de agua provenientes del rio santa, sector chuquicara los cuales estarán destinados a utilizarse en la muestra patrón y en las 02 muestras con adiciones de 2.5 y 5 gr/L.

### 3.5.3. ENSAYO ATD

Mediante este ensayo se podrá determinar la temperatura de calcinación del componente, esto nos permitirá activarlo térmicamente, este ensayo se realizó en Facultad de Ingeniería De Materiales de la UNT, el laboratorio de polímeros.

#### 3.5.4. ENSAYO FRX

El siguiente ensayo fue realizado en la UMSM, se dejó 20 gr de cenizas de cascara de limón, el cual nos determinara la composición química del material (Citrus Limón)

#### 3.5.5. Realización del experimento

se da inicio al armado del prototipo de biofiltro usando tres valdes: uno de captación y los otros dos con presencia de arena, piedra y algodón para el proceso de filtración. Estas cámaras (baldes) fueron unidas mediante tuberías de PVC de ½”.

- a) como punto base de este proceso experimental se verifico que nuestro prototipo de biofiltro no presente ninguna filtración en las uniones
- b) para la primera dosificación se colocó en la cámara de recepción 04 litro de aguas recolectadas en el rio chuquicara, agregándose en este proceso las cenizas de cascara de limón, 10 gr/ 4 lt , dejándose reposar por el periodo de 120 minutos , para luego dar inicio al proceso de filtración
- c) seguidamente para la segunda muestra a tratar se colocó en la cámara de recepción ,20 gr/ l, dejándose reposar un periodo de 120 minutos.
- d) finalmente, pasado el periodo de 120 minutos, se dio inicio al proceso de filtración pasando las aguas tratadas por dos cámaras filtrantes, abriéndose la válvula de paso y dejando que pase las aguas tratadas por las cámaras de tratamiento donde se adiciono agregado fino y agregado grueso con la finalidad de obteniendo de esta manera aguas más cristalina.
- e) Se concluyo el proceso de experimentación, esperando el proceso, de filtración de las aguas tratadas, desde grifo hacia la cámara de recolección, para posteriormente recoger las muestras, las cuales deberán ser etiquetados respetando los procedimientos estipulados en el reglamento técnico.

#### 3.5.6. ENSAYO DE PH

Se determinará el grado de alcalinidad (pH) de las cenizas de limón, este ensayo será realizado en el laboratorio COLECBI – Nuevo Chimbote

### 3.5.7. Ensayo de Barrido de metales Pesados

Este ensayo tiene como finalidad, identificar los compuestos metálicos provenientes de las aguas expuestas a grados de contaminación ambiental.

## 3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Considerando que estamos trabajando con una variable cuantitativa, paramétrica y continua, siendo su escala de medición la razón, se optara por emplear técnicas estadísticas como la media aritmética y porcentaje (%), asimismo usaremos diagramas de barras y tipo pastel.

## 3.7. ASPECTOS ÉTICOS

Cumpliendo con el código de ética de la UCV, amparándome en la ley universitaria 30220 establecido en la resolución de consejo universitario N°. 0126 2017/UCV de fecha 23 de mayo de 2017, resolución que nos asegura los principios de ética, felicidad y soberanía de los investigadores.

Se respeto los derechos de autor, respetando citas extraídas en esta investigación las cuales fueron plasmados en palabras de los investigadores, respetándose el reglamento ISO690. Por consiguiente se respetó con sinceridad los resultados según reglamento ASTM, y lo correspondiente al ECA. Los investigadores han intervenido totalmente al desarrollo del proyecto de investigación presentado.

#### IV. RESULTADOS

##### PRIMER OBJETIVO: RESULTADO DEL ATD

###### ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

- **el análisis termo gravimétrico:** se pudo visualizar que el componente tuvo una primera pérdida de volumen, cuando esta se encuentra en una temperatura que oscila entre 80 C° y 130 C°, causada a la eliminación de la humedad que contiene, asimismo se visualizó la segunda pérdida de volumen, cuando esta se encuentra en una temperatura que oscila entre 210 C° y 240 C°, luego el descenso es imperceptible hasta llegar a decaer aproximadamente 70 % de su volumen inicial en el rango de temperatura estudiado.
- Los resultados obtenidos del análisis calorimétrico, nos muestran que existen dos picos endotérmicos, en primer lugar, uno se expresa al llegar a temperatura de 120 C°, indicando que el calor ha producido un proceso de evaporación en nuestro componente, el segundo pico nos muestra que al llegar a la temperatura de 340 C°, se realiza un proceso de absorción térmica intensa, esto nos indica que nuestro componente ha sufrido un cambio de fase y por ende cambio su característica.

##### SEGUNDO OBJETIVO: RESULTADO DE ENSAYO DE FRX

###### ENSAYO DE FRX

Se pudo visualizar que nuestro componente presente un alto contenido de óxido de fósforo, óxido de silicio, óxido de calcio, óxido de potasio, óxido de manganeso, y óxido de aluminio.

Tabla N° 02. Ensayo de Fluorescencia

ÓXIDO	CONCENTRACIÓN % MASA	NORMALIZADO AL 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.795	12.135

<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>5.182</b>	<b>9.272</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>1.462</b>	<b>2.611</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>0.349</b>	<b>0.623</b>
<b>ClO<sub>3</sub></b>	<b>0.845</b>	<b>1.546</b>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>18.219</b>	<b>32.537</b>
<b>CaO</b>	<b>22.672</b>	<b>40.490</b>
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>0.023</b>	<b>0.042</b>
<b>MnO</b>	<b>0.038</b>	<b>0.067</b>
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0.172</b>	<b>0.307</b>
<b>CoO</b>	<b>0.057</b>	<b>0.101</b>
<b>ZnO</b>	<b>0.010</b>	<b>0.018</b>
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>0.049</b>	<b>0.087</b>
<b>CuO</b>	<b>0.052</b>	<b>0.094</b>
<b>SrO</b>	<b>0.040</b>	<b>0.072</b>
<b>Total</b>	<b>55.994</b>	<b>100.00</b>

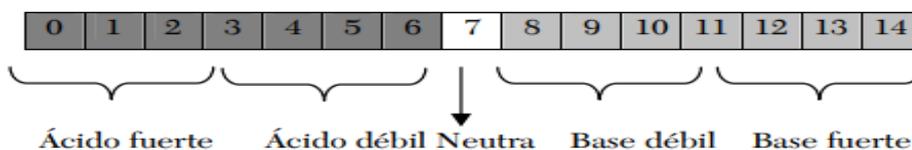
Fuente: Creación Del Autor, estudio realizado en la UNMS, 2022.

### **TERCER OBJETIVO: RESULTADOS DE ENSAYO DE PH**

Tabla N. °3 Ensayos de PH realizados

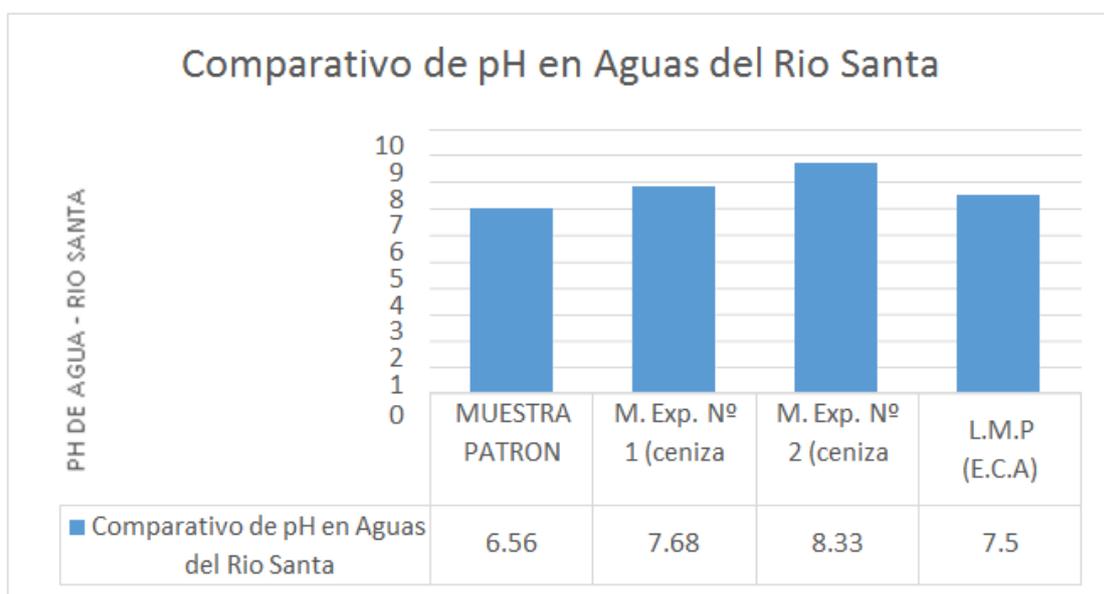
<b>MUESTRA</b>	<b>ENSAYO DE PH</b>
MUESTRA PATRÓN	6.56
CENIZA DE CASCA DE LIMÓN 2.5 gr/l	7.68
CENIZA DE CASCA DE LIMÓN 5 gr/l	8.33

Fuente: Creación Del Autor, 2022.



El potencial de hidrogeno (pH), Suele oscilar entre 0 y 14, **es** considerado neutral si está en 7, si tiene un pH mayor de 7 será considerada un agua básica y si tiene un Ph menor de 7 indicara acidez.

Gráfico N° 01 Grafico Comparativo Resultados de Cantidad de pH obtenidos – Limites Máximo Permitidos Según EC



Fuente: Creación Del Autor, 2022.

## CUARTO OBJETIVO: RESULTADOS DE ENSAYO DE BARRIDO DE METALES

Tabla N° 4 Resultado de barrido de metales.

<b>METALES TOTALES (mg/L)</b>	<b>Límite de Detección (mg/L)</b>	<b>MUESTRA PATRÓN</b>
Plata (Ag)	0,0001	<0,00001
Aluminio (Al)	0,001	2,230
Arsénico (As)	0,0001	0,0193
Boro (B)	0,004	0,078
Bario (Ba)	0,00005	0,07387
Berilio (Be)	0,0003	0,0003
Calcio (Ca)	0,02	31,93
Cadmio (Cd)	0,00005	0,00223
Cerio (Ce)	0,00001	0,00796
Cobalto (Co)	0,00009	0,01383
Cromo (Cr)	0,0005	0,0010
Cobre (Cu)	0,0001	0,0734
Hierro (Fe)	0,01	3,72
Mercurio (Hg)	0,0001	<0,0001
Potasio (K)	0,01	2,24
Litio (Li)	0,0006	0,0361
Magnesio (Mg)	0,0003	5,1827
Manganeso (Mn)	0,00005	0,86052
Molibdeno (Mo)	0,00005	0,00133
Sodio (Na)	0,01	5,99
Níquel (Ni)	0,0005	0,0115
Fósforo (P)	0,001	0,384
Plomo (Pb)	0,00005	0,02182
Antimonio (Sb)	0,0001	0,0012
Selenio (Se)	0,001	<0,001
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	0,06	12,96
Estaño (Sn)	0,0001	<0,0001
Estroncio (Sr)	0,0001	0,1787
Titanio (Ti)	0,002	0,008
Talio (Tl)	0,0001	<0,0001
Vanadio (V)	0,001	<0,0003
Zinc (Zn)	0,001	0,241

Fuente: Creación Del Autor, 2022.

Tabla N° 5 Resultado de barrido de metales, Muestra Patrón.

<b>METAL</b>	<b>L.C mg/L</b>	<b>MUESTRA PATRÓN</b>
PLOMO	0,00005	0,02182

Fuente: Creación Del Autor, 2022.

**QUINTO OBJETIVO: RESULTADOS DE ENSAYO DE BARRIDO DE METALES DE MUESTRAS EXPERIMENTALES**

Tabla N° 6 Resultado de barrido de metales, Muestra Experimental N° 01.

METAL	L.C mg/L	EXPERIMENTAL N °01 - 2.5 gr /L
PLOMO	0,00005	0,00090

Fuente: Creación Del Autor, 2022.

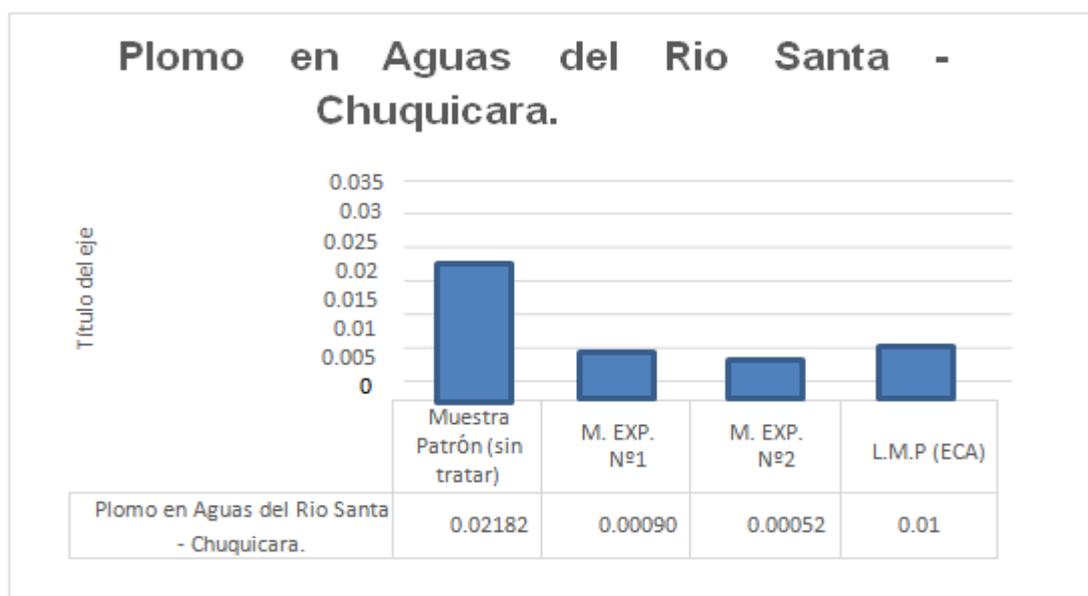
Tabla N° 7 Resultado de barrido de metales, Muestra Experimental N° 02.

METAL	L.C mg/L	EXPERIMENTAL N °02 - 5 gr /L
PLOMO	0,00005	0,00052

Fuente: Creación Del Autor, 2022.

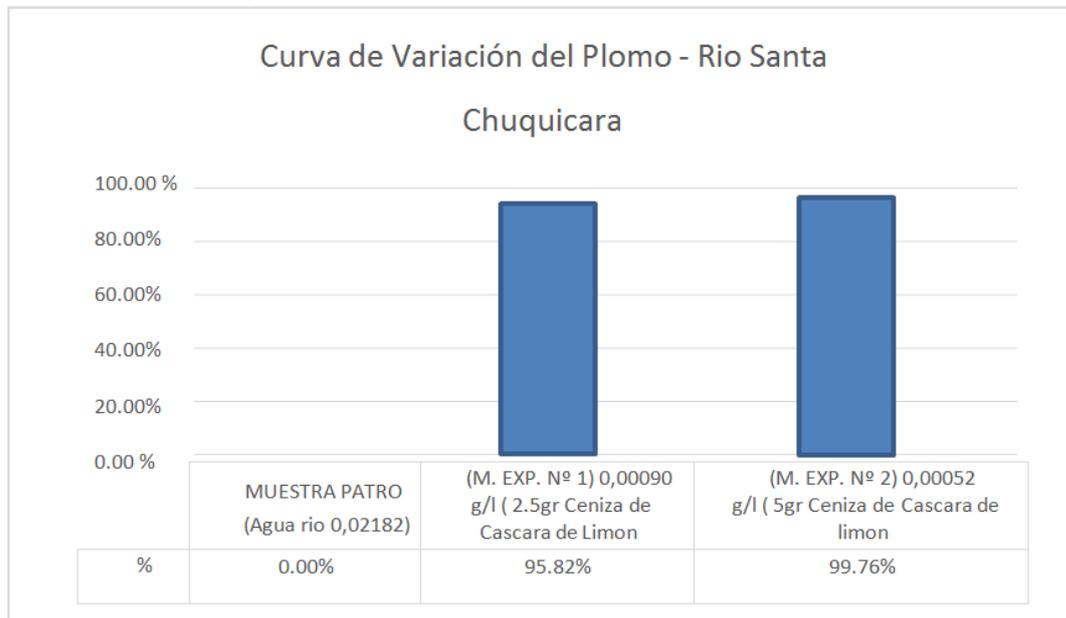
Se pudo verificar mediante el ensayo realizado, que adicionándose 2.5 gr/L de Cenizas de cascara de limón, baja el porcentaje de plomo a 0.00090 a referencia de la muestra patrón que es 0.02182, asimismo cuando realizamos la adición de 5 gr/L, se puede visualizar una baja mayor dándonos como resultado 0.00052

Gráfico N° 02 Diagrama de Barras: Cantidad existente de Plomo: Muestra Patrón – Experimental N°01 – Experimental N°02 -LMP Según ACA



Fuente: Creación Del Autor, 2022.

Gráfico N° 03 Representación de Curva de Variación del Pb



Fuente: Creación Del Autor, 2022

## V. DISCUSIÓN

1. El fin de esta investigación fue comprobar si un biofiltro a base de cenizas de cascara de limón podría emplearse como material adsorbente natural, para filtrar agua que contienen metales pesados, plomo.
2. se afirmaría que puede emplearse elementos naturales, en procesos de remoción, siempre y cuando el componente a emplear, sea sometido a los ensayos correspondientes, con la finalidad de dar veracidad a sus compuestos químicos y físicos y así puedan emplearse como elemento de bioadsorción.
3. Realizado el experimento, se verificará cuál de las dos dosificaciones sería la más adecuada para convertirse en un biosorbente potencial y lograr la mayor capacidad de reparación de plomo, encontrando una solución al problema y probando la hipótesis.
4. El principal objetivo de esta investigación fue verificar cual es la efectividad de las cenizas de cascara de limón en diferentes dosificaciones empleando un proceso bioadsorbente natural , reparadora de metales pesados teniendo como base de estudio las aguas provenientes del rio chuquicara - Áncash , la cual fue sometida a diversos análisis y ensayos con la finalidad de poder determinar cuál era su característica físico – químicas , y entablar así un biosorbente potencial para remoción de metales pesados .
5. Verdugo 2017 empleo cascara de mandarina como material bioadsorbente, el cual tuvo la capacidad de absorber iones metálicos de plomo y cromo, respetándose algunas condiciones, si comparamos con la investigación que desarrollamos empleando cenizas de cascara de limón se logró determinar que es un gran removedor de plomo, siendo factible para ser empleada como bioadsorbente natural.
6. Según Ordoñez 2015, un factor importante para el proceso de adsorción es la relación en gramos de la biomasa por litro de solución (gr/l), considerándolo un punto muy importante en el proceso de captar el plomo,

los resultados de este estudio demostraron que empleando 2.5 gr/l de cascara de limón da una absorción de 0.00090 gr/l y empleando 5gr/l de cascara de limón, da una absorción de 0.00052 gr/l.

7. Según resultados de este estudio, el agua del rio santa contiene un pH de 6.56, por ende, en los ensayos realizados a las muestras experimentales nos muestran que el pH tiende a subir a 7.66 y 8.33 respectivamente, se puede verificar que a mayor adición realizada a la muestra patrón mayor variación al resultado de pH, no afectando el proceso de remoción, teniendo así una remoción en nuestras muestras experimentales del 95.8 % y 99.76 % respectivamente.

En comparación al estudio realizado por Ambrosio 2019, este obtuvo una disminución de pb de 0.019 mg/L a 0.009 mg/L proporcionalmente en este estudio se logro una disminución del 0.0219 mg/L a 0.00052 mg/L, esto representaría mas del 99 % de eficiencia de remoción de plomo.

8. se pudo visualizar en el análisis térmico gravimétrico que el componente tuvo una primera perdida de volumen, cuando esta se encuentra en una temperatura que oscila entre 80 C° y 130 C°, causada a la eliminación de la humedad que contiene, asimismo se visualizó la segunda perdida de volumen, cuando esta se encuentra en una temperatura que oscila entre 210 C° y 240 C°, luego el descenso es imperceptible hasta llegar a decaer aproximadamente 70 % de su volumen inicial en el rango de temperatura estudiado.

En el análisis calorimétrico, nos muestran que existen dos picos endotérmicos, en primer lugar, uno se expresa al llegar a temperatura de 120 C°, indicando que el calor ha producido un proceso de evaporación en nuestro componente, el segundo pico nos muestra que al llegar a la temperatura de 340 C°, se realiza un proceso de absorción térmica intensa, comprobando que la cascara de limón cambio su estado a la temperatura de 410 °C por un periodo de tiempo de 100 minutos, basándonos en el ATD

esto nos indica que nuestro componente ha sufrido un cambio de fase y por ende cambio su característica.

En comparación al estudio realizado por Ramírez 2016, denominado "bioadsorción de cobre con cascara de naranjas en los fluidos de la laguna de Colquicocha ". realizó la activación de sus concentraciones físico químicas empleando, un proceso de calcinación a 500 C° en un periodo de 24 hrs.

9. En la realización del ensayo de FRX de Se pudo visualizar que nuestro componente presenta un alto contenido de óxido de fósforo 1.425 %, óxido de silicio 0.349 %, óxido de calcio 22.67 %, óxido de potasio 18.22 %, óxido de manganeso 0.038 %, y óxido de aluminio 6.795 % en su composición.

En comparación al estudio realizado por Ramírez 2016, denominado "bioadsorción de cobre con cascara de naranjas en los fluidos de la laguna de Colquicocha "sus resultados son plasmado mediante la espectroscopia de absorción atómica, es un método de espectroscopia capaz de calcular una masa específica de un compuesto metálico en una muestra fluida, esto permitirá cuantificar varios de los elementos químicos que empleen esta técnica, basándose y apoyándose en la ley de Beer Lambert.

10. El diseño del biofiltro , emplea elementos naturales renovables , en otros casos desechables por la mayoría de personas , ya sean negocios como cevicherías o viviendas , tomando como referencia la zona rural donde se realizó el planteamiento del problema , podemos optar el uso del biofiltro de manera más continua y a mayor escala , teniendo como ventaja el tema de costo , debido a que su fabricación es de bajo costo , teniendo como objetivo la eliminación de metales existentes en las aguas que recorren toda la rivera del río Santa , y según los resultados que nos brindó este estudio , el agua existente sobrepasa los límites permitidos por el ECA , para el metal plomo es de 0.01gr/L , por ende deberían tomar como referencia el estudio presentado debido a que cumple la función de remoción en más del 99 %

empleando 5 gr/L, plasmando en el estudio que el componente empleado el cual fue cascara de limón , es un componente con altos potencial de remoción .

11. Como todo proyecto tiene alguna desventaja, como se sabe mientras mas tiempo se guarde el componente, este va perdiendo sus propiedades, por ende, es un tema de investigación futura que puede considerarse a seguir la misma la línea de estudio, y corroborar mediante un método aritmético la relación con el tiempo.
12. Finalmente podemos dar la veracidad que mediante la realización de este estudio empleando las cenizas de cascara de limón, se llegó a determinar que tiene un gran potencial de remoción de metales pesados para este estudio el plomo, diluido en aguas del rio santa, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas, siendo su elaboración de bajo costos , y teniendo en cuenta que estas zonas rurales no llega las últimas tecnologías para este fin .

## VI. CONCLUSIONES

1. Se llego a comprobar que la cascara de limón cambio su estado a la temperatura de 410 °C por un periodo de tiempo de 100 minutos, basándonos en el ATD.
2. Se logro determinar sus compuestos químicos de las del cítrico empleado, en los resultados se pudo visualizar grandes concentraciones de Óxidos como calcio, potasio y aluminio estos elementos cítricos y mediante su acción antioxidante logran remover según su dosificación y medida.
3. Habiéndose realizado los ensayos de pH de las muestras correspondientes, muestra patrón, muestras experimentales N° 01 y N° 02 de 2.5 gr/l y 5gr/l dándonos como resultados: 6.56, 7.68 y 8.33 respectivamente.
4. Habiéndose realizado el barrido de metales, se pudo identificar el exceso de plomo en las aguas provenientes del rio chuquicara tenido 0.0219 mg /l, si bien es cierto un contenido bajo, pero superior al límite permitido por el ECA.
5. Para la realización del biofiltro se empleó 04 baldes, teniendo estas 04 lt de capacidad, se dio inicio al proceso de filtración, vertiendo la ceniza de cascara de limón según proporción a estudiar, para seguidamente dejar reposar un periodo de 120 minutos, y sea recolectado en la cámara de recolección en un proceso de goteo.
6. Teniendo como base la muestra patrón nos indica una presencia de plomo de 0.0219 mg/l , aplicando el proceso de bioadsorción natural a base de un biofiltro de cenizas de cascara de limón a las muestras experimentales en dosificación de 2.5 gr/l se obtendría una rebaja de plomo a 0.00090 removiendo 95.82 % del metal pesado presente en el aguas tratada , y empleando 5gr/l logramos una remoción del metal pesado a 99.76 % brindándonos así una mayor factibilidad en remoción si lo comparamos con el (ECA) , ente que estipula el límite permitido del plomo 0.01mg/l , por lo tanto podemos finalizar que se logró remover más del 99 % logrando así respetar los límites permitidos por el ECA.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Considerar más puntos de estudios, recomendadose recolectar más muestras para así tener un buen promedio, logrando una mayor exactitud en el proceso de análisis de datos en los fluidos del rio estudiado.
2. Realizar una investigación cuando el caudal del rio haya disminuido con la intención de estudiar los fluidos del lecho marino del terreno donde posiblemente haya quedado mezclas de metales pesados.
3. No emplear herramientas metálicas, estos pueden afectar al momento de que se le realice los ensayos correspondientes al ensayo de fluorescencia de rayos x.
4. No realizar una calcinación mayor 410 C° es un factor indispensable, para el proceso de remoción, esto se debe a que sus compuestos pueden perder su capacidad de bioadsorción.
5. Podríamos considerar para estudios futuros agregar un componente más, con el cual, podríamos llegar al 100 % de la remoción del plomo, tomando como referencia el estudio realizado.
6. Realizar estudios empleando otras fuentes naturales, respetando el mismo porcentaje de dosificación, para así mediante una comparación determinar su efectividad entre ambas.
7. Efectuar un estudio económico, en las aguas provenientes del área industrial, y poder realizar el uso del biofiltro a una escala mayor.

## REFERENCIAS

- Algarra (2015), Evaluación de un filtro con biomasa (cascara de Limón, mandarina, citrus limonia ) para remoción de cromo III presente en solución acuosa de la Universidad Libre de Colombia

Disponible en:

[https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7961/Proyecto%20Jeff%20Stivel%20Alagarra,%20Retencion%20de%20Cr\(III\)%20con%20Biomasa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7961/Proyecto%20Jeff%20Stivel%20Alagarra,%20Retencion%20de%20Cr(III)%20con%20Biomasa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- ALARCÓN, Alejandro y FERRERA, Ronald. Biorremediación de suelos y aguas contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. México: Trillas, 2016. 333 pp. ISBN: 978-607-17-1617-0

Disponible en:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992015000200010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992015000200010)

- ALVARADO, Ana y GÓMEZ, Denise. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cascara de Musa sapientum (banano) utilizadas como filtro. Tesis de grado (Licenciatura en Química y Farmacia). San Salvador, El Salvador: Universidad de El Salvador, 2013.

Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/5104/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>

- Asgher M., Bhatti H., Mechanistic and kinetic evaluation of biosorption of reactive azo dyes by free, immobilized and chemically treated Citrus sinensis waste biomass. Ecological Engineering 36 (2010) 1660–1665.

Disponible en:

[https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference\\_id/6397529](https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/6397529)

- Ambrosio (2019), Consorcio de un biofiltro (Eichhornia crassipes y cascara de naranja y residuos de maíz y agregados ) para la reducción de arsénico y plomo en el agua potable de Pasco ” de la Universidad Cesar Vallejo

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49354>

- Aguilar y Flores (2018), “evaluación de la Cascara de Naranja como material adsorbente natural del ion metálico Cu (II)” de la Universidad Nacional San Agustín

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7105/IQagsamb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Bratskayaa S., Ustinova U., Azarovaa Y., Pestovb A., Thiocarbamoyl chitosan: Synthesis, characterization and sorption of Au(III), Pt(IV), and Pd(II). Carbohydrate Polymers 85 (2011) 854–861.

Disponible en:

<https://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US201600050150>

- Bravo (2020), “ Efecto del Ph en la absorción de cromo hexavalente por la pectina de citrus reticulata en soluciones sintéticas ”

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25091>

- CABRERA, Luis. Bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cáscara de tomate de árbol (SALUNUM BEATACEUM) [en línea]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana, 2017.

Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/>

- Cerdan (2019), en su tesis titulada “Remoción de plomo de las aguas del rio chota utilizando biofiltro de arcilla y cascara de naranja – Cajamarca Perú” de la Universidad San Pedro

Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11388>

- Cañizares R. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. Revista Latinoamericana de Microbiología (2000) 42:131-143.

Disponible en:

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=10632>

- Coronel, I. (2016) Influencia del Pre-tratamiento fisicoquímico en la velocidad, eficiencia y capacidad de biosorción de Plomo (II) en cascara de naranja (Citrus Sinensis) (Tesis de Grado) Universidad Nacional de Trujillo.  
Disponible: <https://n9.cl/czwz9>

- Chojnacka K., Biosorción de Cr (III) por cáscaras de huevo. Diario de Materiales Peligrosos, Volumen 121, Problemas 1.3, 20 de mayo de 2005, Páginas 167-173.

Disponible en: <https://1library.co/article/isotermas-adsorci%C3%B3n-cromo-vi-partir-c%C3%A1scara.yjrmk0pz>

- DAZA, Leydi. Eficiencia de remoción de As utilizando cáscara de naranja y tuna en aguas del río Rímac, distrito San Mateo – 2019. Tesis (Ingeniería Ambiental)

Disponible: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62062>

- Espinoza (2019), en su tesis titulada “Eficiencia de biofiltros a base de cascaras vegetales para reducir metales pesados en aguas del rio chillon , callao 2019 ” de la Universidad Cesar Vallejo

Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46305>

- Eficiencia de la especie macrófita *Eichhornia crassipes* (Jacinto de agua) para la remoción de parámetros fisicoquímicos, metal pesado (Pb) y la evaluación de su crecimiento en función al tiempo y adaptación al medio en una laguna experimental por Lizbeth Quispe Baldeón [et al]. Investigación, Ciencia, Tecnología y Desarrollo [En línea]. Agosto 2017, [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.17162/rictd.v1i1.899>

- FIOL, L. N., & Villaescusa, I. (2001). Adsorción de Cu(II) i Pb(II) de disoluciones acuosas amb residuos de pinyol de oliva. Universidad de Gerona. Departamento de Ingeniería Química Agraria y Tecnología Agroalimentaria.

Disponible en: <https://n9.cl/v9ur8>

- Foo, K., & Hameed, B. (2011). Preparation, characterization and evaluation of adsorptive properties of orange peel based activated carbon via microwave induced K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> activation. Bioresource Technology.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852411014325>

- Garces, J. L., & Coavas, R. S. (2012). Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr (VI) en aguas residuales. Programa de Ingeniería Química - Universidad de Cartagena, pág. 52.

Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/140>

- GIL, Percy. Diseño de un biofiltro mucilago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para remover arsénico. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Perú: Universidad San Pedro, 2018.

Disponible en: <https://cutt.ly/yhhGm6o>

- Gutierrez, S. (2015). Estudio de la absorción de cadmio y plomo con biomasa de *Serratia Marcescens* M8a-2T, a nivel de laboratorio. (Tesis de Doctorado) Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Disponible en: <https://n9.cl/9lh4f>

- HERMEL, D. Análisis de la cáscara de naranja como filtro en el tratamiento de aguas residuales provenientes de un matadero de aves ubicado en el cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Disponible en:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26862?locale=de>

- LLAMUCA, Juan. Evaluación de la actividad biosorbente de la cáscara de naranja y espiga de arroz para la remoción de mercurio inorgánico en solución acuosa. Tesis (Título profesional de Ingeniera de Biotecnología Ambiental). Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. 71 pp.

Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9752>.

- LARA, Jose et al. Adsorción de Plomo y Cadmio en sistema continuo de lecho fijo sobre residuos de cacao [en línea]. Colombia: Universidad del Valle, 2016. [Fecha de consulta: 05 junio 2021].

Disponible en: <https://cutt.ly/fhhGURA>

- López, A. Determinación de la Capacidad de Adsorción de Plomo (II) en Mezclas de Cáscaras de Naranja y Limón Para la Elaboración de Prototipo de Biofiltro Como una Alternativa Para el Tratamiento de Aguas Contaminadas.

Disponible en:

[https://sqm.org.mx/wpcontent/uploads/2021/04/08Memorias\\_QAMB.pdf#page=10](https://sqm.org.mx/wpcontent/uploads/2021/04/08Memorias_QAMB.pdf#page=10)

- Marshall y Espinoza (2016) , en su tesis de titulación “Evaluación del poder biosorbente de las cascaras de cítricos (Liman y Toronja ) para la eliminación de metales pesados ; plomo (pb) y Mercurio (Hg) en aguas residuales sintéticas ” de la Universidad de Guayaquil

Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18100/1/401-1208%20-%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20poder%20biosorbente%20de%20las%20c%C3%A1scaras%20de%20c%C3%ADtricos.pdf>

- MALLAMPATI, Ramakrishna y VALIYAVEETTIL. Application of tomato peel as an efficient adsorbent for water purification - alternative biotechnology? [en línea]. Singapur: Royal Society of Chemistry, 2016.

Disponible en: <https://pubs.rsc.org/>

- MESTANZA, María. Estudio de materiales adsorbentes para el tratamiento de aguas contaminadas con colorantes. Tesis doctoral. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid, 2012. 318 p. [Fecha de consulta: 01 octubre 2020].

Disponible en: <http://eprints.ucm.es/15692/1/T33799.pdf>

- Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua – Monitoreo de la calidad de agua en cuenca del rio santa y afluentes/Informe de ensayo: 33134/2019 con fecha de emisión: 29/05/2019 – ANA

Disponible en:

<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3042>

- Ministerio de Agricultura - Autoridad Nacional del Agua - Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA

Disponible en:

[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_010-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf)

- MUÑOZ, Juan. Biosorción de plomo (II) por cáscara de naranja “citrus cinensis” penetrada. Tesis (Título profesional de Químico). Lima. Universidad Nacional de San Marcos, 2007. 71 pp.

Disponible en: <https://n9.cl/eiq1d>

- Ordoñez (2016), en su tesis titulada “ Bioadsorcion de Pb y Cr mediante la utilización de cascara de naranja (citrus sinensis ) molida ” de la Universidad Técnica de Machala.

Disponible en:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1897/1/CD00308.pdf>

- Pinzon -Bedoya M , Vera L., Modelamiento de la Cinetica de Bioadsorcion de cromo usando cascara de naranja .

Disponible en:

<https://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/13588/14380>

- Reyes E et al(2016), Remocion de metales pesados con carbón activado como soporte de biomasa .paginas 59-64.

Disponible en:

[https://www.academia.edu/25128238/Remoci%C3%B3n\\_de\\_metales\\_pesados\\_con\\_carb%C3%B3n\\_activado\\_como\\_soporte\\_de\\_biomasa](https://www.academia.edu/25128238/Remoci%C3%B3n_de_metales_pesados_con_carb%C3%B3n_activado_como_soporte_de_biomasa)

- Ramírez, P. (2016). Identificación de las fuentes de contaminación y su relación con la dinámica del río Itaya (zona baja de Belén), distrito de Belén, 2014. (Tesis de Grado) Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Disponible en:

<https://n9.cl/xcn6e>

- Romero, A. (2014). Bioadsorción de Pb y Cr mediante la utilización de cáscara de naranja (citrus sinensis) molida. (Tesis de grado) Universidad Técnica de Machala

Disponible en:

<https://n9.cl/ubeoq>

- Salas (2017), en su tesis titulada “Eliminación de Plomo (II) y Fierro (II) ,por Bioadsorción con cascara de naranja en residuos líquidos procedentes del laboratorio químico de southern Perú ” de la universidad Nacional de San Agustín Arequipa

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4618>

- TAPIA, N. (2003). Biosorbente de Pb (II) por cáscara de naranja, citrus sinensis, modificada. Revista de química, vol 5 N°2, Págs. 48-53.

Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4905>

- Verdugo (2017) , en su tesis titulada “ bioadsorción de iones de plomo y cromo procedentes de aguas residuales utilizando la cascara de mandarina (citrus reticulata ) ” de la Universidad Politécnica Salesiana

Disponible en:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14249/1/UPS-CT007003.pdf>

- WengWai W., F.M. AlKarkhi, Comparing biosorbent ability of modified citrus and durian rind pectin. Carbohydrate Polymers 79 (2010) 584–589

Disponible en:

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301804185>

- Zhou L., Liu J, Liu Z. Adsorption of platinum(IV) and palladium(II) from aqueous solution by thiourea-modified chitosan microspheres. Journal of Hazardous Materials 172 (2009) 439–446.

Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19646814/>

# **ANEXOS**

# **MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES*	INDICADORES*	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>(Variable Dependiente)</b> <b>Remoción de plomo</b>	Establecer la cantidad de plomo que tiene el agua del río Santa, sector de Chuquicara. Donde, se extraerá la muestra Insitu, el cual será trasladado al laboratorio; donde los resultados obtenidos se plasmarán en un protocolo.	Composición química del agua.	Porcentaje de plomo. pH	Razón.
		Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua.	Eficiencia de remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	
		Cantidad de adsorción.	Porcentaje de plomo adherido.	
<b>(Variable Independiente)</b> <b>Bio-filtro con Cascara de Limón</b>	Se adicionará al agua del río santa cantidades de 2.5 y 5 gr/l al biofiltro y serán procesadas por 120 minutos, posterior se llevará al laboratorio a realizar los ensayos para determinar las cantidades de plomo removido.	Capacidad de bio-adsorción de la cascara de limón.	Capacidad de bio-adsorción $q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} \times V$	Razón.
		Cantidades de las cenizas de cascara de limón.	Cantidad de 3gr	
			Cantidad de 6gr	
		Características de la cascara de limón	Granulometría de los Residuos de la cascara de limón	
Tiempo de Decantación				

# **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** Remoción de Plomo mediante un biofiltro, empleando cascara de limón en aguas del rio santa, sector Chuquicara – Ancash, 2022.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES								
<p>¿En qué porcentaje será posible la remoción de plomo del agua del río Santa, sector Chuquicara, con el bio-filtro de cascara de limón?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar el porcentaje de remoción de plomo del agua del río Santa, sector Chuquicara, con el bio-filtro con residuos de cascara de limón, Ancash.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p><b>Objetivo específico 1:</b> Determinar la temperatura de calcinación de la cascara de limón mediante ATD.</p> <p><b>Objetivo específico 2:</b> Determinar la composición química de la cascara de limón mediante el análisis de FRX.</p> <p><b>Objetivo específico 3:</b> Determinar el porcentaje del pH de las cenizas de cascara de limón.</p> <p><b>Objetivo específico 4:</b> Caracterización del agua del rio santa mediante barrido de metales.</p> <p><b>Objetivo específico 5:</b> Determinar la cantidad de plomo y análisis físico químico de las muestras antes y después del tratamiento, comparando resultados</p> <p><b>Objetivo específico 6:</b> Diseño de Biofiltro</p>	<p>La remoción de plomo del agua del río Santa, sector Chuquicara, con el bio-filtro con los residuos de cascara de limón sería de un 80%.</p>	<p><b>Variable 1:</b> Remoción de plomo</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Dimensiones</th> <th style="width: 50%;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición química del agua</td> <td>- Porcentaje de Plomo - pH</td> </tr> <tr> <td>Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua.</td> <td>- Eficiencia de remoción <math display="block">e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100</math></td> </tr> <tr> <td>Cantidad de adsorción</td> <td>- Porcentaje de plomo adherido.</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Composición química del agua	- Porcentaje de Plomo - pH	Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua.	- Eficiencia de remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	Cantidad de adsorción	- Porcentaje de plomo adherido.
			Dimensiones	Indicadores							
			Composición química del agua	- Porcentaje de Plomo - pH							
			Eficiencia de remoción de Plomo disuelto en agua.	- Eficiencia de remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$							
			Cantidad de adsorción	- Porcentaje de plomo adherido.							
<p><b>Variable 2:</b> Bio-filtro con residuos de Cascara de Limón</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Dimensiones</th> <th style="width: 50%;">Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Capacidad de bio-adsorción de la cascara de limón</td> <td>- Capacidad de bio-adsorción - <math>q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} \times V</math></td> </tr> <tr> <td>Dosis de cascara de limón</td> <td>- Dosis 2.5g/l - Dosis 5g/l</td> </tr> <tr> <td>Características de la cascara de limón</td> <td>- Granulometría de los Residuos</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Capacidad de bio-adsorción de la cascara de limón	- Capacidad de bio-adsorción - $q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} \times V$	Dosis de cascara de limón	- Dosis 2.5g/l - Dosis 5g/l	Características de la cascara de limón	- Granulometría de los Residuos			
Dimensiones	Indicadores										
Capacidad de bio-adsorción de la cascara de limón	- Capacidad de bio-adsorción - $q_t = \frac{(C_i - C_t)}{m} \times V$										
Dosis de cascara de limón	- Dosis 2.5g/l - Dosis 5g/l										
Características de la cascara de limón	- Granulometría de los Residuos										

# **DISEÑO DE BIOFILTRO**

**DISEÑO DEL BIOFILTRO**  
**MEMORIA DE CÁLCULO DE AGUA POTABLE**

**1.- NOMBRE DEL PROYECTO:**

“REMOCIÓN DE PLOMO MEDIANTE UN BIOFILTRO, EMPLEANDO CÁSCARA DE LIMÓN EN AGUAS DEL RÍO SANTA, SECTOR CHUQUICARA-ANCASH, 2022”

**2.- FECHA:**

MAYO - 2022

**3.- UBICACIÓN:**

DEPARTAMENTO: ANCASH

PROVINCIA: SANTA

DISTRITO: CHIMBOTE

CENTRO POBLADO: CHUQUICARA

**1. POBLACIÓN DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA**

**1.1 POBLACIÓN FUTURA**

**A. PERIODO DE DISEÑO:**

Periodo de diseño (t) en años: 20 años

**B. MÉTODOS DE CÁLCULO:**

**a. Método analítico**

**b. Método comparativo**

**c. Método racional**

**Datos:**

Número de viviendas: 20 viviendas

Periodo de diseño: t= 20 años

Número de habitantes promedio/vivienda: 5 (promedio según encuesta)

**Población actual (Pa):** (número de viviendas) (número de habitantes promedio por viviendas)

$$Pa = (20) (5)$$

$$Pa = 100 \text{ habitantes}$$

**\*2do Caso:**

(Cuando no existe información consciente, se considera el valor de “r” en base a los coeficientes de crecimiento lineal por departamento, que se presenta en el siguiente cuadro).

**COEFICIENTE DE CRECIMIENTO LINEAL POR DEPARTAMENTO “r”**

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. "r"
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const. Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martin	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

**Datos:**

Población actual (2022):	100 habitantes
Coefficiente de crecimiento:	10
Periodo de diseño	20 años
R:	10 por cada 1000 hab (100/00)

**Población futura:**

$$Pf (2037) = Pa (2022) \left( 1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

Pf= 120 habitantes

Se diseña con la población futura debido al periodo de vida útil del biofiltro

## 1.2 DEMANDA DE AGUA DEMANDA DE DOTACIONES

### DOTACION POR REGION

REGION	DOTACION (l/hab./dia)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

### DOTACION POR NUMERO DE HABITANTES

POBLACION (Habitantes)	DOTACION (l/hab./dia)
Hasta 500	60
501 - 1000	60 - 80
1001 - 2000	80 - 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

### NOTA:

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90m<sup>2</sup>, las dotaciones serán de 120 lt/hab/d en clima frío y 150 lt/hab/d en clima templado y cálido (NORMA OS.100-RNE).

Para el proyecto se ha considerado una dotación por habitante= 120 lt/hab/día

### VARIACIONES PERIÓDICAS

#### CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Formula:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot \text{dotación (d)}}{86400}$$

Dónde:

Qm: consumo promedio diario (lts)	
Pf: población futura (hab)	120 habitantes
D: dotación (lt/hab/dia)	120 lt/hab/día

$$Q_m = \frac{P_f \cdot \text{dotación (d)}}{86400}$$

$$Q_m = 0.167 \text{ l/s}$$

#### CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd)

$$Q_{md} = 1.3 \cdot Q_m$$

$$Q_{md} = 0.217 \text{ l/s}$$

## CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh)

$$Q_{mh} = 2.5 \cdot Q_m$$

$$Q_{mh} = 0.417 \text{ l/s}$$

## CÁLCULO DE CAUDAL PARA EL DISEÑO I DEL SISTEMA EXISTENTE

### CONSUMO DOMÉSTICO

Consumo doméstico ( $C_d$ )= 0.217 l/s

### CONSUMO EN EDUCACIÓN

Dotación:	50 lt/persona/día
Área:	25 personas
Consumo en educación ( $C_e$ ):	0.014 l/s

### CAUDAL DE DISEÑO:

$$Q_d = C_d + C_e$$

$$Q_d = 0.231 \text{ l/s}$$

### CÁLCULO DE CAUDAL DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = \frac{A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

### Dónde:

V= velocidad (m/s)

R= radio hidráulico (m)

S= pendiente

N= coeficiente de manning

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

A= área (m<sup>2</sup>)

<b>Tirante del canal:</b>	0.30 m
<b>Base del Canal:</b>	0.40 m
<b>Talud (z):</b>	0,00

<b>Pendiente:</b>	0,001
<b>Coefficiente de Manning:</b>	0,027
<b>Área Hidráulica:</b>	0.12 m <sup>2</sup>
<b>Perímetro Mojado:</b>	1.00 m
<b>Radio Hidraulico:</b>	0.12 m
<b>Velocidad:</b>	0.28 m/s
<b>Caudal:</b>	0.03 m <sup>3</sup> /s
<b>Caudal= 34.19 l/s</b>	

**TABLA 6.2**  
**VALORES DEL COEFICIENTE *n* DE KUTTER QUE GENERALMENTE SE USA EN LOS DISEÑOS.**

<b>SUPERFICIE</b>	<b><i>n</i></b>
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,016
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

**NOTA:**

Este caudal mínimo es calculado desde la fuente

Q= 34.19 l/s caudal minimo

Qmin= 34.19 l/s > Qmd= 0.217 l/s OK

**2. CAPTACIÓN**

**2.1 TIPO DE CAPTACIÓN**

**A. CAPTACIÓN SUPERFICIAL ( CANAL DE TIERRA)**

**2.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPTACIÓN**

Para el dimensionamiento de la captación es necesario el caudal (Q) máximo de la fuente, dicho canal es utilizado para el consumo humano y la zona agrícola, es por ello que se utilizara el 15% del caudal del canal.

Datos:

Caudal máximo	7.18 l/s ok
Caudal mínimo	5.13 l/s
Gasto máximo diario	0.52

### **DISEÑO HIDRÁULICO DEL BIOFILTRO**

Caudal de diseño de la población

Qd= 7.18 l/s

En el presente proyecto se ha decidido:

Diseñar un filtro dinámico, el cual trabajara con el 70% del caudal de la demanda de la población.

Parámetros de diseño:

Caudal de diseño (Qd)=	7.180 l/s
Caudal por filtrar 70%	5.026 l/s
	0.005026 m3/seg
Velocidad de filtración (Vf)=	0.50 – 3.00 m-h
Velocidad adoptada=	1.200 m/h
	0.000333 m/seg

#### **Calculo del área superficial**

$$A_s = Q_f / V_f$$

Dónde:

Qf= caudal a filtrarse (m3/seg)

Vf= velocidad de filtración (m/seg)

As= 15.10 m<sup>2</sup>

#### **CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFILTRO**

Diámetro (impuesto):

D= 4.38 m

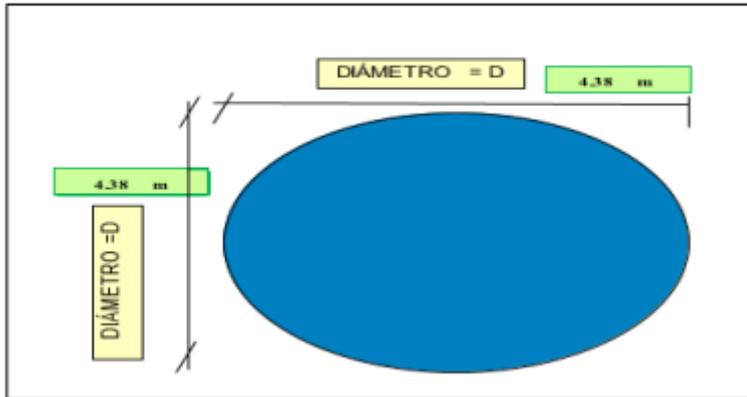
#### **MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO DINÁMICO:**

### Diámetro del filtro

D= 4.38 m

### Área de filtración

$$\frac{\pi D^2}{4} = 15.10 \text{ m}^2$$



### COMPROBACIÓN DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVADO

$$b = 3.40 * \frac{QL}{Vs^3}$$

$$Vs = \sqrt[3]{\frac{3.40 * QL}{b}}$$

Dónde:

B= ancho del biofiltro	4.38m
Q= caudal disponible para el lavado superficial	
Vs= velocidad superficie de lavado	0.15 – 0.30 m/s

### NOTA:

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso al biofiltro= 5.026 l/seg

Vs= 0.16 m/s

### ATENCIÓN:

Dentro de la norma, entre 0.15 – 0.30 m/seg ES ACEPTABLE

## CÁLCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO

$$H_f = H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$$

Dónde:

H <sub>f</sub> = altura total del biofiltro	m
H <sub>ls</sub> = altura del techo de soporte (sedimentos)	0.20m
H <sub>al</sub> = altura del agua	0.60m
H <sub>bl</sub> = altura del borde libre	0.20m

$$H_f = H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$$

$$H_f = 0.20m + 0.60m + 0.20m$$

$$H_f = 1.00m$$

# ENSAYO TERMIDO DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 14 de abril del 2022

**INFORME N° 4 - ABR-22**

**Solicitante:** Espinoza Lázaro Shirley – Universidad César Vallejo  
Vásquez Santisteban Víctor – Universidad César Vallejo

**RUC/DNI:** 71374528-73123943

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cascara de limón (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CL-4A	13.8 mg	.....

**2. ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

**3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 500 °C.
- Masa de muestra analizada: 13.8 mg.

**Danny M. Chávez Novoa**  
ING. MATERIALES  
R. CIR. 84953

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Danny Chávez Novoa  
**Analista responsable:** Ing. Danny Chávez Novoa



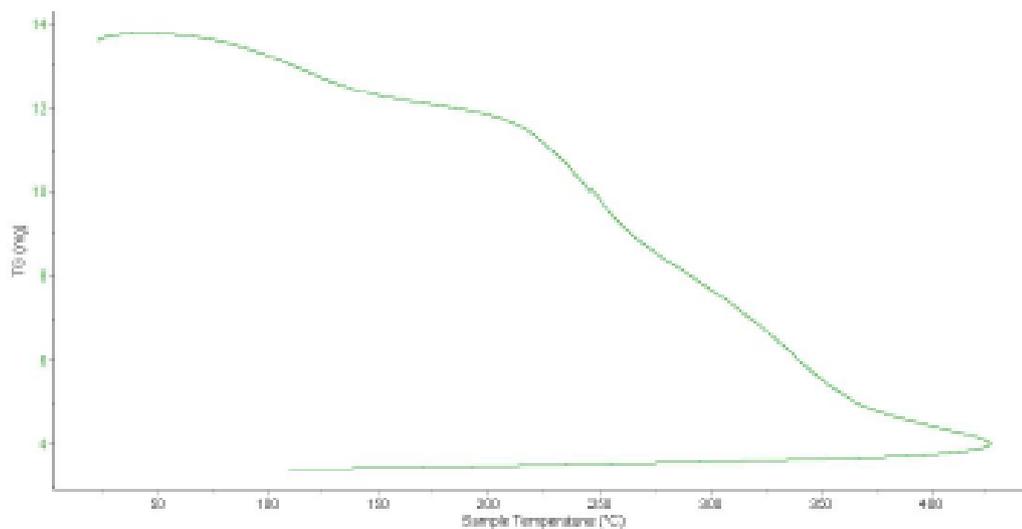
  
Denny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84363

Trujillo, 14 de abril del 2022

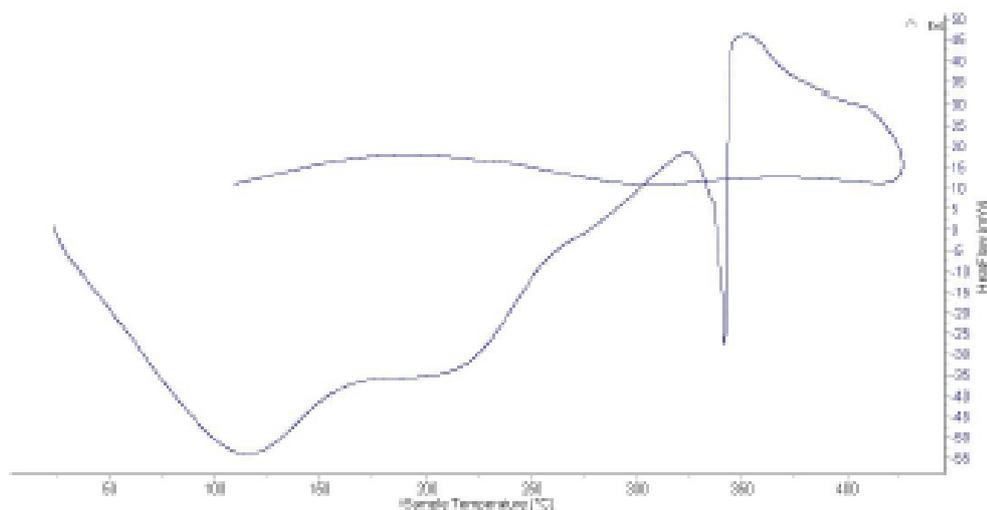
INFORME N° 4 - ABR-22

#### 4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica /ATD





Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 14 de abril del 2022

INFORME N° 4 - ABR-22

5. CONCLUSION:

1. El análisis TG muestra dos caídas termo gravimétricas, la primera caída es ligera y se da en un rango entre 80 y 130°C. En tanto la segunda caída, se da entre 210 y 240°C, posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 70% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. El análisis ATD, muestra los picos endotérmicos característicos. El primero de ellos se da en forma de una banda en torno a 120°C y posteriormente, más adelante, se muestra un pico intenso de absorción térmica a 340°C que es una temperatura indicativa de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 14 de abril del 2022



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

# ENSAYO CALCINACIÓN DE COMPONENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 21 de abril del 2022

INFORME N° 6 - ABR-22

Solicitante: Espinoza Lazaro Shirley – Universidad César Vallejo  
Vásquez Santisteban Víctor – Universidad César Vallejo

RUC/DNI: 71374528-73123943

## 1. MUESTRA: Cascara de limón

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CL-5A	111.25 g	.....

## 2. SERVICIO A REALIZAR

- Calcinación

## 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Horno eléctrico tipo mufla
- Temperatura y tiempo de calcinación: 340 °C y 100 min.

## 4. RESULTADOS

- Masa inicial muestra seca (deshidratada): 111.25 g
- Masa final (después de calcinación): 43.3 g
- Pérdida de peso: 61.1 %

Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84993

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

# ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°011-LAQ/2022**

## **Análisis de cáscara de limón calcinada por FRXDE**

### **Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de limón calcinada a pedido de la Srta. Bach. **Espinoza Lázaro, Shirly Cinthia**, y del Sr. Bach. **Vásquez Santisteban, Víctor Hugo**, egresados de la Universidad San Pedro, como parte de su proyecto de tesis para titulación en la Universidad César Vallejo, titulada:

**"Remoción de Plomo Mediante un Biofiltro, Empleando Cáscara de Limón en Aguas del Río Santa, Sector Chuquicara-Ancash 2022."**

La muestra fue previamente calcinada a 340°C durante 100 minutos y está en la forma de grano fino de color gris oscuro. .

### **Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 500 s sutalizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2000 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°011-LAQ/2022**

**Análisis de cáscara de limón calcinada por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de cáscara de limón calcinada a pedido de la Srta. Bach. **Espinoza Lázaro, Shirly Cinthia**, y del Sr. Bach. **Vásquez Santisteban, Víctor Hugo**, egresados de la Universidad San Pedro, como parte de su proyecto de tesis para titulación en la Universidad César Vallejo, titulada:

**"Remoción de Plomo Mediante un Biofiltro, Empleando Cáscara de Limón en Aguas del Rio Santa, Sector Chuquicara-Ancash 2022."**

La muestra fue previamente calcinada a 340°C durante 100 minutos y está en la forma de grano fino de color gris oscuro.

**Arreglo experimental.**

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.5 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2000 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Arqueometría**

en un proceso de calcinación. La suma de estas concentraciones es un poco más del 50%, que se puede deber a que la muestra contenga una ligera concentración de Na y/o Mg que esta técnica no detecta compuestos de Na y Mg y/o compuestos orgánicos diferentes de óxidos; luego estos porcentajes son normalizados a 100%, Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cáscara de limón calcinada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.795	12.135
SiO <sub>2</sub>	5.182	9.272
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.462	2.611
SO <sub>2</sub>	0.349	0.623
ClO <sub>3</sub>	0.845	1.546
K <sub>2</sub> O	18.219	32.537
CaO	22.672	40.490
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.023	0.042
MnO	0.038	0.067
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.172	0.307
CoO	0.057	0.101
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.010	0.018
CuO	0.049	0.087
ZnO	0.052	0.094
SrO	0.040	0.072
Total	55.994	100.00





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

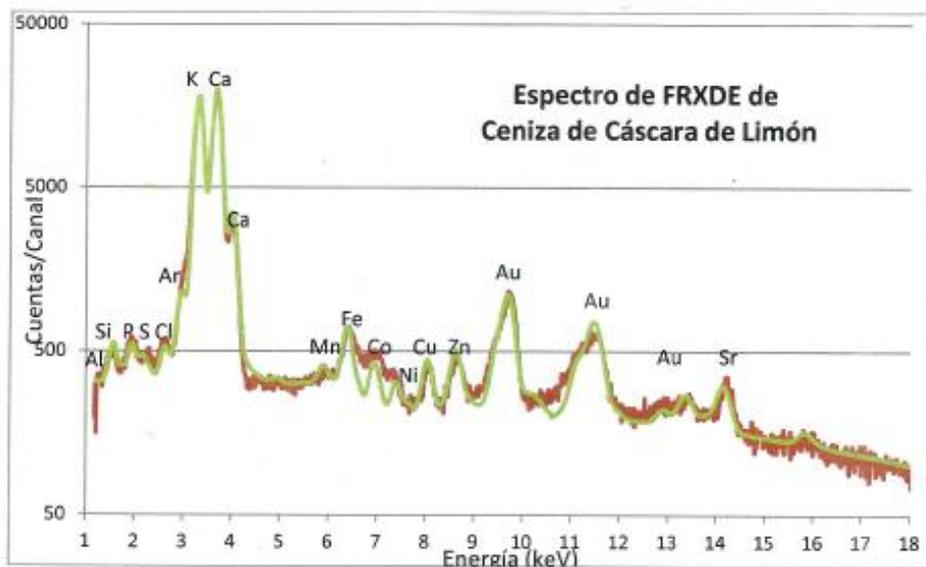


Figura 1. Espectro de FRXDE de cáscara de limón calcinada en escala semilogarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en verde muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 31 de mayo del 2022

# ENSAYO DE PH MUESTRA PATRÓN



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

## INFORME DE ENSAYO N° 20220413-001

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : SHIRLY CINTHIA ESPINOZA LAZARO.  
VICTOR HUGO VASQUEZ SANTISTEBAN.

DIRECCIÓN : Calle Chinchaysuyo Mz. N.LL. 10 Pj 2 de Junio Chimbote.

NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA

PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.

LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA

MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA

PLAN DE MUESTREO : NO APLICA

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA

FECHA DE MUESTREO : NO APLICA

CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En botella de plástico, cerrada.

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.

FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-04-13

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-04-13

FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-04-13

LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.

CÓDIGO COLECBI : 88 220413-1

**PROYECTO**  
"REMOCION DE PLOMO MEDIANTE UN BIOFILTRO, EMPLEANDO CASCARA DE LIMON EN AGUAS DE RIO SANTA, SECTOR CHUGUICARA-  
ANCASH, 2022"  
**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYO
	pH
Agua de Río Santa sector CHUGUICARA (puente)	6,56

### METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

#### NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
Proporcionadas por el Solicitante ( X ) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ( )
- El muestreo está fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, salvo donde la metodología lo indique.
- COLECBI S.A.C. no es responsable de la información declarada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de 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.
- No afecto al proceso de Diferencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI ( ) NO ( X )
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Abril 13 del 2022.

GVR/jms

LC-MP-HRREVO  
Rev. 07  
Fecha 2021-11-26

A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorio  
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO  
C. R. P. 128  
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN  
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

## COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

# ENSAYO DE PH MUESTRAS EXPERIMENTALES



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

## INFORME DE ENSAYO N° 20220628-003

Pág. 1 de 3

SOLICITADO POR : VICTOR HUGO VÁSQUEZ SANTISTEBAN.  
DIRECCION : Dos de Junio Mz. W Lote 10 Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : AGUA NATURAL SUPERFICIAL. (AGUA DE RIO).  
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de plástico con tapa cerradas.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-06-28  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-06-28  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-07-10  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : 88 220628-3

### RESULTADOS

\*REMOCION MEDIANTE UN BIOFILTRO EMPLEANDO CÁSCARA DE LIMÓN EN AGUAS DEL RIO SANTA SECTOR CHUQUICARA ANCASH 2022\*

### ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRAS	
	MUESTRA 2: MUESTRA CON ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE LIMÓN 2,6 GR/L= 10GR/4L 10 GRAMOS	MUESTRA 3: MUESTRA CON ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE LIMÓN 6GR/L=20/4LT GR 20 GRAMOS
PH	7,68	8,33

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

## **COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)

Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

# ENSAYO DE BARRIDO DE METALES MUESTRA PATRÓN Y EXPERIMENTALES



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

**“COLECBI” S.A.C.**

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

**INFORME DE ENSAYO N° 20220628-003**

Pág. 2 de 3

## ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	Límite de Detección (mg/L)	MUESTRA 1: MUESTRA PATRÓN	MUESTRA 2: MUESTRA CON ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE LIMÓN 2,6 GR/L= 10GR/4L 10 GRAMOS	MUESTRA 3: MUESTRA CON ADICIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE LIMÓN 6GR/L=20/4LT GR 20 GRAMOS
Plata (Ag)	0,0001	<0,00001	0,00006	0,00006
Aluminio (Al)	0,001	2,230	0,026	0,016
Arsénico (As)	0,0001	0,0193	0,0053	0,0060
Boro (B)	0,004	0,078	0,436	0,359
Bario (Ba)	0,00005	0,07387	0,02419	0,01315
Berilio (Be)	0,0003	0,0003	<0,0003	<0,0003
Calcio (Ca)	0,02	31,93	144,00	97,98
Cadmio (Cd)	0,00005	0,00223	0,00012	0,00005
Cerio (Ce)	0,00001	0,00796	0,00005	0,00001
Cobalto (Co)	0,00009	0,01383	0,00058	0,00053
Cromo (Cr)	0,0005	0,0010	0,0026	0,0015
Cobre (Cu)	0,0001	0,0734	0,0054	0,0045
Hierro (Fe)	0,01	3,72	0,08	0,03
Mercurio (Hg)	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Potasio (K)	0,01	2,34	69,24	145,94
Litio (Li)	0,0005	0,0361	0,0144	0,0183
Magnesio (Mg)	0,0003	5,1827	28,2044	17,3192
Manganeso (Mn)	0,00005	0,86052	0,02366	0,00688
Molibdeno (Mo)	0,00005	0,00133	0,00855	0,00851
Sodio (Na)	0,01	5,99	270,09	158,76
Níquel (Ni)	0,0005	0,0115	0,0012	0,0006
Fósforo (P)	0,001	0,384	0,500	0,176
Plomo (Pb)	0,00005	0,02182	0,00090	0,00052
Antimonio (Sb)	0,0001	0,0012	0,0004	0,0006
Selenio (Se)	0,001	<0,001	0,006	0,003
Silicio (SiO <sub>2</sub> )	0,06	12,96	16,59	12,39
Estaño (Sn)	0,0001	<0,0001	0,0012	0,0004
Estroncio (Sr)	0,0001	0,1787	0,9104	0,5743
Titanio (Ti)	0,002	0,008	<0,002	<0,002
Talio (Tl)	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Vanadio (V)	0,001	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zinc (Zn)	0,001	0,241	0,022	0,006

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)

Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)



## PANEL FOTOGRÁFICO



**Imagen 01: Recolección y limpieza de materia prima cáscara de limón.**



**Imagen 02: secado de materia prima cáscara de limón al aire libre.**



**Imagen 03: proceso de trituración de materia prima cáscara de limón**



**Imagen 04: Se procedió a realizar el tamizado de la cáscara de limón.**



**Imagen 05: almacenamiento de componente principal cáscara de limón**



**Imagen 06: Recolección de nuestra muestra Patrón y experimentales en las aguas del río Santa, sector Chuquicara**



**Imagen 07:** se procedió a llevar las muestras secas al laboratorio de arquimetría de la UNT, para realizar el ensayo de ATD



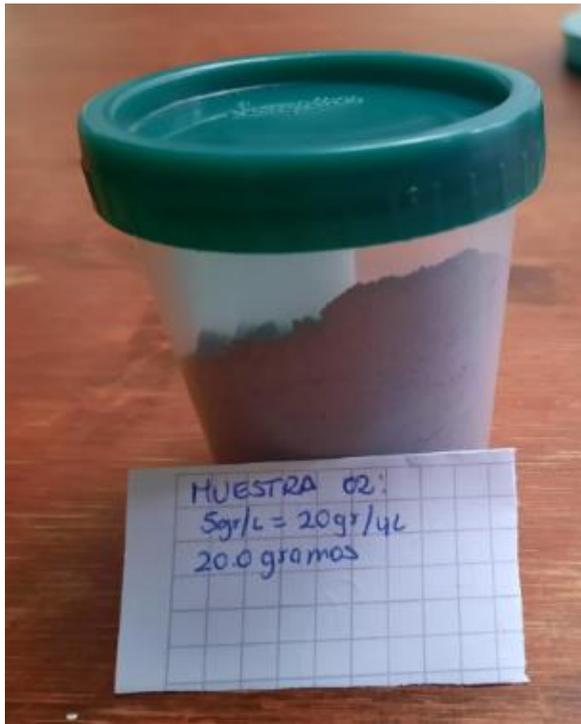
**Imagen 08:** Armado de biofiltro, empleando los componentes necesarios



**Imagen 09:** se procedió colocado de capa de algodón, para el proceso de remoción empleando el biofiltro.



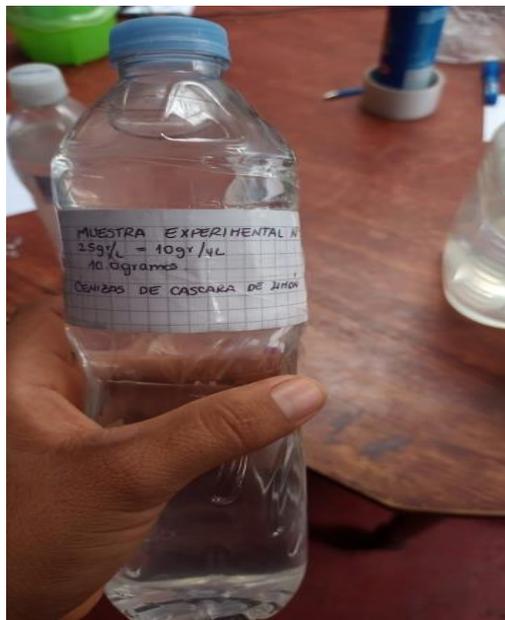
**Imagen 10:** verificación de biofiltro, asegurándose que no presente ninguna filtración en las uniones



**Imagen 11:** adición de 5gr/L de cenizas de cáscara de limón a la muestra patrón.



**Imagen 12:** proceso de filtración, se dejará en reposo 120 minutos, para luego dar inicio al proceso de filtración



**Imagen 13:** se procedió a llevar las muestras experimentales tratadas al laboratorio Colecbi S.A.C. para los ensayos Correspondientes.



**Imagen 14:** se procedió a llevar las muestras experimentales tratadas al laboratorio Colecbi S.A.C. para los ensayos Correspondientes.