



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Mejoramiento del pH y remoción de arsénico utilizando  
arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad  
Shorey, 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Pardo Gutierrez, Miguel Angel ([0000-0003-0812-2240](tel:0000-0003-0812-2240))

**ASESOR:**

Dr. López Carranza, Atilio Rubén ([0000-0002-3631-2001](tel:0000-0002-3631-2001))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

**Lima — Perú**

2021

## **Dedicatoria**

A Dios, Ser todopoderoso quien fue mi guía en toda mi carrera profesional, a él le debo la fuerza y la sabiduría obtenida año tras año.

A mi Familia, mis seres queridos que contra toda dificultad nunca dejaron de confiar en mi persona y pusieron su granito de arena en cada paso que daba.

A mis amigos, personas de buen corazón quienes siempre me motivaron para avanzar en mi proyecto de vida.

A mis Docentes, seres que siempre sembraron ideales en mí y tuvieron la paciencia necesaria para poder brindarme su experiencia profesional.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio parecía imposible por tantos obstáculos que se pasaron, pero que al final los resultados fueron satisfactorios.

## **Agradecimiento**

Gracias a Dios, porque nunca me abandono a pesar de las adversidades, siempre me impulso a seguir cumpliendo mis metas, me brindo salud y mucha experiencia en mi aprendizaje diario. También por permitirme crecer como persona y sacar adelante este proyecto.

Gracias a mis padres Santiago y Marina quienes me guían desde el cielo, ellos fueron los principales promotores de este sueño.

Gracias a mis familiares por confiar y creer en mí; porque siempre anhelaron lo mejor para mi vida. Gracias por cada consejo, por cada una de sus palabras aportaron mucho en mi vida universitaria.

Gracias a todos mis amigos, quienes compartieron sus conocimientos año tras años; junto a ellos con su apoyo, logre que este sueño se haga realidad.

Gracias a la vida por este nuevo logro, gracias a todas las personas que me ayudaron y confiaron en la realización de esta tesis.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos .....	iii
Índice de tablas .....	iv
Índice de gráficos y figuras.....	v
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	3
III.METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de Investigación .....	10
3.2. Variables y Operacionalización .....	10
3.3. Población, muestra y muestreo .....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimiento .....	13
3.6. Aspectos Éticos.....	20
IV.RESULTADOS.....	21
V.DISCUSIÓN.....	32
VI.CONCLUSIONES .....	36
VII.RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS .....	43

## Índice de tablas

Tabla N°01: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
Tabla N°02: <i>Resultados de pérdida de masa de la Arcilla</i> .....	23
Tabla N° 03: Resultados de pérdida de masa de la cáscara de coco.....	24
Tabla N° 04: Resultados de los Límites de Atterberg.....	24
Tabla N° 05: Composición química de la arcilla .....	25
Tabla N° 06: Composición química de la cáscara de coco.....	25
Tabla N° 07: pH de las Muestras de Agua.....	29
Tabla N° 08: Nivel de arsénico de las Muestras de Agua.....	30

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico N° 01: Curva pérdida de masa - cáscara de coco. ....	21
Gráfico N° 02: <i>Curva calorimétrica - cáscara de coco.</i> .....	22
Gráfico N° 03: <i>Curva pérdida de masa – arcilla.</i> .....	22
Gráfico N° 04: <i>Curva calorimétrica – arcilla.</i> .....	23
Gráfico N° 05: <i>Curva de Flujo de arcilla.</i> .....	24
Gráfico N° 06: <i>Dimensiones del Biofiltro.</i> .....	28
Gráfico N° 07: <i>pH de Muestras de Agua.</i> .....	29
Gráfico N° 08: <i>Niveles de Arsénico de las Muestras de Agua.</i> .....	30
Gráfico N° 09: <i>Porcentaje (%) de remoción de Arsénico.</i> .....	31

## **Resumen**

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo mejorar el pH y remover arsénico de una muestra de agua del río Moche – Localidad Shorey, Departamento La Libertad, la cual presenta un concentrado de 1,535 mg/L de arsénico, el cual supera lo establecido en la norma, que lo pone fuera del rango del ECA, y también presenta un pH de 2.20. Se planteó en este proyecto realizar un Biofiltro en base a arcilla y cáscara de coco con 2 dosificaciones 1:1 y 2:1 (Arcilla:Cáscara de coco).

Para determinar la Temperatura ( $T^{\circ}$ ) de calcinación de la arcilla y cáscara de coco se realizó el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) en la Universidad Nacional de Trujillo. Posteriormente a los materiales ya calcinados se les realizó el ensayo de Fluorescencia de Rayos X en la Universidad Nacional Mayor San Marcos, con el objetivo de obtener su composición química.

Se diseñó un biofiltro lento con un caudal para estudio de 1.5 l/s. El sistema comienza con una captación que va conectada con el biofiltro mediante una válvula de paso que permitirá regular el caudal de ingreso, una vez que el agua haya pasado por la cámara de entrada del Biofiltro ira por un tubo colector que repartirá al agua por las 5 tuberías paralelas que cuentan con 8 orificios para que el agua comienza a ascender hacia la cámara de salida del biofiltro, el agua tendrá que pasar por una capa de confitillo que cubre todas las tuberías y por encima la capa de las esferas de arcilla-cáscara de coco (Materiales biofiltrantes).

Para determinar que el compuesto arcilla-cáscara de coco puede adsorber arsénico, y también mejorar el pH presente en el agua del río Moche se realizó los ensayos correspondientes a las muestras de agua obtenidas al pasar por el Biofiltro, obteniendo resultados positivos del 63,84 % y 78,11 % de remoción de arsénico de las dosificaciones (1:1) y (2:1) correspondientemente. Además, de los resultados obtenidos respecto del pH del agua tratada hubo una muestra favorable en relación a la dosificación (2:1) ya que el pH del agua se elevó a 4,74. Estos resultados siguen estando fuera de los rangos de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

**Palabras claves:** Arcilla, cáscara de coco, arsénico, pH, Biofiltro.

## Abstract

This research project aims to improve the pH and remove arsenic from a sample of water from the Moche River - Shorey Town, La Libertad Department, which presents a concentrate of 1,535 mg/L of arsenic, which exceeds the provisions of the standard, which puts it outside the range of ECA, and also has a pH of 2,20. In this project, a Biofilter based on clay and coconut shell was proposed.

To determine the temperature ( $T^{\circ}$ ) of calcination of clay and coconut shell, the Differential Thermal Analysis (DTA) test was carried out at the National University of Trujillo. Subsequently to the materials already calcined, the X-ray Fluorescence test was carried out at the National University of San Marcos, with the aim of obtaining its chemical composition.

A slow biofilter was designed with a flow rate for study of 1.5 l/s. The system begins with an uptake that is connected to the biofilter by means of a bypass valve that will allow to regulate the inlet flow, once the water has passed through the Biofilter inlet chamber it will go through a collecting tube that will distribute the water through the 5 parallel pipes that have 8 holes so that the water begins to rise towards the biofilter outlet chamber, the water will have to pass through a layer of confitillo that covers all the pipes and above the layer of the coconut-shell clay spheres (Biofiltrant materials).

To determine that the clay-coconut shell compound can adsorb arsenic, and also improve the pH present in the water of the Moche river, metal scanning tests of the samples obtained by the Biofilter were performed, obtaining positive results of 63.84% and 78.11% of arsenic removal from dosages (1: 1) and (2: 1) correspondingly. In addition, the results obtained with respect to the pH of the treated water was favorable in relation to the dosage (2: 1) since the pH of the water rose to 4.74. These results remain outside the ranges of the Environmental Quality Standards (ECA) for Water.

**Keywords:** Clay, coconut, arsenic, pH, Biofilter.



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el agua superficial en el País es cuantiosa, sin embargo, su condición es grave en algunos departamentos. Esta imperfección de la calidad del agua es una de las precauciones más difíciles que sufre el país, pues establece un obstáculo para obtener el eficaz empleo del recurso natural, lo que implica el suministro tanto en clase como en abundancia. Es significativo tener en cuenta que en los últimos años este recurso natural se está agotando.

Este es el caso del río Moche, que nace en la sierra de La Libertad y que es la principal fuente de riego de campos de cultivos en Trujillo pero que con el pasar de los años sus aguas han sido contaminadas por los relaves mineros provenientes de empresas asentadas en el Distrito de Quiruvilca, Localidad Shorey y zonas aledañas.

Según el Reporte del ANA (Autoridad Nacional del Agua) del año 2018 del monitoreo que se realizó en 14 puntos del río Moche; a 20 metros aguas debajo de la confluencia de la Quebrada San Felipe, localidad Shorey – Distrito Quiruvilca se obtuvieron presencia de metales pesados y un pH que se encuentran fuera de la norma ECA. Arsénico: 2,912 mg/l, Plomo: 0,154 mg/l y un pH de 1,35. El arsénico es una de las 10 sustancias químicas que la OMS considera más preocupantes para la salud pública. Por esta razón, la organización mundial de la salud (OMS) fijo como límite permisible de arsénico un valor menor o igual a 0,01 mg/l y el nivel de pH sea neutro con un valor de 7.

Dado que se busca un agua de buena calidad en las comunidades rurales y urbanas de la Libertad, se da el interés de esta investigación por saber si la arcilla y la cáscara de coco remueven el arsénico y mejoran el pH presente en las aguas del río Moche – Localidad Shorey. Por consiguiente, en un laboratorio de Marruecos (2015), químicos realizaron ensayos de adsorción mediante un método por lotes. La adsorción de arsénico fue más beneficiosa en el intervalo de pH ácido de las arcillas. Por otro lado, el Químico Manuel Chávez Ruiz del Instituto Nacional de Salud, realizó un invento y afirmó que obteniendo el carbón activado teniendo como materia prima cáscara de coco; este material reduce la

cantidad de arsénico de aguas contaminadas con altos contenidos del referido metal, mayores a 200 mg/l en muchas localidades, hasta valores menores a 1 mg/l. Analizando la situación problemática que se vive en esta parte de nuestro país, se planteó la siguiente pregunta: ¿En qué magnitud el uso de la arcilla y la cáscara de coco pueden disminuir la cantidad de arsénico y mejorar el pH del agua del Rio Moche – Localidad Shorey?

Cabe resaltar que mediante la presente investigación es de justificación social ya que se busca determinar la cantidad de adsorción de arsénico mediante un compuesto conformado por arcilla y cáscara de coco, para así beneficiar a los pobladores de la Localidad Shorey. Se busca que el trabajo experimental aporte una alta cantidad de absorción de arsénico y aumento de pH del agua del río Moche, el cual nos brindaría un buen resultado para el consumo adecuado de agua para los pobladores y para sus diferentes actividades. Por otro lado, el cuidado de la economía en los hogares peruanos, supone que al optimizar el uso de agua potable es importante. Es por eso, que este elemento está siendo gradualmente limitado, el proceso que implica potabilizarla demanda de gran esfuerzo. Todo esto se hace posible para que más hogares cuenten con un líquido, elemento de calidad, pero sobre todo para gozar de buena salud y cuidar la economía.

Todo lo antes mencionado me llevo a plantear el siguiente objetivo general: Determinar el mejoramiento del pH y remoción de arsénico utilizando arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad Shorey, en las proporciones de 1:1 y 2:1, a la vez se plantearon objetivos específicos que permitirán el avance de nuestra investigación: Determinar la temperatura de calcinación de la arcilla y cáscara de coco mediante el análisis térmico diferencial (ATD), determinar la composición química de las cenizas de la cáscara de coco y arcilla mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x, Realizar una propuesta de Filtración mediante un Biofiltro, determinar el pH y el nivel de arsénico del agua antes y después del tratamiento. Después de todo lo mencionado se planteó la hipótesis a seguir: La utilización de arcilla y cáscara de coco removería arsénico y mejoraría el pH presente en las aguas del río Moche – Localidad Shorey.

## II. MARCO TEÓRICO

De todas las investigaciones debidamente analizadas, se hará mención de algunos antecedentes que contribuirán en el desarrollo del presente proyecto.

A nivel internacional San Martín, D. y Medina, D. (2021) realizaron la investigación: “Remoción de arsénico (III) en sistemas acuosos por adsorción utilizando sólidos naturales de Ecuador”. La adsorción de As (III) en sistemas acuosos se realizó en experimentos por carga, usando una dosis de 100 ml de compuesto por gramo de adsorbente, a 30 °C en un método agitado (100 r. p. m.) y pH 7. El contenido de As se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica con generador de hidruros. La capacidad máxima de adsorción de As fue mayor para las arcillas (13-15) comparada con la zeolita (5-6).

También Maza, J. (2019), realizó la investigación: “Biosorción de arsénico con biomásas derivadas de las cáscaras de banano, arroz y coco en aguas excedentes de plantas de beneficio”. La dosis de biomásas adsorbentes seca para el estudio, fueron 50 y 100gr de cáscara de banano, 20 y 50gr de coco, y 100gr de arroz, cada experimento mezclado con 500cc de muestra de agua, en cambio para el experimento de 99gr de mezcla de biomasa seca de cáscaras de banano, arroz, coco, la mezcla con la muestra de agua fue de 1000cc. Según esta investigación se obtuvo resultados favorables, no solo con la biomasa realizada con la cáscara de coco, también con las biomásas de arroz y banano, todas mostraron una adsorción muy significativa en lo que respecta al arsénico.

Silva, J. (2017) en su tesis titulada: “Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales (Fibra de nopal) para la remoción de arsénico en agua”. Cuyo objetivo fue sintetizar carbón activado para elegir las mejores condiciones de síntesis, buscando las variables que influyen significativamente en las propiedades del carbón, y posteriormente llevar a cabo pruebas de adsorción de arsénico en medio acuoso. Concluyendo que el carbón activado a partir de fibra de nopal, impregnado con cloruro de zinc es un

absorbente de gran magnitud y que tiene la capacidad de remover arsénico del agua, así mismo el carbón tiene mayor eficiencia cuando se produce a 400°C.

Además, Meichtry, J. y De Zeta, E. (2015), realizaron la investigación titulada: “Remoción de arsénico en agua mediante materiales de bajo costo y segura disposición final”. Se empleó dosis diferentes de arcilla y hierro cerivalente; determinaron que son necesarias concentraciones de 2,5% m/v de arcilla o 0,05% m/v de hierro cerivalente para lograr una remoción  $\geq 95\%$  para ambas especies de As. En todos los casos, se observó una lixiviación despreciable para As(V), mientras que para As(III) es inferior al 3% del As total removido.

Asimismo, Antipolis, S. Valrose, P. (2015), Químicos de la Facultad de Química y Biotecnología de Marruecos, realizaron la siguiente investigación: “Las Propiedades De Arcillas Marroquíes Para El Retiro De Arsénico De Solución Acuosa”. Ellos analizaron el estilo de adsorción de arsénico sobre elementos arcillosos procedentes de la ciudad de Marruecos. Afirmaron que la arcilla es el adsorbente más eficiente con una disposición máxima de adsorción de 1,076 mg· g<sup>-1</sup>.

Por otro lado, a nivel nacional León, L. (2021), realizó la siguiente investigación: “Remoción de arsénico de aguas subterráneas de consumo humano, mediante el uso del filtro de arcilla y agregados en el distrito de Huatta - Puno 2021”. El estudio fue experimental se probó tres filtros teniendo como base de arcilla y agregados (aserrín y arena), se realizó análisis antes y después del tratamiento de los niveles de arsénico. Los resultados mostraron lo que presenta una excelente remoción de arsénico; para el filtro de arcilla se removió 0.0528 mg/l, para el filtro de arcilla más aserrín fue 0.0614 mg/l y el filtro de arcilla más aserrín más arena fue 0.0570 mg/l. El filtro de arcilla más aserrín, resultó más eficiente demostrando mayor capacidad de adsorción.

De la misma forma, Ponce, D. (2019), realizó la tesis: “Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018”. Se elaboró carbón activado a partir de la cáscara de fruto (coco), se aplicó en el agua que consumen los pobladores en diferentes tiempos (90 y 120 minutos). Los efectos

de este estudio fueron preliminares, pero sugieren que la capacidad del carbón activado de coco surge como alternativa de purificación y absorción de plomo y hierro.

Asimismo; Fiestas, M. y Millones, A. (2019) Desarrollo la investigación experimental: “Influencia de la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de Mórrope”. Se obtuvo carbón activado a partir de la cáscara de coco, se empleó 1109 g de cáscara de lo cual se obtuvo una cantidad aproximada de 487 g de carbón activado lo que representa un rendimiento del 43.91% en todo el proceso, el cual se constituyó de las siguientes etapas: Pre incineración, trituración, activación química, carbonización, secado y molienda. Su investigación llegó a remover un 72% de arsénico, la dosis fue 6 g/l y estuvo en contacto 3 horas con las cenizas, en un inicio el nivel de arsénico fue de 0.11 mg/l y luego del tratamiento fue de 0.0297 mg/l.

Además, Tapia, L. (2017) realizó la tesis titulada: “Evaluación de Arsénico con Chacko (Hidralgirita) en Aguas Subterráneas Contaminadas del Distrito de Taraco – Puno”. En la adsorción del ion del As se obtuvieron resultados favorables: La cantidad de adsorbente 0.2 g, pH óptimo que es 7.5, temperatura 25 °C y tiempo óptimo de contacto fue de 70 minutos. Se analizó el agua subterránea contaminada con As del distrito de Taraco antes 0.05 mg/L y después de la remoción con chacko (Hidralgirita) llegó a disminuir a 0.008 mg/L. Hubo una Capacidad de adsorción de 84%.

También Lazo, R. (2015) desarrollo la investigación experimental: “Operaciones y procesos para la producción de carbón activado a partir de la cáscara de coco”. Los métodos de investigación que usaron fueron la carbonización y la activación. Aplicando la metodología de la activación química, se ha utilizado reactivos químicos tales como el cloruro de zinc, el hidróxido de potasio, el ácido fosfórico, el ácido sulfúrico que mediante el cual se activa para ser luego calcinado en una mufla de 500 a 1000 °C del cual se puede obtener un carbón hidrofílico de poros más anchos apropiado para aplicaciones en fase líquida.

Finalmente, a nivel local, Cerdán, J. (2019) elaboro una tesis titulada: “Remoción de plomo (Pb) de las aguas del rio Chonta utilizando biofiltro de arcilla y Cáscara de naranja- Cajamarca Perú”. En la investigación se calcino la arcilla y la cáscara de naranja, transformándose en carbón activado para así poder adsorber el plomo (Pb) en el agua. Los resultados determinaron que el compuesto de arcilla y Cáscara de Naranja con una dosis A: 2 y CN: 1, moldeado en esferas de 5 mm de diámetro, fue el más efectivo en remover el plomo, logrando disminuir un 47.6%.

Asimismo, Zare, K. (2018) Desarrollo la tesis: “Remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa usando arcilla natural del centro poblado de Otuzco – Cajamarca”. Los resultados evidenciaron que la manifestación de arsénico en la muestra antes del experimento es 0.0878mg/l y al ser tratada disminuye a 0.079mg/l, siendo positiva en un 10.02% de la cantidad inicial.

También Gil, P. (2016), con su tesis: “Diseño de un biofiltro de mucílago de tuna (opuntia ficus - indica) para remover arsénico”. Desarrollo una investigación experimental de nivel cuasi-experimental. El objetivo de este proyecto fue la remoción del arsénico a partir de la elaboración de un biofiltro y su eficiencia, en el que intento que el metal pesado se adhiriera en el mucílago de tuna debido a su alta composición de Potasio (K) y Calcio (Ca). Este proyecto se realizó al usar el mucílago de tuna como gel coagulante y floculante que descienden por gravedad luego de adsorber las cargas negativas del metal.

Avila, M. y Mendez, R. (2015) Desarrollaron la investigación: “Diseño de un biofiltro hojas de Guayaba (Psidium guajava) – Arcilla”. Su principal objetivo fue remover el fósforo que existe en el agua superficial del Centro Poblado Suchimán utilizando esferas biofiltrantes de hojas de guayaba y arcilla de 0.03 m activadas a una temperatura de 250°C por 50 min. El nivel de fósforo disuelto antes del experimento es de 0.1620, a.154 mg/l que exceden los valores permisibles del ECA (0.15 mg/l) y después del experimento es de 0.027, 0.0280 mg/l respectivamente. Se concluyó que el nivel de fósforo descendió a un 82.72%.

De igual manera Valderrama, H. (2015) Desarrollo la investigación de tipo experimental: "Remediación del pH en la laguna Los Ángeles usando arcilla y concha de abanico". El propósito del proyecto fue subir el valor del pH con el fin de enriquecer la condición de las aguas de la laguna encargada de suministrar de agua a la localidad de Quiruvilca. El compuesto orgánico de 0.02 m elevaron el nivel del pH según los resultados. Se tuvo un pH inicial de 5.12 y al administrarle las esferas el pH subió a 12.42 siendo el valor más destacado con la dosis 1:1:1.

Siguiendo con las investigaciones, se añaden los siguientes conceptos que son de gran aporte para el proyecto.

Ante todo, Ferrera (2016), señalo que a un biofiltro se le considera una técnica biológica la cual permite la remoción de metales pesados y agentes dañinos que se encuentran en las aguas con alto nivel de contaminación. A la vez Alarcón (2016) indicó que un biofiltro es un método muy similar a las superficies acuosas que son terrenos rellenos por líquido.

Alvarado (2020), señalo que se han innovado diversas opciones de filtración, consiguiendo así un sistema de biofiltros que brindan un saneamiento fundamental, se realiza todo esto con el fin de reducir el alto nivel de las aguas contaminadas, estos pueden surgir como absorbentes naturales; así mismo mediante la adsorción y absorción son capaces de garantizar distintas sustancias.

Además, se hace dato a un modelo de lo que será el diseño, cuyo fin es evaluar el resultado final, aprender de él y llevar a cabo pruebas concluyentes. De esta forma, la forma o características del mismo pueden diferir al producto final, refiere Sendekia Ingeniería (2017).

Un biofiltro puede ser usado como una unidad de tratamiento primario o secundario, dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales (Metcalf y Eddy, 2003). En un solo tanque se puede realizar un tratamiento completo, que

tenga dividido el pretratamiento, la biofiltración y un proceso de sedimentación. También puede ser usado con o sin otros procesos de tratamiento biológico dependiendo del influente y de la calidad del efluente que se requiera. Las opciones de aplicación de un biofiltro varían con los objetivos del tratamiento, el tipo de medio y la naturaleza de las otras unidades en el tren de tratamiento. Las unidades convencionales de filtración y de biofiltración se pueden combinar dependiendo de la concentración de sólidos suspendidos. Puesto que el propósito principal del biofiltro es eliminar la materia orgánica disuelta, las partículas en suspensión se eliminan en el filtro convencional, antes de que el AR entre al sistema de biofiltración (Wik, 2003; Chaudhary et al., 2003).

Medellín (2016), manifestó que la bio-adsorción es el desarrollo, en el cual se utiliza una materia orgánica o biomasa para poder adsorber cierto contenido contaminante, como los metales, que se encuentra en el agua. Este recurso consiste en la adhesión del metal en la envoltura de la biomasa.

El método de adsorción implica la coagulación de elementos disueltos en agua en la cubierta de un sólido. Este fenómeno de superficie es un paso en el que se acumulan el llamado soluto líquido y el adsorbente. En este proceso, el material se adsorbe a la superficie del adsorbente por medio de energía física (Romero, 2014).

El método de adsorción biológica de iones metálicos utilizados en una sustancia biológica como agente adsorbente es su acumulación en el cuerpo (adsorción en células de biomasa por el mecanismo de adsorción de metales por el mecanismo de acumulación) (Tejada, 2015).

La bioacumulación es una nueva tecnología que utiliza biomateriales como medio para retener o encapsular sustancias de elementos químicos presentes en los cuerpos de agua a través de maniobras físicas y químicas como la adsorción, puntuales e intercambios de iones de agua. Se une a la membrana celular en un método nombrado biosorción o se acumula dentro del núcleo de un mecanismo llamado bioacumulación (Plaza, 2012).



La presencia de algunas soluciones de iones metálicos puede influir en la biosorción de metales para dar una ventaja competitiva entre los iones unidos al sitio activo del material. Al mismo tiempo, puede suceder reduciendo el recubrimiento de la superficie iónica del material coadsorbente (Ordoñez, 2015).

Pérez, F. (2014) define al lecho filtrante como un sistema que atrapa partículas o microorganismos que se encuentran en las aguas, a través de capas compuestas por materiales granulares, tales como piedra y arenas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

**Tipo de investigación:** El tipo de estudio de investigación básico tiene la finalidad de desarrollar los conocimientos teóricos, Hernández (2014),

Para este proyecto, se realizó una investigación aplicada, porque se utilizó los conocimientos existentes a fin de solucionar un problema real (el valor elevado de arsénico en el agua y su bajo pH en lo que respecta al agua).

**Diseño de investigación:** Los proyectos que se basan en experimentos se usan a la par del avance del investigador que lleva como objetivo alegar soluciones de un motivo que se manobra en todo el proyecto, Hernández (2014).

Por lo tanto, en este proyecto se llevó a cabo el modelo cuasi-experimental: un grupo control y un grupo experimental.

Siendo el esquema siguiente a trabajar:



Dónde:

M: Muestra patrón.

O1: Observación inicial de la muestra patrón.

X: Muestra después del tratamiento.

O2: Observación final de la muestra. Donde los resultados, pueden ser iguales (=), diferentes ( $\neq$ ), o semejantes ( $\approx$ ).

### **3.2. Variables y Operacionalización.**

**3.2.1 Variable independiente:** Esferas de arcilla y cáscara de coco (híbrido).

#### **Definición conceptual:**

Una solución (esferas de arcilla-cáscara de coco) es una combinación de dos materias o más, la cual tiene la función de adsorber metales pesados

#### **Definición operacional:**

Las esferas de arcilla y cáscara de coco serán medidas en litros, mediante el ensayo de muestreo de calidad de agua, las características del compuesto arcilla-cáscara de coco serán determinantes para reducir el arsénico y mejorar el pH presente en las aguas del Rio Moche.

#### **Dimensiones:**

- Propiedades físicas de la arcilla y cáscara de coco.
- Dosificaciones proporcionales del compuesto Arcilla-Cáscara de coco para elevar el pH del agua y remover el arsénico del río Moche.

#### **Indicadores:**

- Ph.
- Temperatura.

**3.2.2 Variable dependiente:** Nivel de remoción de arsénico.

#### **Definición conceptual:**

En esta variable, Reyes (2016), indica que la terminología remoción va cuando se separan metales pesados disueltos del agua u otro líquido.

**Definición operacional:**

La existencia de agentes contaminantes (metales) en cuerpos líquidos como lagos, lagunas, ríos o efluentes provenientes de diversas industrias entre ellas la minera, en niveles superiores a los permitidos es perjudicial para este recurso ya que altera sus propiedades fisicoquímicas y además puede afectar al medio ambiente y también a la salud.

**Dimensiones:**

- Coagulación
- Floculación
- Adsorción

**Indicadores:**

- Esta expresado en porcentaje de remoción de arsénico.

**3.2.3 Variable dependiente:** Mejoramiento del pH.**Definición conceptual:**

El pH es en realidad una medición de la cantidad relativa de iones de hidrógeno e hidróxido en el agua. Indica lo ácido que puede ser una muestra de agua

**Definición operacional:**

El pH se medirá usando un Phmetro. El ph puede ser acido, neutro o alcalino.

**Indicadores:**

- Variación y Promedio del pH.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Con respecto a esta investigación, la población está comprendida por las aguas del río Moche, que atraviesa por la Localidad Shorey, Región Libertad.

#### **3.3.2. Muestra**

Conto con 2 muestras extraídas en el mismo punto, se vertió en una botella de 1lt y en un galón de 30 lt, la primera botella se llevó al laboratorio para verificar los niveles iniciales de arsénico y pH; lo demás se usó en el experimento con el biofiltro, de donde se recogió 2 muestras más de 1lt para obtener los valores finales de arsénico y pH disuelto en el agua tratada.

#### **3.3.3. Muestreo**

Solo se tomó un solo punto en el río moche a la altura del puente Constancia, se ubica a 15 min de la Localidad Shorey, a 3900 msnm.

#### **3.3.4. Unidad de análisis**

Un litro de las aguas del río Moche, Localidad Shorey de la región Libertad.

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

Tabla N°01: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

OBJETOS ESPECÍFICOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
<b>Determinar la temperatura de calcinación de la arcilla y cáscara de coco mediante el análisis térmico diferencial (ATD).</b>	Observación científica.	Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.	Valores de temperaturas de calcinación de nuestros materiales.
<b>Determinar la composición química de las cenizas de la cáscara de coco y arcilla mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x.</b>	Observación científica.	Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.	Valores químicos (Óxidos) que contiene nuestros materiales después de su respectiva calcinación.
<b>Realizar una propuesta de Filtración mediante un Biofiltro.</b>	Observación científica.	Propuesta de Biofiltro	Valores de composición del pH en laboratorio del agua tratada del río Moche.
<b>Determinar el pH y la cantidad de arsénico del agua antes y después del tratamiento.</b>	Observación científica.	Protocolo de la concentración final de pH y arsénico.	Capacidad de bioadsorción de las esferas de Arcilla y cáscara de coco. Concentración final de arsénico y pH en el agua tratada del río Moche.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## **Validez**

En la presente investigación se hicieron ensayos, los cuales no requirieron de validación porque fueron elaborados por Sedalib, Universidad: UNT, San Marcos y los cuales son laboratorios de ensayos acreditados por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL que se rigen por la norma técnicas ASTM, y cuenta con equipos de técnicos-científicos.

## **Confiabilidad**

La confiabilidad de la ficha técnica fue respaldada en los Estándares de Calidad de Agua (ECA) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), donde estipulan el procedimiento a seguir desde la recolección de la muestra, procedimiento y resultados.

### **3.5. Procedimiento**

#### **3.5.1. Extracción de la arcilla y la cáscara de coco**

La extracción de la arcilla se realizó en la cantera “Agua de Pajaritos” ubicada en la ciudad de Huamachuco – La Libertad a 3.269 msnm (Latitud: -7.821818, Longitud: -78.043080).

Se obtuvo la cáscara de coco se tuvo que ir a la dirección: Psje. Ferrocarril N° 380 P.J. Bolivar Bajo – Distrito Chimbote. En este domicilio se prepara lo que es conocido como la cocada para su respectiva venta. El coco proviene de la ciudad de Morropón del departamento de Piura. (Latitud: -9.06812, Longitud: -78.58923).

#### **3.5.2. Selección, limpieza y secado de la cáscara de coco**

- Se eliminó los residuos del fruto de la cáscara.

- En una tina llena de agua se depositó 5kg de cáscara de coco para el respectivo lavado retirándose por completo los residuos del fruto que quedaba y otras impurezas que se apreciaron.
- Luego se depositó en otra tina de agua con el fin de retirar en su totalidad las impurezas de la cáscara de coco.
- Una vez que se tuvo el material limpio se procedió a dejar secar a la intemperie por 5 días para una futura pre calcinación.

### **3.5.3. Pre calcinación de la cáscara de coco**

- Se pesó 2 kg de la muestra expuesta a la intemperie por 5 días.
- Se utilizó una olla de barro junto a una fogata hecho en casa con (4 ladrillos y carbón) para la pre calcinación a una temperatura ambiente que oscila entre 200°C y 400°C.
- Se dejó el material durante una hora y procedió a pesar y nos arrojó una reducción de masa de 2kg a 1.20 kg cáscara de coco (un 40 %).
- Para realizar el ensayo de Análisis Térmico Diferencial, se tuvo que moler la cáscara de coco y llevar una muestra de 10 gr a Trujillo a la Universidad Nacional de Trujillo.

### **3.5.4. Activación térmica de la arcilla de la cantera Agua de Pajaritos**

- La arcilla se colocó en una tara y se procedió a pesar cuanto de material ingreso a la mufla, para luego ver la pérdida de masa al día siguiente cuando se recoja el material.
- La calcinación de la arcilla se realizó a 540°C de temperatura según el ensayo de ATD y por una hora.



### **3.5.5. Activación térmica de la cáscara de coco**

- La cáscara de coco se colocó en una tara y se procedió a pesar cuanto de material ingreso a la mufla, para luego ver la pérdida de masa al día siguiente cuando se recoja el material.
- La cáscara de coco se calcinó a una temperatura de 600°C según el ensayo de ATD y por una hora.

### **3.5.6. Ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX)**

- Para determinar La composición Química de la Arcilla y la cáscara de coco se llevó 10 gr de cada muestra pasada por la malla N° 200 para su respectivo análisis.

### **3.5.7. Extracción del agua del río Moche**

Se tuvo que tener en cuenta los siguientes pasos:

- Se colocó todos los implementos adecuados para el cuidado de la extracción del agua, como guantes desechables, mascarillas.
- Se buscó según las coordenadas brindadas por el ANA en el año 2018 e ingresar con el debido cuidado al río.
- Se sumergió un recipiente el cual serviría para extraer el agua y verter a la botella y galón en mi caso utilicé una Jarra pequeña.
- Se extrajo 2 muestras de agua: una botella de 1 lt y un galón de 30 litros.

### **3.5.8. Elaboración de esferas de Arcilla – Cáscara de coco**

- Medir 2 volúmenes (50 ml) según la dosificación de 1:1 y 2:1 (Arcilla: Cáscara de coco).
- Juntar los volúmenes en un táper plástico.
- Agitar manualmente el táper bien tapado.
- Moldear la masa manual, hasta formar las esferas de 1 cm.
- Dejar las esferas a temperatura Ambiente por 24 Horas, para que sequen.
- Se deja las esferas secar un día en la parte donde haya una temperatura moderada (Ambiente)
- Calcinar las esferas a una temperatura de 540° C por 50 minutos.

### **3.5.9. Elaboración del Biofiltro prototipo a escala 1/25**

#### **Materiales:**

- 13 Planchas de vidrios:
  - 08 planchas de 0.08 m x 0.08 m
  - 01 plancha de 0.40 m x 0.20 m
  - 02 planchas de 0.40 m x 0.15 m
  - 02 planchas de 0.20 m x 0.15 m
  - Silicona para vidrio
- 03 contratueras de 3/4"
- 04 codos de 3/4" x 90° PVC
- 03 válvulas de 3/4" de paso de PVC
- 06 adaptadores de 3/4" PVC
- 06 T de 3/4" a presión PVC
- 05 reducciones de 3/4" a 1/2" PVC
- 05 uniones de 1/2" a presión
- 05 tapones de 1/2" a presión
- 01 tapón de 3/4" a presión

- Tubo de 3/4" 2 m
- Tubo de 1/2" 1 m
- 01 Pegamento 1/16 OATEX
- 02 uniones universales de 3/4" a presión
- 03 cintas teflón
- 02 baldes de plástico
- Confitillo

**Procedimiento:**

- Se pegaron las planchas de vidrios, pero antes se realizaron 5 perforaciones en las cámaras de ingreso y salida del agua al Biofiltro.
- Se procedió a armar las tuberías laterales y la tubería colectora con sus respectivos accesorios uniéndolas con pegamento y cinta teflón.
- Se realizaron 40 orificios con un taladro en las tuberías laterales de 1/2".
- Para controlar el caudal del flujo en el sistema de tuberías se colocaron válvulas de bola de 3/4".
- Una vez ya listo nuestro biofiltro se coloca la capa de confitillo de alrededor de 0,0375 m de altura.
- Luego se procede a colocar las esferas de 0.01m.
- Se procede a llenar el tanque N° 01 con el agua en estado natural del río Moche.
- Con la llave de control N° 01 (Válvula de bola) se controló el paso del caudal desde el tanque N° 01 hasta la cámara de ingreso del biofiltro.
- Una vez que el agua procedente de la captación llegó a la cámara de ingreso, esta pasó por el tubo colector, el cual distribuyó el agua por las tuberías laterales y empezó a filtrar

por los orificios, y es ahí donde se generó el ascenso del agua por las capas de confitillo y las esferas.

- Se dejó reposar una hora el agua, Terminando este proceso, se procedió a recolectar la muestra que se llevara para su análisis correspondiente.
- Se necesitó para este proceso 7 lts de agua del río Moche, la duración fue de una hora. Se realizó con las dos dosificaciones de 1:1 y 2:1 (Arcilla: Cáscara de coco) de cada muestra de uso 100 gr.
- Las 03 muestras fueron llevadas al Laboratorio Sedalib y se dejó para su respectivo análisis de Arsénico y pH.

### **3.6. Aspectos Éticos.**

Se rigió por el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, según la Ley Universitaria 30220 dada en la resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV con fecha 23 de mayo de 2017; en donde aseguraron los principios éticos, bienestar y autonomía en los investigadores. Se tomó consigo los derechos de los autores, exteriorizando de manera propia esta investigación, incluyendo a ello la citación de manera correcta según las normas ISO 690. Por ende, se respetó con autenticidad los resultados según lo establecido por los Estándares de Calidad del Agua (ECA) referido a los parámetros de calidad del agua para consumo humano.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. PRIMER OBJETIVO: Determinar la temperatura de calcinación de la arcilla y cáscara de coco.

#### 4.1.1 ATD de la cáscara de coco.

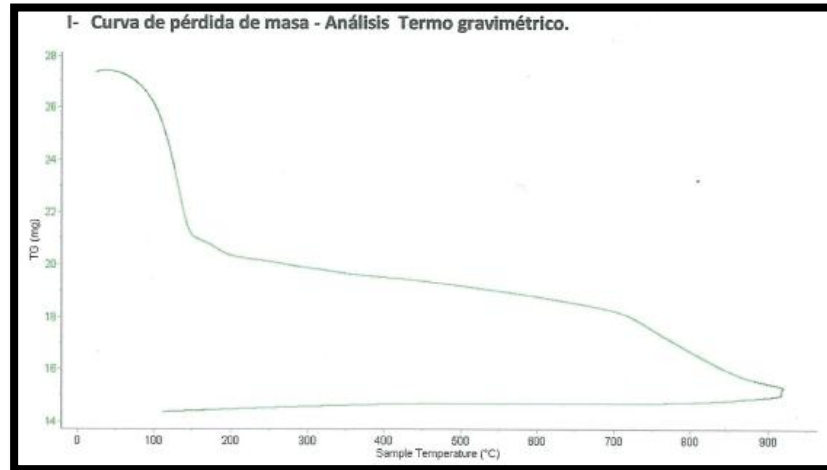
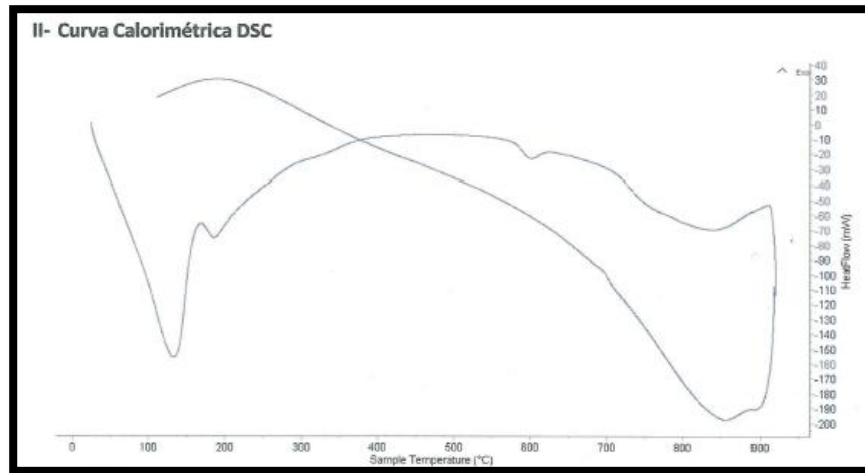


Figura N° 01: Curva pérdida de masa - cáscara de coco.

Fuente: Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2021).

**Descripción:** Según el gráfico se muestra dos caídas del material, la primera se da en un rango entre 80°C y 150°C y la segunda se da entre 710°C y 870°C, en otras regiones la caída es gradual y lentamente, llega a perder un total de 41% de su masa que un inicio fue ingresada al horno, una vez que ya llegué a su temperatura máxima.

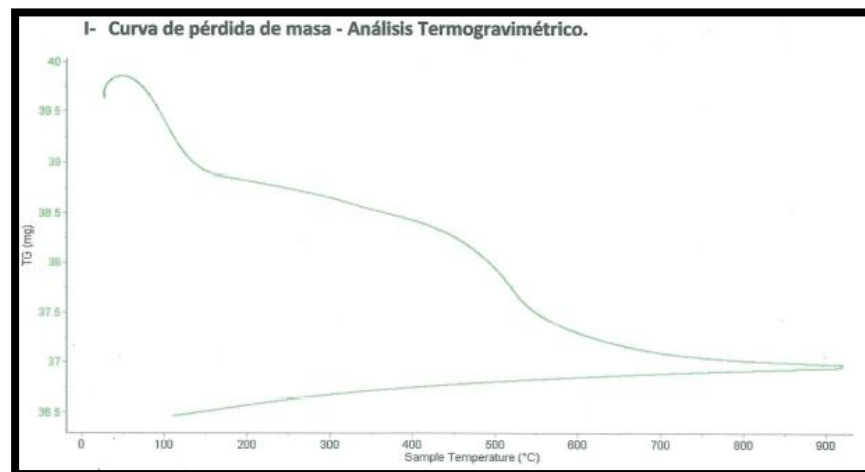


**Figura N° 02:** Curva calorimétrica - cáscara de coco.

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2021).

**Descripción:** De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 140°C, 180°C y 600°C, además de una banda endotérmica entre 750°C y 880°C, todas estas temperaturas involucrarían cambios estructurales y con ella en sus propiedades.

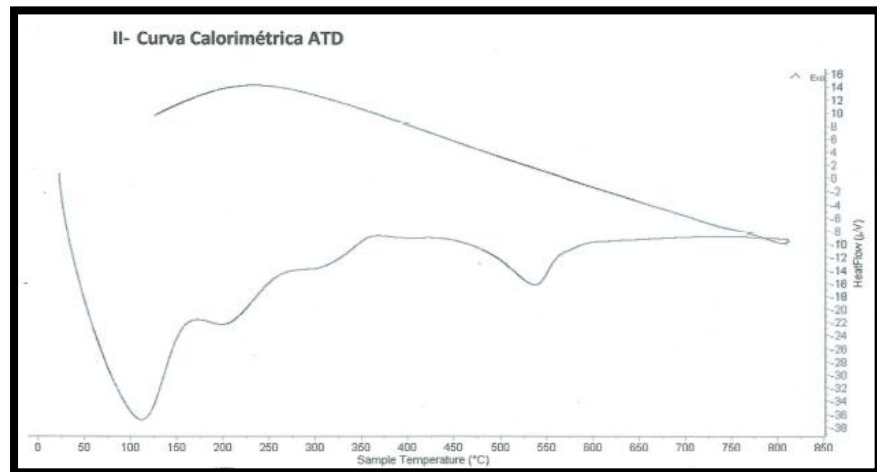
#### 4.1.2 ATD de la arcilla de Agua de Pajaritos.



**Figura N° 03:** Curva pérdida de masa – arcilla.

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2021).

**Descripción:** Según el gráfico se muestra dos importantes caídas del material, la primera entre un rango de 70°C hasta 130°C, posteriormente la caída es más leve, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 11% de su masa que un inicio fue ingresada al horno, una vez que ya llegué a su temperatura máxima.



**Figura N° 04:** Curva calorimétrica – arcilla.

**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2021).

**Descripción:** De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar una primera banda endotérmica, aproximadamente a 120°C, luego a 200°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 540°C, todas estas temperaturas podrían indicar cambio estructural y cambio en las características en el material.

#### 4.1.3 Calcinación de la arcilla de Agua de Pajaritos.

**Tabla N° 02:** Resultados de pérdida de masa de la Arcilla.

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Perdida de Peso (%)
Arcilla	Calcinación	540	60 min	1370	1200	12.4

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, 2021.

#### 4.1.4 Calcinación de la cáscara de coco.

Tabla N° 03: Resultados de pérdida de masa de la cáscara de coco.

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Perdida de Peso (%)
Cáscara de Coco	Calcinación	600	60 min	600	330	45

Fuente: Laboratorio de suelos, 2021.

#### 4.1.5 Límites de Atterberg de la arcilla de la cantera Agua de Pajaritos – Huamachuco.

Tabla N° 04: Resultados de los Límites de Atterberg.

ENSAYOS	RESULTADOS
LÍMITE LÍQUIDO	23.50%
LÍMITE PLÁSTICO	9.01%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.49%

Fuente: Laboratorio de Suelos, 2021.

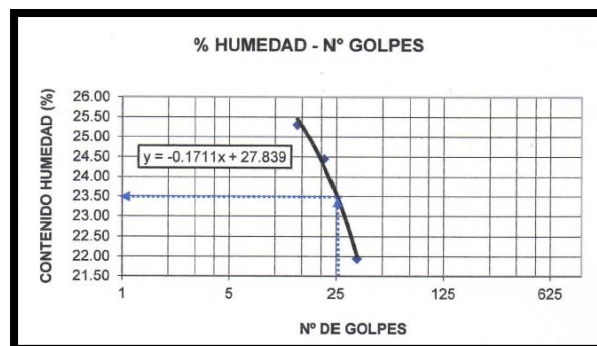


Figura N° 05: Curva de Flujo de arcilla.

Fuente: Laboratorio de Suelos, 2021.

**Descripción:** De acuerdo a la curva de flujo de la arcilla traída de la cantera “Agua de Pajaritos”, se tiene una arcilla ligeramente plástica.



## 4.2. SEGUNDO OBJETIVO: Determinar la composición química de las cenizas de la cáscara de coco y arcilla mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x.

### 4.2.1 Composición química de la Arcilla de Agua de Pajaritos.

Tabla N° 05: Composición química de la arcilla.

Óxido	Resultados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.56%
SiO <sub>2</sub>	75.49%

Fuente: Laboratorio de ARQUEOMETRIA - Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2021).

**Descripción:** De acuerdo a la tabla de composición química de la arcilla se tiene un 17.56 % de Oxido de Aluminio y 75.49 % de Oxido de Silicio.

### 4.2.2 Composición química de la Ceniza de cáscara de coco

Tabla N° 06: Composición química de la cáscara de coco.

Elemento	Resultados
Al	1.76%
Si	1.85%
K	6.25%
Ca	1.77%

Fuente: Laboratorio de ARQUEOMETRIA - Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2021).

**Descripción:** Se tiene como principales elementos químicos en los siguientes porcentajes: 1.76% de Aluminio, 1.85% de Silicio, 6.25% de Potasio, 1.77% de Calcio.

### 4.3. TERCER OBJETIVO: Realizar una propuesta de Filtración mediante un Biofiltro.

#### DISEÑO HIDRAULICO DEL BIOFILTRO ARCILLA - CÁSCARA DE COCO

Caudal de diseño:  $Q_d = 1.50$  l/s (Valor mínimo de caudal del río Moche según el ANA)

Se diseñará un filtro lento ascendente, el cual trabajara con un 60 % del caudal de diseño:

#### PARÁMETROS DE DISEÑO:

Caudal de diseño ( $Q_d$ )	=	1.50	l/s
Caudal por filtrar: 60% ( $Q_f$ )	=	0.90	l/s
	=	0.0009	m <sup>3</sup> /s
Velocidad de filtracion ( $V_f$ )	=	3.00 – 0.50	m/h
Velocidad Adoptada	=	2.50	m/h
	=	0.000694	m/s
Velocidad Suorficial de lavado ( $V_s$ )	=	0.15 - 0.30	m/s
Velocidad de lavado	=	20.00	m/h

#### CÁLCULO DEL AREA SUPERFICIAL:

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f}$$

Donde:

$Q_f$  = Caudal a filtrarse (m<sup>3</sup>/seg)

$V_f$  = Velocidad de Filtración (m<sup>3</sup>/seg)

$$A_s = 1.30 \text{ m}^2$$

#### CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFILTRO:

Ancho ( Impuesto)  $b = 0.80$  m

Por tanto:

$$L = \frac{A_s}{b}$$

$$L = 1.62 \text{ m}$$

**MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO:**

LARGO DEL FILTRO = **L** = 1.62 m  
ANCHO DEL FILTRO = **B** = 0.80 m

**Área de Filtración** **B\*L** = 1.30 m<sup>2</sup>

**COMPROBACIÓN DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVADO:**

$$b = 3.40 * \frac{QL}{Vs^2}$$

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

Donde:

**b** = Ancho del Biofiltro = 0.80 m  
**Q** = Caudal disponible para el lavado superficial

**Vs** = Velocidad Superficial de lavado = 0.15 - 0.30 m/s

NOTA:

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso a Biofiltro = 0.90 l/s

Vs = 0.16 m/s

**ATENCIÓN.....>>>>>>**

<b>DENTRO DE LA NORMA</b>
ENTRE 0.15 - 0.30 m/seg.
<b>ES ACEPTABLE</b>

**CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA DEL BIOFILTRO:**

NOTA:

El valor de la cámara de entrada y salida debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro.

**Cámara de entrada y salida:** 20%

**LARGO DE CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA** = 0.32 m

Adoptamos = 0.35 m

Considerando las cámaras de entrada y salida de sección cuadrada tenemos:

<b>LARGO DE LA CÁMARA =</b>	<b>L (caja)</b>	=	0.35	m
<b>ANCHO DE LA CÁMARA =</b>	<b>B (caja)</b>	=	0.35	m
<b>ALTURA DE LA CÁMARA =</b>	<b>Hcam (caja)</b>	=	0.35	m

**CÁLCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO:**

<b>Hf =</b>	Hls + Hle + Hal + Hbl
-------------	-----------------------

Donde:

<b>Hf =</b>	Altura total del Biofiltro	?	m
<b>Hls =</b>	Altura del lecho de soporte (confitillo)	0.15	m
<b>Hle =</b>	Altura del lecho con esferas	0.05	m
<b>Hal =</b>	Altura del agua sobre los lechos	0.30	m
<b>Hbl =</b>	Altura del Borde Libre	0.10	m

<b>Hf =</b>	Hls + Hle + Hal + Hbl
-------------	-----------------------

Hf = 0.60 m

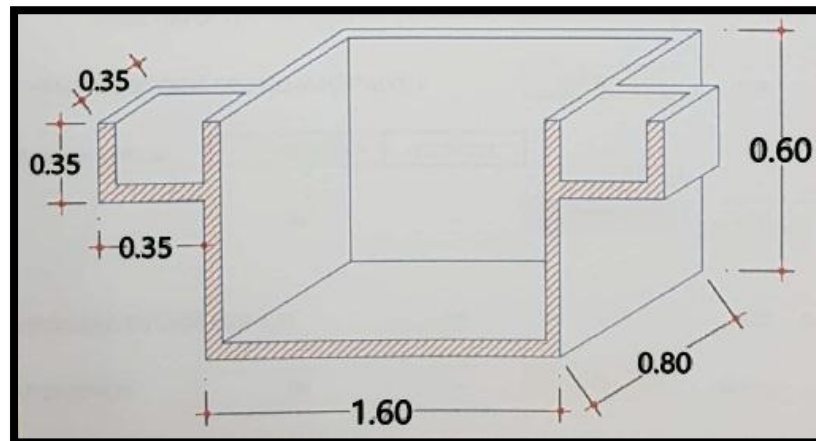


Figura N° 06: Dimensiones del Biofiltro.

Fuente: Elaboración propia.

**4.4. CUARTO OBJETIVO: Determinar el pH y el nivel de arsénico antes y después del tratamiento.**

**4.4.1 Ensayo de pH de muestras de Agua.**

**Tabla N° 07:** pH de las Muestras de Agua.

<b>MUESTRAS DE AGUA</b>	<b>pH</b>
Muestra Patrón de Agua del río Moche	2,20
Muestra Experimental N° 01 con D:(1:1; A:Cc)	2,31
Muestra Experimental N° 02 con D:(2:1; A:Cc)	4,74

**Fuente:** Laboratorio Sedalib S.A, 2021



**Figura N° 07:** pH de Muestras de Agua.

**Fuente:** Elaboración propia.

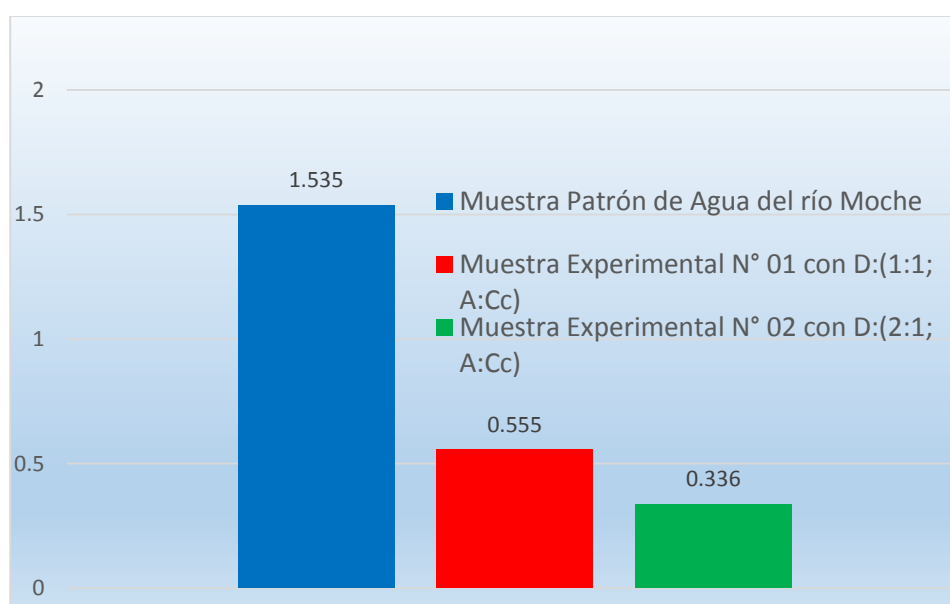
**Descripción:** De acuerdo al análisis se observa que la muestra patrón tiene un pH de 2.2, mientras que la muestra experimental N° 01 tiene un pH de 2.31 y la muestra experimental N° 02 tiene un pH de 4.74; se ve claro la mejoría, pero aun así no cumplen con el límite permisible del ECA.

#### 4.4.2. Ensayo de Niveles de Arsénico.

**Tabla N° 08:** Nivel de arsénico de las Muestras de Agua

MUESTRAS DE AGUA	NIVEL DE ARSÉNICO (mg/L)	REMOCIÓN DE ARSÉNICO (mg/L)	( %) DE REMOCIÓN
Muestra Patrón de Agua del río Moche	1,535	-	-
Muestra Experimental N° 01 con D:(1:1; A:Cc)	0,555	0,980	63.84
Muestra Experimental N° 02 con D:(2:1; A:Cc)	0,336	1,199	78.11

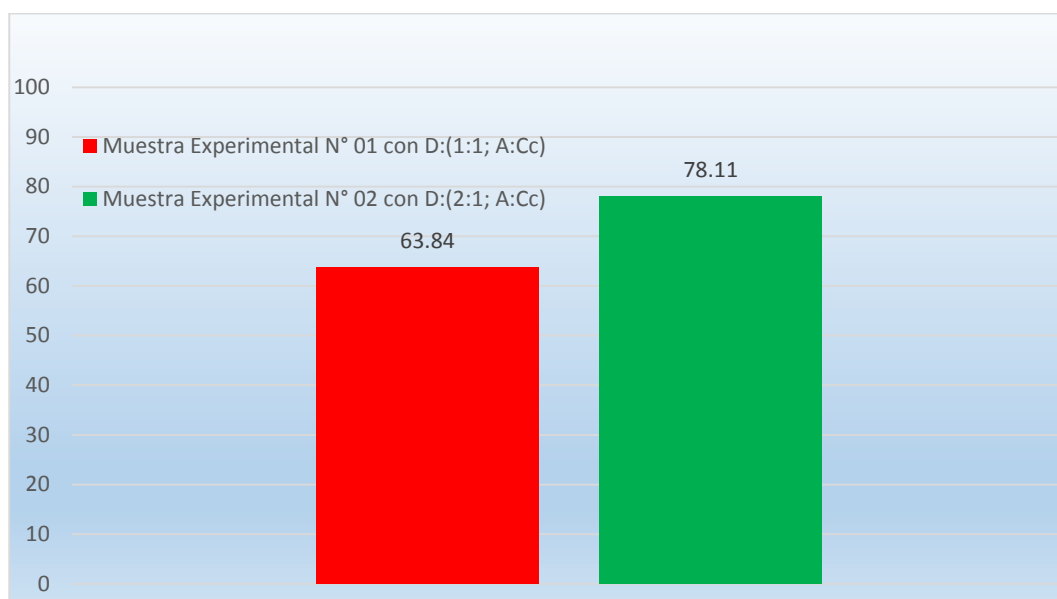
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 08:** Niveles de Arsénico de las Muestras de Agua.

Fuente: Elaboración propia.

**Descripción:** De acuerdo al análisis se observa que la muestra patrón tiene un valor de arsénico de 1.535, mientras que la muestra experimental N° 01 tiene un valor de arsénico de 0.555 y la muestra experimental N° 02 tiene un valor de arsénico de 0.336; se ve claro la mejoría, pero aun así no se cumple con el límite máximo permisible del ECA.



**Figura N° 09:** Porcentaje (%) de remoción de Arsénico.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Descripción:** De acuerdo al análisis se observa que la muestra experimental N° 01 con respecto a la muestra patrón indica un 63.84% menos de nivel de arsénico y la muestra experimental N° 02 un 78.11%; se ve claro la mejoría en la remoción usando el biofiltro y las esferas adsorbentes (arcilla y cáscara de coco).

## V. DISCUSIÓN

El propósito de este proyecto fue decidir si el prototipo de biofiltro con las esferas de arcilla y cáscara de coco se puede usar para disminuir el nivel de arsénico y mejoramiento de pH mediante el proceso de adsorber. Luego del desarrollo del experimento y con los resultados obtenidos se puede manifestar que las dos dosificaciones fueron favorables pero que la muestra donde contiene más arcilla llegó a ser lo de mejores resultados, tanto como en la remoción de arsénico y en la mejoría del pH del agua traída del río Moche – Localidad Shorey.

Se llegó a cumplir con la hipótesis planteada; la remoción de arsénico y el mejoramiento de pH con las esferas con diferentes dosis de arcilla y cáscara de coco, dando la razón que mi metodología de investigación aplicada, resultó ser real como lo expuesto por Carrasco (2019) ya que el indica que cada proyecto debe darle respuesta al problema enfocado y solución a la hipótesis.

Según Hernández (2014), manifestó al manipular la variable independiente y teniendo en cuenta las consecuencias que experimente, enfocándonos para este trabajo se usó un diseño cuasi-experimental, se trabajó en este proyecto con una muestra patrón que se obtuvo del punto afectado por la acumulación de metales pesados que las empresas mineras desechan en las aguas del río Moche de la Localidad Shorey - Libertad y las muestras experimentales donde que vienen a ser las aguas tratadas por medio del biofiltro que pasan por nuestro compuesto orgánico. A pesar de los resultados favorables en las muestras experimentales, no llegaron a cumplir con los estándares de calidad del Agua, esto debido al alto índice de contaminación de las aguas del río Moche.

La muestra de agua extraída en el mes de Julio y con los resultados obtenidos en el Laboratorio de Sedalib (Tabla N° 08) refleja que el agua se encuentra contaminada, y si nos basamos en el Arsénico refleja un nivel de 1,535 mg/L muy superior a los límites permisibles del ECA, esto se debe al masivo trabajo minero. A la vez el análisis muestra un valor de 2.20 de ph.

Con los resultados del ensayo de límites de Atterberg (Tabla N° 04) de la arcilla de la cantera Agua de Pajaritos – Huamachuco, indican que el índice de



plasticidad es de 14.49% y el límite líquido es de 23.50%, esto permite afirmar que se tiene una arcilla ligeramente plástica (Figura N° 04).

De los resultados después de la calcinación de mi arcilla obtuve una pérdida de masa del 12.4% a una temperatura de 540°C por una hora (Tabla N° 02) y según mi ATD se iba a perder un 11%. De igual manera en la calcinación de la cáscara de coco a una temperatura de 600°C por una hora (Tabla N° 03) obtuve una pérdida de masa del 45% y según mi ATD solo perdería un 41%.

En los resultados de la composición química de la arcilla de Agua de Pajaritos (Tabla N° 05). Permitted obtener un material altamente activo con un 75.49% de Oxido de Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y un 17.56% de Oxido de Aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), son elementos que contribuyen en el intercambio catiónico para la absorción de arsénico, según la tesis de Zare, K. (2018), fueron óxidos claves para la adsorción de arsénico.

En los resultados de la composición química de la cáscara de Coco (Tabla N° 06). Permitted obtener solo un 13.15% de elementos químicos, donde resalta el aluminio con 1.76%, el silicio con 1.85%, el potasio con 6.25% y el Calcio 1.77%. Según Gil, P. (2016) en su tesis señalo que estos materiales tienen tributo positivo, por lo tanto, pueden trabajar como coagulantes y floculantes.

Los resultados obtenidos del pH (Tabla N° 07), al utilizar la dosificación 2:1 (Arcilla: Cáscara de coco) eleva el pH de 2,20 a 4,74. Según la tesis de Valderrama (2015), obtuvo unos resultados de pH alcalinos 12,12 y 12,42 y el refiere a la alta composición de óxido de calcio, en mi investigación mis materiales no contaron con mucha composición química de Calcio, y se reflejó en los resultados.

Según la Tabla N° 08, nos indica que al aplicar la dosificación 1:1 (Arcilla: cáscara de coco) removió un 63,84 % de 1,535 mg/L a 0.555 mg/L y al aplicar la dosificación de 2:1 (Arcilla: Cáscara de coco) removió un 78,11% de 1,535 mg/L a 0,336 mg/L. Estos resultados se obtuvieron en 1 hora de tratamiento, según la investigación de Fiestas y Millones (2019) utilizó una concentración de 4 gr/L removió un 68 % de Arsénico en transcurso de 2 horas.

El biofiltro con una capa de confitillo y las esferas de arcilla con cáscara de coco, utilizando las dos dosificaciones (1:1, 2:1) nos arrojan 0.980 mg/l y 1.199 mg/l de adsorción de arsénico respectivamente y según la tesis de León (2021), el obtuvo una remoción muy importante mediante el filtro realizado con arcilla y aserrín, una adsorción muy significativa.

En nuestro experimento adsorbió más el biofiltro con mayor cantidad de arcilla y esto refieren los químicos Antipolis y Valrose (2015) con su investigación donde aseguraron que la arcilla es el mayor adsorbente de arsénico y a la vez manifestaron que a mayor pH ácido la remoción sería más eficaz.

Además, el Prototipo de biofiltro con esferas de arcilla y cáscara de coco, se diseñó para un uso de empozamiento con una duración de 60 min. Se trabajó con un caudal de 1.50 l/s, al comenzar con el experimento se trabajó una cámara de captación, la encargada de recibir el agua directamente del rio Moche, seguido por una tubería la cual permitió que el agua entre en la cámara de entrada y luego descender por una tubería y llegue a otra tubería que estará dentro de la cámara de empozamiento, esta tubería comprendió 5 tuberías cada uno con 8 orificios que tuvieron la finalidad de hacer que el agua salga y tenga contacto con la primera capa de confitillo y que queden ahí impregnados las impurezas y más arriba el agua solo tenga contacto con nuestras esferas y así tener los mejores resultados, logrando así poder dar una solución a los pobladores de la Localidad Shorey los cuales algunos desconocen de estos avances científicos.

Todo proyecto busca cumplir con poder contribuir con experimentos que tengan bajo costo con materiales accesibles, la arcilla se puede obtener en diferentes suelos o canteras que ya tienen noción de este material el cual es abundante a nivel nacional. Por otro lado, la cascara de coco también es accesible por todo nuestro país, es un fruto muy bueno para consumo humano y tiene muchos beneficios para el organismo, se tendría que tener en cuenta solo la limpieza de dichos materiales, las tuberías según a escala real se puede conseguir a la brevedad posible.

Este trabajo tiene una gran importancia a nivel social y económica, esto se debe a que ha quedado demostrado que las esferas hechas de arcilla y cáscara de coco tienen una gran capacidad de adsorción a las partículas de arsénico disuelto en las aguas, lo cual facilita que su uso mejore la calidad de vida de los seres humanos especialmente en zonas rurales, que por los bajos recursos no pueden acceder a tecnologías de punta existentes para este proceso de limpieza del recurso más importante como es el agua a nivel mundial.

Se puede decir que como todo trabajo de investigación existen debilidades, el agua si bien es cierto aclara un poco no logra ser un agua cristalina, ya que al tener contacto con las esferas se desintegraron. Más adelante se tendría que añadir un tratamiento para el color del agua.

## VI. CONCLUSIONES

1. El agua del río Moche en la actualidad tiene un nivel de 2.20 de pH y un nivel de 1.535mg/l de arsénico, las cuales se encuentra fuera de los límites del ECA.
2. La arcilla traída de la cantera de Agua de pajaritos es una arcilla ligeramente plástica y la activación térmica de la arcilla fue a una temperatura de 540°C durante 60 min.
3. La activación térmica de la cáscara de coco fue a una temperatura de 600°C durante 60 min.
4. Según la composición química de la Arcilla que fue activado a 540°C durante 60 min, nos indica que su mayor componente es el óxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>) ya que cuenta en un 75.49% con respecto a la composición total.
5. Según la composición química de la ceniza de cáscara de coco que fue activado a 600°C durante 60 min, permitió obtener de aluminio 1.76%, silicio 1.85%, potasio un 6.25% y de Calcio 1.77%.
6. La dosificación 2:1 (Arcilla: Cáscara de coco) es la más relevante porque eleva el pH de 2,20 a 4.74 de igual manera no cumple con lo que pide ECA.
7. Se obtuvo remociones de arsénico muy importantes comparando con el agua de río Moche (Patrón) de 1,535 mg/L. La muestra experimental N° 01 con la dosificación 1:1 (Arcilla: Cáscara de coco) removió 63.84 % y la muestra experimental N° 02 con la dosificación 2:1, removió 78,11 %; se reflejó en mis muestras tratadas 0,555mg/l y 0,336mg/l de arsénico.

## VII. RECOMENDACIONES

A todos los estudiantes que eligieran una investigación similar o seguir con este proyecto se le recomendaría lo siguiente:

1. Deben buscar una arcilla más plástica, la arcilla montmorillonita sería la más trabajable ya que posee las propiedades de absorción y retención de moléculas a nivel de clasificación de las arcillas según su trabajabilidad.
2. Verificar el tiempo de calcinación durante la activación térmica de la cáscara de coco, para que no pierda en alto porcentaje su composición química.
3. Realizar la activación térmica de la arcilla a mayor temperatura de 540°C y así poder verificar el cambio de la composición química que se obtiene.
4. Realizar la activación térmica de la cáscara de coco a mayor temperatura de 600°C y así poder verificar el cambio de la composición química que se obtiene.
5. Investigar un material que tenga alto de Calcio y combinarla con la ceniza de la cáscara de coco y verificar la efectividad en la remoción de metales pesados y el mejoramiento de pH.
6. Elaborar un compuesto arcilla- cáscara de coco y efectuar el procedimiento con mayores dosis a la realizada en esta investigación y también a mayores tiempos.

## REFERENCIAS

ALARCÓN, Alejandro y FERRERA, Ronald. Biorremediación de suelos y aguas contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. México: Trillas, 2016.

ALVARADO, Ana y GÓMEZ, Denise. Estudio preliminar de la retención de plomo en agua a partir de cascaras 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>

ANA. Informe técnico de resultados del monitoreo de la calidad de agua en la cuenca del río Moche, La Libertad – Perú 2018. Autoridad Nacional del Agua Huarmey Chicama.

ANTIPOLIS, S. y VALROSE, P. Químicos del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Química y Biotecnia –Marruecos. Las Propiedades De Arcillas Marroquíes Para El Retiro De Arsénico De Solución Acuosa. Año 2015.

AVILA, Marcos y MENDEZ, Ricardo Diseño de un biofiltro hojas de Guayaba (*Psidium guajava*) – Arcilla. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Chimbote, Perú: Universidad San Pedro, 2015. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/1011>

CARRASCO, Sergio. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Perú: Editorial San Marcos EIRLTDA, 2019.

CASAGRANDE, (1932) Gráfico de plasticidad de la arcilla. Recuperado de: <https://n9.cl/fs2fk>

CAVIEDES, Diego. Tratamientos para la Remoción de Metales Pesados Comúnmente Presentes en Aguas Residuales Industriales. Año 2015.

CERDÁN, José. Remoción de plomo (Pb) de las aguas del río Chonta utilizando biofiltro de arcilla y Cáscara de naranja- Cajamarca Perú. Tesis (Profesional en Ingeniería Civil). Chimbote, Perú: Universidad San Pedro, 2015. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11388>

CHAVEZ, Manuel Químico del Instituto Nacional de Salud. Filtro con carbón activado de cáscara de coco. Publicado: 15/9/2020. Disponible en: <https://n9.cl/21lug>

CRUZ, Araceli, (2014) "Clasificación de las arcillas en base a su estabilidad" Instituto Tecnológico de Tijuana. Recuperado de: [http://www.academia.edu/6325388/Clasificacion\\_arcillas](http://www.academia.edu/6325388/Clasificacion_arcillas).

DECRETO SUPREMO 004- 2017 MINAM. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 7 de junio del año 2017.

ERÓSTEGUI, Carlos. Contaminación por metales pesados. Revista Científica Ciencia Médica. Volumen 12, No 1. Año 2009. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1\\_a13.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rccm/v12n1/v12n1_a13.pdf)

FIESTAS, Maria y MILLONES, Ana. Influencia de la concentración y el tiempo de contacto del carbón activado de cáscara de coco en la remoción de arsénico de aguas subterráneas de Mórrope. Tesis (Profesional en Ingeniería química). Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019. Disponible en: <https://n9.cl/glszq>

GARCÍA, Emilia (2012) "Las Arcillas: Propiedades y Usos" Universidad Complutense (Madrid). Recuperado de: <http://campus.usal.es/~delcien/doc/GA.PDF>.

GIL, Percy. Diseño de un biofiltro de mucílago de tuna (opuntia ficus - indica) para remover arsénico. Año 2016 Tesis (profesional en Ingeniería Civil). Perú: Universidad San Pedro, 2016. Disponible en: <https://cutt.ly/yhhGm6o>

HÉRNANDEZ Sampieri, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación [en línea]. Quinta edición. México D.F., México: McGRAW-HILL, 2014. Disponible en: <https://cutt.ly/ZhhGRqs>

LAZO, Roberto. Operaciones y procesos para la producción de carbón activado a partir de la cáscara de coco. Universidad Nacional del Callao Año 2015. Disponible en: <https://n9.cl/mbrz1>

LEÓN, Lisbeth. Remoción de arsénico de aguas subterráneas de consumo humano, mediante el uso del filtro de arcilla y agregados en el distrito de Huatta - Puno 2021". Tesis (Profesional ingeniería Civil), 2021. Disponible en: <https://n9.cl/dbkpb>

MALLAMPATI, RAMAKRISHNA y VALIYAVEETIL. Application of tomato peel as an efficient adsorbent for water purification - alternative biotechnology. Año 2016. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/>

MAZA, Jaime. Biosorción de arsénico con biomásas derivadas de las cáscaras de banano, arroz y coco en aguas excedentes de plantas de beneficio. Año 2017.

MEDELLÍN, Nahum; HERNÁNDEZ, Miriam; SALAZAR, Jacob; LABRADA, Gladis y ARAGÓN, Antonio. Bioadsorción de plomo (ii) presente en solución acuosa sobre residuos de fibras naturales procedentes de la industria ixtlera (Agave lechuguilla torr. Y Yucca carnerosana (trel.) mckelvey). Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Año 2016. Disponible en: <https://cutt.ly/YhhGOgK>

MEICHTRY, Jorge y DE ZETA, Elizabeth. Remoción de arsénico en agua mediante materiales de bajo costo y segura disposición final. Año 2015.

METCALF & EDDY-FREELIBROS.ORG, Ingeniería de aguas residuales, Volumen N° 1, 3ra Edición – 2003.

OKAFOR, P. "Capacidad de adsorción de cáscara de coco para plomo, cobre, cadmio y arsénico de soluciones acuosas". Año 2012



ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (2012). Efectos sobre la salud del Arsénico. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/es/>

PEREZ, Francisco, Trabajo de Abastecimiento de Agua, el tema de Filtración. Docente de la Universidad Politécnica de Cartagena, Año 2014. Disponible en: <https://n9.cl/3tdco>

PLAZA, J. Remoción de metales pesados empleando algas marinas. Tesis (Doctoral departamento de química) Universidad Nacional de la Plata, Año 2012. Disponible en: <https://n9.cl/mifi7>

PONCE, Darwin. Aplicación del carbón activado de la cáscara de coco, en la purificación y absorción del hierro y plomo del agua de consumo de los pobladores de Paragsha - Pasco 2018.

REYES, Yulieth C. et al. Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo [en línea]. Vol. 16 N° 2, 2016. Disponible en: <https://n9.cl/mifi7>

ROMERO, A. Bioadsorción de Pb y Cr mediante la utilización de cáscara de naranja (citrus sinensis) molida. Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24491>

SAN MARTIN, Delly. y MEDINA, Daniel. Remoción de arsénico (III) en sistemas acuosos por adsorción utilizando sólidos naturales de Ecuador. Año 2019.

SENDEKIA INGENIERÍA. ¿Qué es un prototipo y para qué sirve? [en línea]. Revista Española diseño e industrialización de Ingeniería, Madrid: España, 2017. Disponible en: <http://ww1.sendekia.com/que-es-un-prototipo-y-para-que-sirve/>

SILVA, Juan. Producción y caracterización de carbón activado a partir de residuos agroindustriales (Fibra de nopal) para la remoción de arsénico en agua. Año 2017.

SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento). (2001). ABASTECIMIENTO Y CALIDAD DE AGUA. (SUNASS): Lima-Perú.

TAPIA, Francisco y VILLAVICENCIO, Abelardo. Uso de biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego. Año 2007.

TAPIA, Lidia. Evaluación de Arsénico con Chacko (Hidralgirita) en Aguas Subterráneas Contaminadas del Distrito de Taraco – Puno. Año 2017.

TEJADA, C. VILLABONA, A y GARCES, L. Absorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico, Año 2015.

VALDERRAMA, Harlin. Remediación del pH en la laguna Los Ángeles usando arcilla y concha de abanico. Tesis (Profesional ingeniería Civil) Universidad San Pedro, 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5400>

ZARE, Kenyi. Remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa usando arcilla natural del centro poblado de Otuzco – Cajamarca. Tesis (Profesional ingeniería Civil) Universidad San Pedro, 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5407>

**ANEXOS**

**ANEXO 1.**

**MATRIZ DE**

**OPERACIONALIZACIÓN**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES*	INDICADORES*	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Remoción de arsénico y Mejoramiento de pH (Variables Dependientes)</b>	Reyes (2016) “Remoción se define como la separación de metales pesados disueltos de un elemento líquido”	Determinar el nivel de arsénico que tiene el agua del río Moche en la Localidad Shorey. Para ello, se recogerá la muestra Insitu, la cual será llevada al laboratorio.	Composición química del agua.	Nivel de Arsénico. <hr/> pH	Razón.
	Reyes (2016) “El arsénico disuelto es un metal que no puede ser degradado y tiene una alta persistencia”		Eficiencia de remoción de arsénico disuelto en agua.	Eficiencia de remoción $e = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$	
			Cantidad de adsorción.	Porcentaje de arsénico adherido.	
<b>Bio-filtro con esferas de arcilla y cáscara de coco (Variable Independiente)</b>	Tapia y Villavicencio (2007) “Un bio-filtro es también conocido como filtro biológico, que elimina compuestos contaminantes en los efluentes, además, de ser económico y contribuye con el cuidado ambiental”	El agua pasará por las tuberías del Biofiltro, luego el agua ascenderá por la capa de confitillo y las esferas de arcilla y cáscara de coco elaboradas en las dosificaciones 1:1 y 2:1. Se procesa por 60 minutos. Luego se llevará el agua al laboratorio para determinar la cantidad de arsénico y el nivel de pH en el agua.	Dosis de esferas de arcilla y cáscara de coco	Dosis 1:1 (A,CaCo) <hr/> Dosis 2:1 (A,CaCo)	Razón.

**ANEXO 2.**

**MATRIZ DE**

**CONSISTENCIA**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**TÍTULO:** Mejoramiento de pH y remoción de arsénico utilizando arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad Shorey, 2021.

**AUTOR:** Pardo Gutierrez Miguel Angel

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES																
<p>¿En qué medida el uso de la arcilla y la cáscara de coco pueden disminuir la cantidad de arsénico y mejorar el pH del agua del Río Moche – Localidad Shorey?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar el mejoramiento del pH y remoción de arsénico utilizando arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad Shorey, en las proporciones de 1:1 y 2:1.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <p><b>Objetivo específico 1:</b> Determinar la temperatura de calcinación de la arcilla y cáscara de coco mediante el análisis térmico diferencial (ATD).</p> <p><b>Objetivo específico 2:</b> Determinar la composición química de las cenizas de la cáscara de coco y arcilla mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x.</p> <p><b>Objetivo específico 3:</b> Realizar una propuesta de Filtración mediante un Biofiltro</p> <p><b>Objetivo específico 4:</b> Determinar el pH y la cantidad de arsénico del agua antes y después del tratamiento.</p>	<p>El uso de arcilla y cascará de coco removería arsénico y mejoraría el pH presente en las aguas del río Moche – Localidad Shorey.</p>	<p><b>Variable 1:</b> Mejoramiento de pH</p> <table border="1" data-bbox="1317 459 1861 839"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición química del agua</td> <td>- Nivel de pH</td> </tr> <tr> <td>Dosis</td> <td>- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)</td> </tr> <tr> <td>Mejoría en la Composición química</td> <td>- Elevación de pH.</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Variable 2:</b> Remoción de Arsénico</p> <table border="1" data-bbox="1317 895 1861 1265"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Composición química del agua</td> <td>- Nivel de arsénico.</td> </tr> <tr> <td>Dosis</td> <td>- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)</td> </tr> <tr> <td>Cantidad de adsorción</td> <td>- Porcentaje de arsénico removido.</td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Composición química del agua	- Nivel de pH	Dosis	- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)	Mejoría en la Composición química	- Elevación de pH.	Dimensiones	Indicadores	Composición química del agua	- Nivel de arsénico.	Dosis	- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)	Cantidad de adsorción	- Porcentaje de arsénico removido.
Dimensiones	Indicadores																		
Composición química del agua	- Nivel de pH																		
Dosis	- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)																		
Mejoría en la Composición química	- Elevación de pH.																		
Dimensiones	Indicadores																		
Composición química del agua	- Nivel de arsénico.																		
Dosis	- 1:1 (A,Co) - 2:1 (A;Co)																		
Cantidad de adsorción	- Porcentaje de arsénico removido.																		

**ANEXO 3.**

**INFORME DE  
RESULTADOS DE  
ENSAYOS DE  
LABORATORIO**





Trujillo, 09 de junio del 2021

**INFORME N° 19 - JUN-2021**

**Solicitante:** Pardo Gutiérrez Miguel Ángel – Universidad César Vallejo

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Cáscara de Coco (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-149 MA	27.3 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 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 27.3 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

**Analista responsable:**



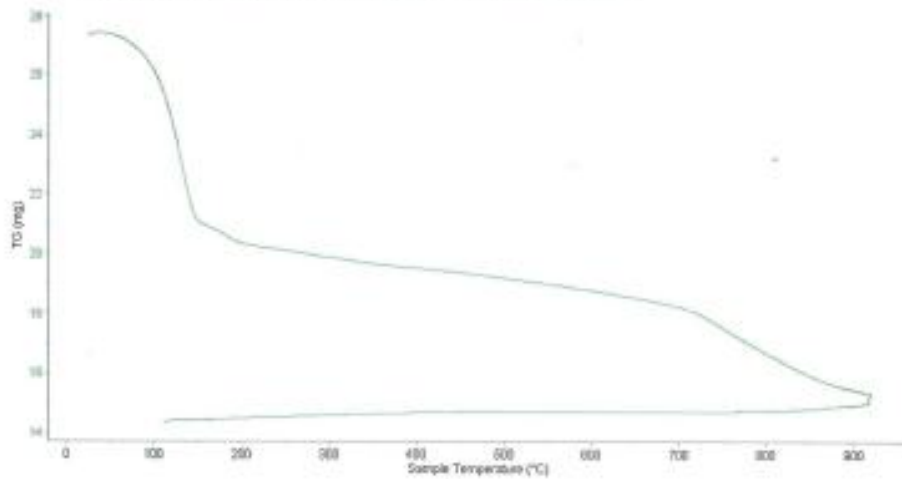


Trujillo, 09 de junio del 2021

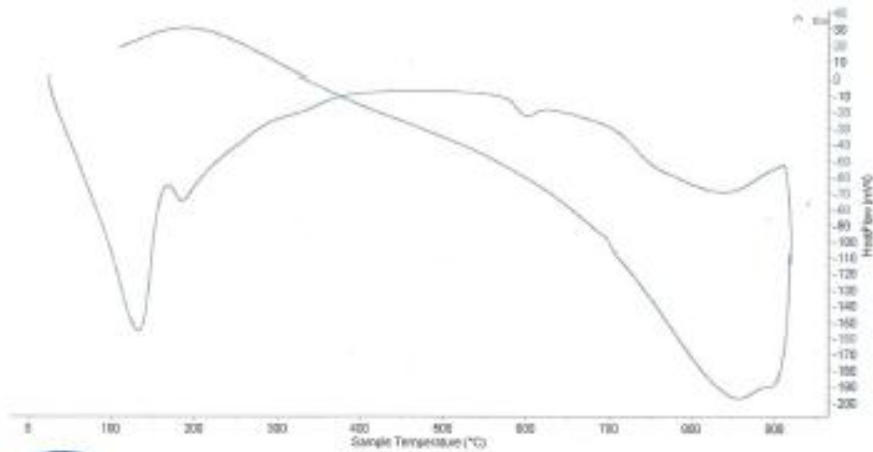
INFORME N° 19 - JUN-2021

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



*[Handwritten Signature]*



Trujillo, 09 de junio del 2021

INFORME N° 19 - JUN-2021

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 y 150°C y la segunda se da entre 710 y 870°C, en otras regiones la caída es gradual y lentamente, y llegar a perder un total de 41% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar picos endotérmicos en 140°C, 180°C y 800°C, además de una banda endotérmica entre 750 y 880°C, todas esas temperaturas involucrarían cambios estructurales y con ella, en las propiedades del material.

Trujillo, 09 de junio del 2021

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



Trujillo, 09 de junio del 2021

INFORME N° 20 - JUN-2021

Solicitante: Pardo Gutiérrez Miguel Ángel – Universidad César Vallejo  
RUC/DNI: .....  
Supervisor: .....

1. MUESTRA: Arcilla (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-7J	39.8 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 – 900°C.
- Masa de muestra analizada: 39.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Analista responsable:



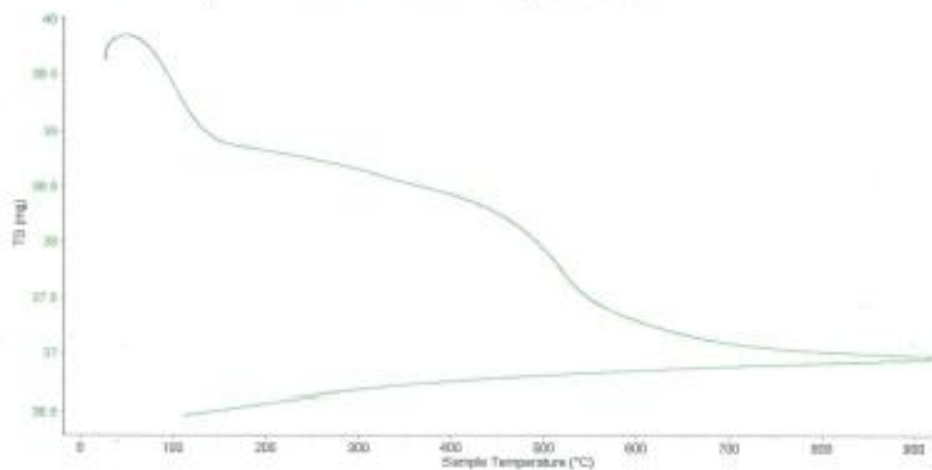


Trujillo, 09 de junio del 2021

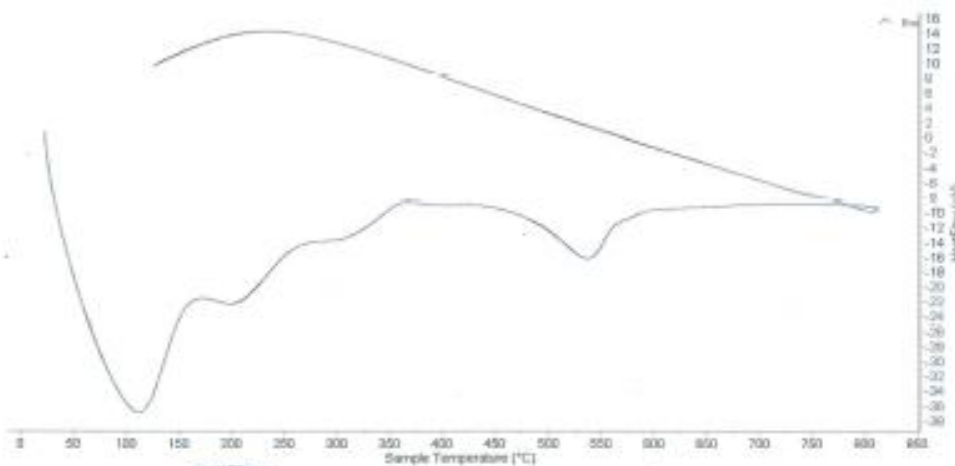
INFORME N° 20 - JUN-2021

#### 4. Resultados:

##### I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico.



##### II- Curva Calorimétrica ATD



LABORATORIO DE POLÍMEROS - UNY  
FEBRERO 2021  
JESATURA  
*[Signature]*



Trujillo, 09 de junio del 2021

**INFORME N° 20 - JUN-2021**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra dos importantes caída del material, la primera entre un rango de 70°C hasta 130°C, posteriormente se muestra una caída más intensa entre el rango de 450 y 530° posteriormente la caída es más leve, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 11 % de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar una primera banda endotérmica, aproximadamente a 120, luego a 200°C y más adelante un pequeño pico a aproximadamente 540 °C, todas estas temperaturas podrían indicar cambio estructural y cambio en las características en el material.

Trujillo, 09 de junio del 2021

  
JEFATURA  
Ing. Genny Mercedes Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



## JOHN FELIX ALVA SANTOS

INGENIERO CIVIL CIP N° 114233 - RUC N° 10329212438  
REG. CONSULTORIA : C42356  
PROYECTOS DE INGENIERIA-SUPERVISION DE OBRAS-TECNOLOGIA DEL  
CONCRETO-ESTUDIOS GEOTECNICOS



### ANALISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : PARDO GUTIERREZ MIGUEL ANGEL  
TESIS : "MEJORAMIENTO DE PH Y REMOCION DE ARSENICO UTILIZANDO ARCILLA  
Y CASCARA DE COCO EN EL RIO MOCHE - LOCALIDAD SHOREY, 2021"  
ASUNTO : CALCINACION DE MUESTRAS  
FECHA : 14/06/2021  
FECHA : 15/06/2021

DESCRIPCION	PROCESO	TEMPERATURA (C°)	TIEMPO	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
Cascara de coco	Calcinacion	600	60 min.	600.0	300.0

Chimbote, 15 de junio del 2021

  
JOHN FELIX ALVA SANTOS  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 114233



**JOHN FELIX ALVA SANTOS**  
INGENIERO CIVIL CIP N° 114233 - RUC N° 10329212438  
REG. CONSULTORIA : C42356  
PROYECTOS DE INGENIERIA-SUPERVISION DE OBRAS-TECNOLOGIA DEL  
CONCRETO-ESTUDIOS GEOTECNICOS



### **ANALISIS DE LABORATORIO**

**SOLICITADO POR** : PARDO GUTIERREZ MIGUEL ANGEL  
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE PH Y REMOCION DE ARSENICO UTILIZANDO ARCILLA  
Y CASCARA DE COCO EN EL RIO MOCHE - LOCALIDAD SHOREY,2021"  
**ASUNTO** : CALCINACION DE MUESTRAS  
**FECHA** : 14/06/2021  
**FECHA** : 15/06/2021

DESCRIPCION	PROCESO	TEMPERATURA (C°)	TIEMPO	PESO INICIAL (gr)	PESO FINAL (gr)
Arcilla	Calcinacion	540	60 min.	1370.0	1200.0

Chimbote, 15 de junio del 2021

  
**JOHN FELIX ALVA SANTOS**  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 114233





## JOHN FELIX ALVA SANTOS

INGENIERO CIVIL CIP N° 114233 - RUC N° 10329212438

REG. CONSULTORIA : C42356

PROYECTOS DE INGENIERIA-SUPERVISION DE OBRAS-TECNOLOGIA DEL  
CONCRETO-ESTUDIOS GEOTECNICOS



### LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

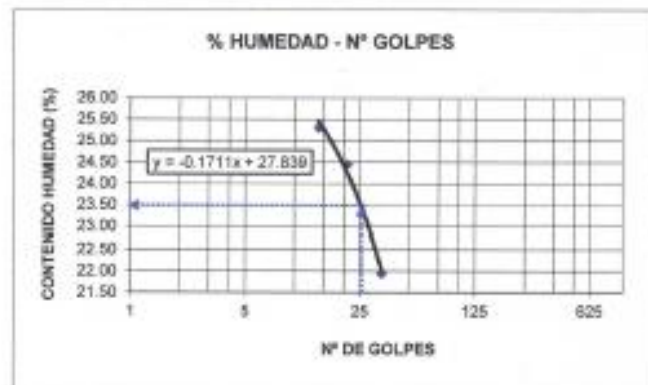
(MTC E-110, E-11, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T89, T90)

SOLICITADO POR : PARDO GUTIERREZ MIGUEL ANGEL

TESIS : "MEJORAMIENTO DE PH Y REMOCION DE ARSENICO UTILIZANDO ARCILLA  
Y CASCARA DE COCO EN EL RIO MOCHE - LOCALIDAD SHOREY, 2021"

FECHA : 15/08/2021

Nro de ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			CONSISTENCIA
	1	2	3	1	2	3	
1. No de Golpes	14	21	34	9.01			
2. Peso Tara, [gr]	18.40	22.40	22.00	21.80	18.50	18.30	I.L. = 23.50%
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	48.60	62.10	57.00	24.20	21.40	20.40	
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42.50	54.30	50.70	24.00	21.20	20.20	LP = 9.81%
5. Peso Agua, [gr]	6.10	7.80	6.30	0.20	0.20	0.20	
6. Peso Suelo Seco, [gr]	24.10	31.90	28.70	2.20	2.70	1.90	IP = 14.49%
7. Contenido de Humedad, [%]	25.31	24.45	21.95	9.89	7.41	10.53	



**JOHN FELIX ALVA SANTOS**  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 114233



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 12-LAQ/2021

Análisis de arcilla calcinada por FRXDE

#### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla calcinada a pedido del Sr. **Pardo Gutiérrez, Miguel Ángel**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, como parte de su proyecto de tesis para titulación, a ser sustentada en la Universidad César Vallejo, titulada:

**“Mejoramiento de pH y Remoción de Arsénico Utilizando Arcilla y Cáscara de Coco en el Río Moche – Localidad Shorey-2021.”**

La muestra proviene de la cantera Agua de Pajaritos y fue calcinada a 540°C por una hora, y está en forma de polvo de color ladrillo pasado por malla 200.

#### 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 20  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 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 6780 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





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de Au dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de arcilla calcinada. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía de los rayos-X.





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

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma de estas concentraciones es algo mayor que 100%, que se puede deber en parte a que hay compuestos diferentes de óxidos y/o a una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. 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 arcilla calcinada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.935	17.561
SiO <sub>2</sub>	81.401	75.491
SO <sub>2</sub>	0.075	0.070
K <sub>2</sub> O	0.770	0.715
CaO	0.140	0.130
TiO <sub>2</sub>	0.915	0.849
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.008
MnO	0.029	0.026
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.029	0.026
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.008	0.008
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.005
CuO	0.034	0.031
ZnO	0.032	0.030
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.009
SrO	0.005	0.004
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.002
ZrO <sub>2</sub>	0.043	0.040
BaO	0.103	0.096
Total	107.84	100.00





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Archeometría

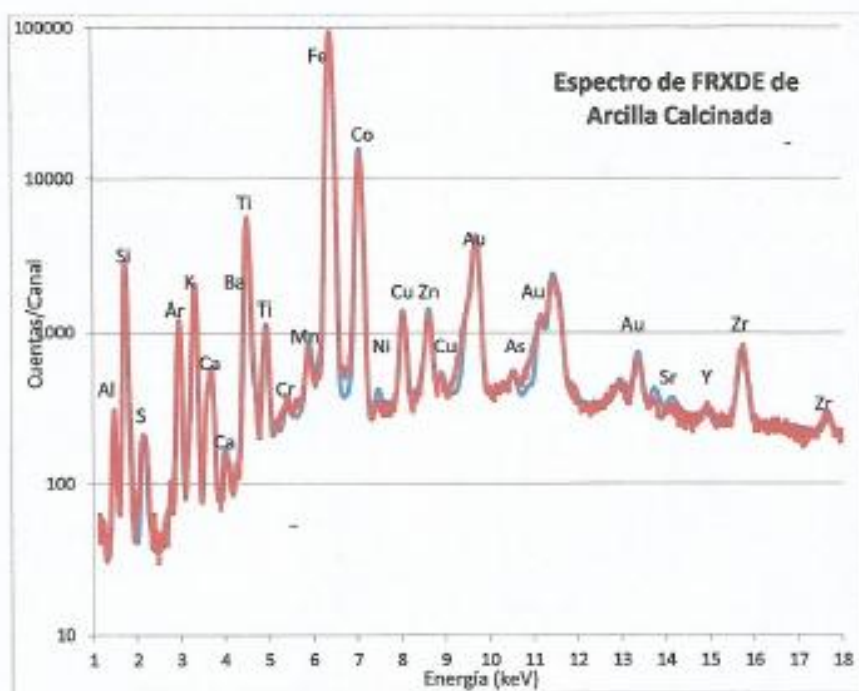


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla calcinada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Archeometría

Lima, 22 de junio del 2021





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

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

**Informe N°11-LAQ/2021**

**Análisis de ceniza de cáscara de coco por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de coco a pedido del Sr. Bach. **Pardo Gutiérrez, Miguel Ángel**, egresado de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis para titulación, a ser sustentada en la Universidad César Vallejo, titulada:

**"Mejoramiento de pH y Remoción de Arsénico Utilizando Arcilla y Cáscara de Coco en el Río Moche – Localidad Shorey-2021."**

La muestra fue calcinada a 600°C por una hora, y está en forma de polvo de color negro pasada por malla 200.

**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 20  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 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 4470 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 consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de coco. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los elementos detectados en la muestra.





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

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

suma de estas concentraciones es 13.15%, lo cual implica que el material todavía contiene componentes orgánicos. El resto del material debe estar constituido de elementos más ligeros que aluminio, entre los que deben predominar C, N y O. 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 ceniza de cáscara de coco en % de masa.

Elemento	Concentración % masa
Al	1.762
Si	1.852
P	0.534
S	0.447
Cl	0.264
K	6.256
Ca	1.774
Ti	0.002
Cr	0.001
Mn	0.003
Fe	0.086
Ni	0.002
Cu	0.034
Zn	0.016
As	0.005
Sr	0.012
Y	0.001
Zr	0.004
Sub-Total	13.152
Otros	86.848
Total	100.00







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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

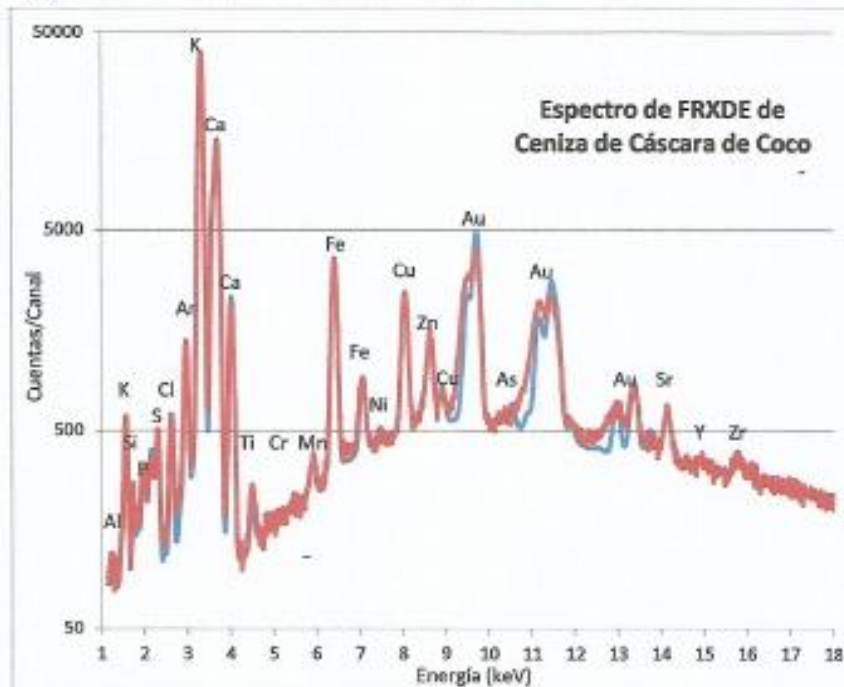


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de coco en escala semilogarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 22 de junio del 2021



## INFORME DE ENSAYO

IE00721010

### Identificación del Cliente

Cliente:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	Dirección:	A.H. BOLIVAR ALTO MZ. F LT. 5
Ensayo solicitado por:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	email:	miguel26921@gmail.com
Teléfonos:	977701328	Fax:	-

### Identificación de la Muestra

Dirección del Punto de muestreo o procedencia:		Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de muestra:	SIMPLE	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA ARSÉNICO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL		
Responsable del muestreo:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ		

### Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	01 DE JULIO 2021	Inicio de Análisis:	1	JULIO	2021
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	2	JULIO	2021
Número de Orden de Trabajo:	OT0721017	Emisión del Informe:	7	JULIO	2021
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.4	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC: LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. A UNA $T^{\circ}$ DE $6.0^{\circ}\text{C}$ .					

### Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017 pH Value. Electrometric Method
ARSÉNICO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017 Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method



## INFORME DE ENSAYO

IE00721010

### RESULTADOS ANALÍTICOS ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente		1	
Código Laboratorio		0721017.001	
Tipo de Matriz		Agua Superficial	
Descripción		RIO MOCHE ALTURA DE LA QUEBRADA SAN FELIPE	
Fecha de muestreo		01/07/2021	
Hora de muestreo		15:00	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	
	Agua	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
ARSÉNICO	mg As/L	< 0.0006	1.5350
pH	Unidad pH	-	2.20

LDM: Límite de Detección del Método

### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., 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.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC - SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

## INFORME DE ENSAYO

### IE00721011

Identificación del Cliente			
Cliente:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	Dirección:	A.H. BOLIVAR ALTO MZ. F LT. 5
Ensayo solicitado por:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	email:	miguel26921@gmail.com
Teléfonos:	977701328	Fax:	-

Identificación de la Muestra			
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:			
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA ARSÉNICO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio					
Recepción de la muestra:	01 DE JULIO 2021	Inicio de Análisis:	1	JULIO	2021
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	2	JULIO	2021
Número de Orden de Trabajo:	OT0721018	Emisión del Informe:	7	JULIO	2021
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.4	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. A UNA $T^{\circ}$ DE $6.0^{\circ}\text{C}$ .					

#### Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017 pH Value. Electrometric Method
ARSÉNICO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017 Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method



## INFORME DE ENSAYO

**IE00721011**

**RESULTADOS ANALÍTICOS**  
**ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:**

Código Cliente		1	
Código Laboratorio		0721018.001	
Tipo de Matriz		Agua Superficial	
Descripción		AGUA TRATADA DEL RIO MOCHE CON DOSIS 1:1 ARCILLA Y COCO	
Fecha de muestreo		01/07/2021	
Hora de muestreo		15:00	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	
	Agua	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
ARSÉNICO	mg As/L	< 0.0006	0.5550
pH	Unidad pH	-	2.31

LDM: Límite de Detección del Método

### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., 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.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO  
LCC - SEDALIB S.A.

Director del LCC-SEDALIB S.A.

## INFORME DE ENSAYO

### IE00721012

Identificación del Cliente			
Cliente:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	Dirección:	A.H. BOLIVAR ALTO MZ. F LT. 5
Ensayo solicitado por:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ	email:	miguel26921@gmail.com
Teléfonos:	977701328	Fax:	-

Identificación de la Muestra			
Dirección del Punto de muestreo o procedencia:			
Tipo de muestra:	SIMPLE	Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:	
Tipo de toma de muestra;	MANUAL	LAS MUESTRAS DEBEN SER REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE $\leq 6^{\circ}\text{C}$ . PARA ARSÉNICO, DEBEN SER PRESERVADAS CON $\text{HNO}_3$ A $\text{pH} < 2$ .	
Responsable del muestreo:	MIGUEL ANGEL PARDO GUTIERREZ		

Identificación de la Muestra por el Laboratorio					
Recepción de la muestra:	01 DE JULIO 2021	Inicio de Análisis:	1	JULIO	2021
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	2	JULIO	2021
Número de Orden de Trabajo:	OT0721019	Emisión del Informe:	7	JULIO	2021
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.4	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	52	%
Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:					
LAS MUESTRA LLEGÓ EN UN FRASCO PLASTICO DE 1 L. A UNA $T^{\circ}$ DE $6.0^{\circ}\text{C}$ .					

#### Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017 pH Value. Electrometric Method
ARSÉNICO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3114 B, 23rd Ed. 2017 Arsenic and Selenium by Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometry. Manual Hydride Generation/Atomic Absorption Spectrometric Method



## INFORME DE ENSAYO

IE00721012

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISICOQUÍMICOS:

Código Cliente		1	
Código Laboratorio		0721019.001	
Tipo de Matriz		Agua Superficial	
Descripción		AGUA TRATADA DEL RIO MOCHE CON DOSIS 2:1 ARCILLA Y COCO	
Fecha de muestreo		01/07/2021	
Hora de muestreo		15:00	
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	
	Agua	-	
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
ARSENICO	mg As/L	< 0.0006	0.3360
pH	Unidad pH	-	4.74

LDM: Límite de Detección del Método

#### OBSERVACIONES

- \* El resultado indicado en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo por el LCC - SEDALIB S.A., 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.
- \* La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del LCC - SEDALIB S.A., su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- \* Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas, cualquier reclamo u objeción, que deseara efectuar el solicitante, respecto al documento, se deberá ejercer en un plazo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe.
- \* La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- \* El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- \* Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- \* Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el LCC - SEDALIB S.A., durante el tiempo indicado de preservación del parámetro a analizar, hasta un periodo máximo de 30 días posterior a la emisión del informe de ensayo, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Armando Araujo Jimenez  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Director del LCC-SEDALIB S.A.

**ANEXO 4.**

**PANEL FOTOGRAFÍCO**





**Imagen 1.** Punto de recolección del agua.



**Imagen 2.** Extracción de la muestra de Agua.



**Imagen 3 y 4.** Dosificaciones de arcilla y cascara de coco (1:1; 2:1).



**Imagen 5.** Tubo colector y las tuberías laterales con orificios.



**Imagen 6.** Se colocan las válvulas al Biofiltro que ya contiene las tuberías.



**Imagen 7.** Se coloca la capa de confitillo.



**Imagen 8.** Se colocan las esferas en el biofiltro



**Imagen 9.** Se deja reposar el agua con las esferas 60 min.



**Imagen 10.** Después del experimento se recolecta la muestra patrón y las 2 aguas tratadas por el biofiltro.

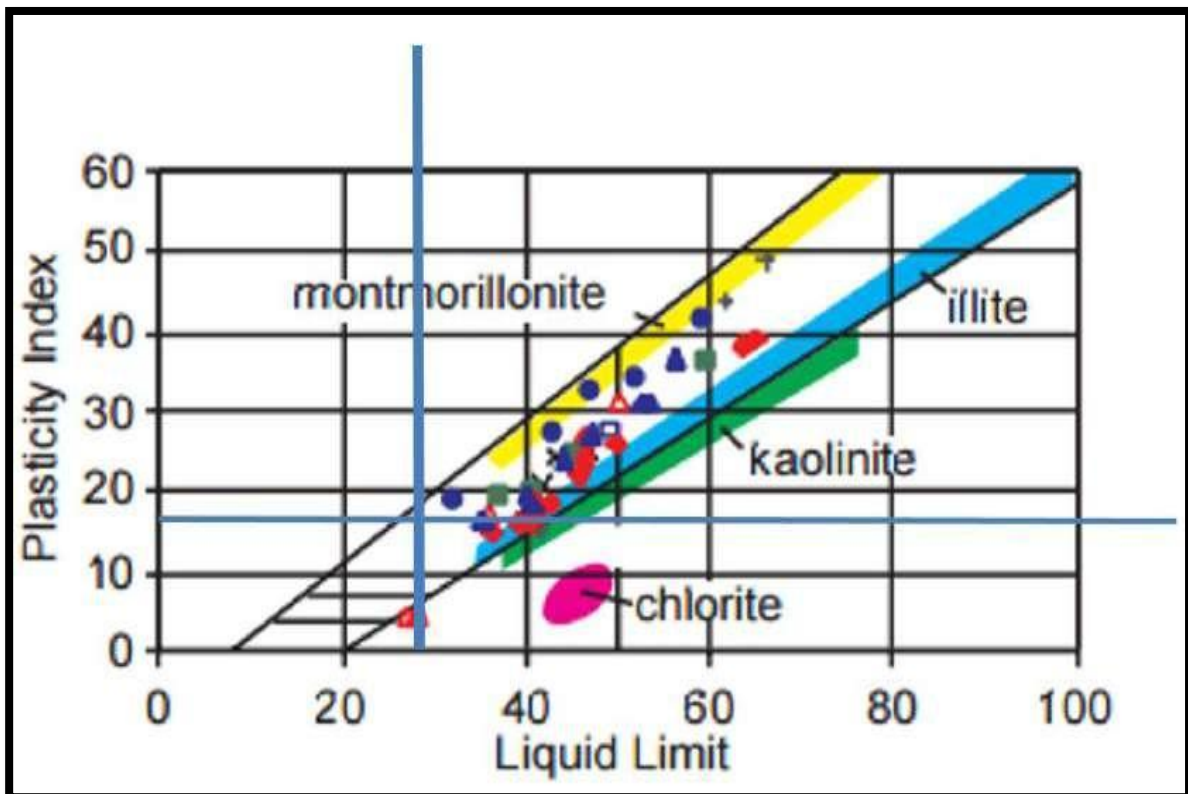


**Imagen 11.** Se entregan las muestras al laboratorio de Sedalib.

**ANEXO 5.**

**CLASIFICACIÓN DE**

**ARCILLAS**



Capacidades típicas de Intercambio catiónico de las arcillas

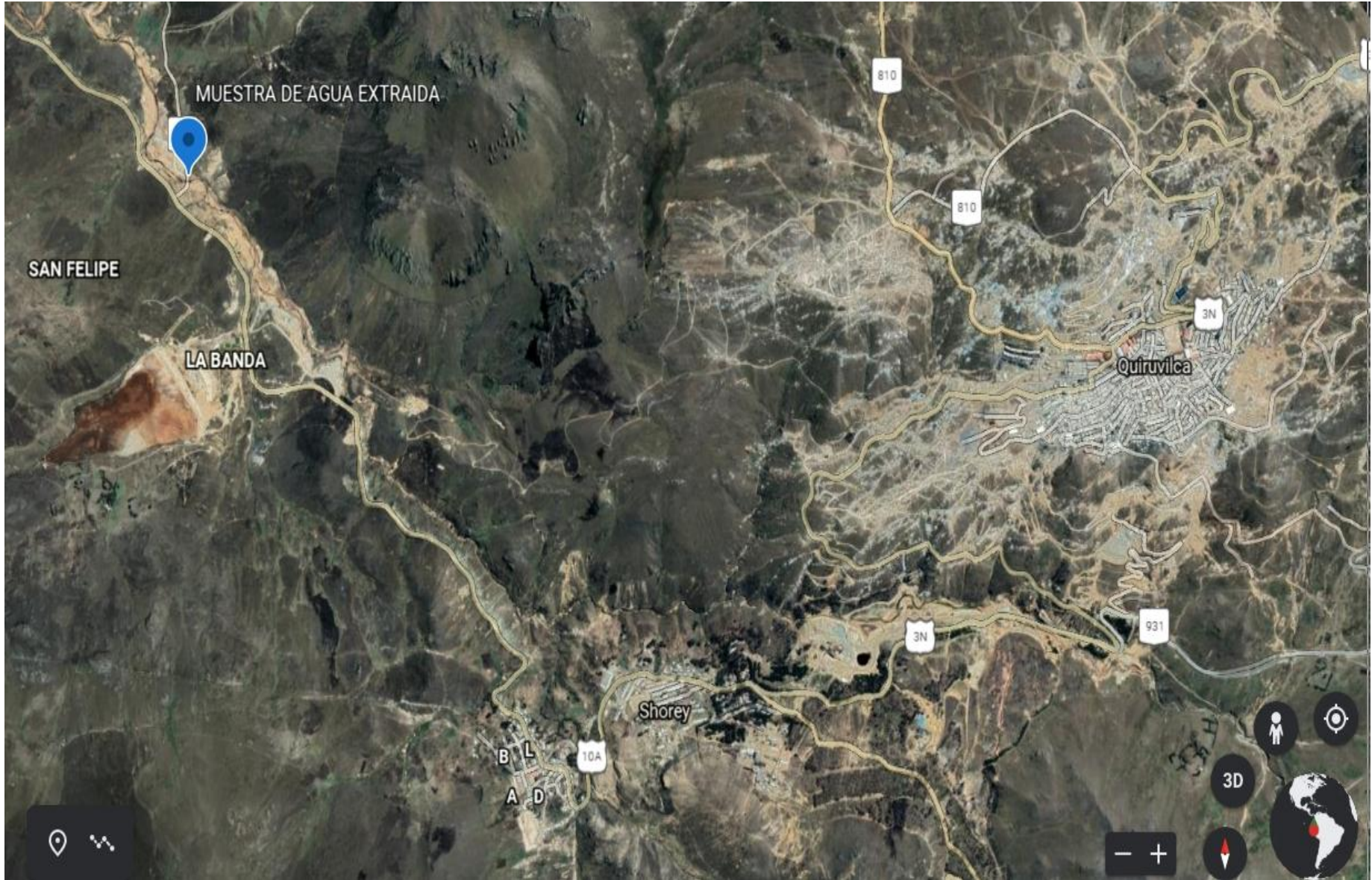
MATERIAL	CEC(meq/100g)
<b>ARCILLAS</b>	
Caolinita	3_15
Illita	15_40
Montmorillonita	80_100

**Fuente:** SMART! Fertilización Inteligente, 2014.



## **ANEXO 6.**

# **MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA RECOLECCION DE MUESTRAS**






## Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo Pardo Gutierrez Miguel Angel , egresado de la Facultad Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Sede Lima Este, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación/Tesis titulado: "Mejoramiento del pH y remoción de arsénico utilizando arcilla y cáscara de coco en el río Moche – Localidad Shorey, 2021". Es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación/Tesis:

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

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

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho 02-08-2021

Apellidos y Nombres del Autor: <b>Pardo Gutierrez Miguel Angel</b>	
DNI: <b>70526216</b>	Firma 
ORCID: <b>0000-0003-0812-2240</b>	