

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Remoción de fósforo en aguas residuales utilizando ceniza  
de hoja de eucalipto y arcilla.**

**Tesis para obtener título profesional de ingeniero civil**

**Autor:**

Rodas Salazar, Diego Antonio

**Asesor:**

Salazar Sánchez, Dante Orlando

Chimbote- Perú

2019

REMOCIÓN DE FÓSFORO EN AGUAS RESIDUALES UTILIZANDO CENIZA DE  
HOJA DE EUCALIPTO Y ARCILLA.

**Palabras clave:**

<b>Tema</b>	Biomateriales
<b>Especialidad</b>	Hidráulica

**Keywords:**

<b>Topic</b>	Biomaterials
<b>Speciality</b>	Hydraulics

**Línea de Investigación:**

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Hidráulica
Área	2. Ingeniería y tecnología
Sub área	2.1 Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil
Campo de investigación	Fuentes, y tratamiento de recursos hídricos

## **Resumen**

El proyecto de investigación consistió en conformar un compuesto de la hoja de eucalipto – arcilla de Anta-Carhuaz, con la finalidad de remover el fósforo que se encuentra disuelta en las aguas residuales. Estudios han demostrado que las hojas de eucalipto tienen actividades anti-hiperglucémicas y anti-hiperlipidémicas entre otras, y que estas actividades pertenecen principalmente a compuestos fenólicos. Se utilizó el método experimental, que consistió en elaborar 120 esferas biofiltrantes de 3 mm de diámetro en proporciones para la muestra experimental 1 de 1:1:1 (arcilla, hoja de eucalipto y maicena) y para la muestra experimental 2 de 1:2:1 (arcilla, hoja de eucalipto y maicena), luego se procedió a activar la función removedora a una temperatura de 250 C°. Posteriormente se realizó el ensayo por el método de jarras a 100rpm durante 2min y 50rpm durante 15 min en el laboratorio de química de la Universidad San Pedro. Siendo también de forma cuantitativa, donde se realizó un ensayo químico del agua antes y después tratada para ver la eficiencia de remoción de fósforo expresada en porcentajes. El nivel de remoción del fósforo fue de 69.2% y 84.6% en la muestra experimental 1 y 2 respectivamente, demostrando que el compuesto muestra una excelente capacidad de remoción de fósforo total disuelto en las aguas residuales.

## **Abstract**

The research project consisted of forming a composite of the eucalyptus-clay leaf of Anta-Carhuaz, with the purpose of removing the phosphorus that is dissolved in the wastewater. Studies have shown that eucalyptus leaves have anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic activities, among others, and that these activities belong mainly to phenolic compounds. The experimental method was used, which consisted in producing 120 biofiltering spheres of 3 mm diameter in proportions for experimental sample 1 of 1: 1: 1 (clay, eucalyptus leaf and cornstarch) and for experimental sample 2 of 1: 2 : 1 (clay, eucalyptus leaf and cornstarch), then the stirring function was activated at a temperature of 250°C. Subsequently, the assay was performed by the jar method at 100rpm for 2min and 50rpm for 15 min in the chemistry laboratory of San Pedro University. Being also quantitatively, where a chemical test of the water was carried out before and after treated to see the efficiency of phosphorus removal expressed in percentages. The level of phosphorus removal was 69.2% and 84.6% in experimental samples 1 and 2 respectively, demonstrating that the compound shows an excellent capacity to remove dissolved total phosphorus in wastewater.

## Índice

Página N°

Tema .....	i
Palabras clave .....	ii
Resumen.....	iii
Abstract .....	iv
Índice .....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras.....	vii
I). Introducción .....	1
II). Metodología .....	18
III). Resultados.....	22
IV). Análisis y discusión.....	27
V). Conclusiones y Recomendaciones.....	29
VI). Referencias bibliográficas .....	31
VII). Agradecimientos .....	36
VIII). Anexos .....	37

## Índice de tablas

Tabla 1: Composición química de las aguas residuales .....	5
Tabla 2: Grado de plasticidad de la arcilla.....	11
Tabla 3: Índices de plasticidad.....	21
Tabla 4: Resultados límites .....	22
Tabla 5: Composición química de la arcilla.....	24
Tabla 6: Composición química del eucalipto.....	24
Tabla 7: PH .....	25
Tabla 8: Contenido de fósforo mg P/L.....	25

## Índice de figuras

Figura 1: Árbol de eucalipto.....	6
Figura 2: Hojas de eucalipto.....	7
Figura 3: Estructura de una illita.....	9
Figura 4: Diagrama de Holtz y Kovacs.....	12
Figura 5: Tipo de arcilla.....	22
Figura 6: Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico-Hoja de Eucalipto .....	23
Figura 7: Curva Calorimétrica ATD-Hoja de Eucalipto. ....	23
Figura 8: Grafico de muestras resultantes. ....	26
Figura 9: Ubicación de arcilla.....	37
Figura 10: Ubicación de hoja de eucalipto.....	37
Figura 11: Ubicación de agua residual.....	38
Figura 12: Recolección de Eucalipto .....	38
Figura 13: Lavado de arcilla .....	39
Figura 14: Remojado de las hojas de eucalipto.....	39
Figura 15: secado de las hojas de eucalipto .....	40
Figura 16: Molido de las hojas de eucalipto .....	40
Figura 17: Polvo de hoja de eucalipto.....	41
Figura 18: Extraccion de arcilla .....	41
Figura 19: Lavado de arcilla.....	42
Figura 20: Secado de la arcilla.....	42
Figura 21: Pesado de la ceniza de hoja de eucalipto .....	43
Figura 22: Pesado de la arcilla.....	43



Figura 23: Pesado de la maicena.....	44
Figura 24: Compuesto antes de mezclar.....	44
Figura 25: Mezclado del compuesto.....	45
Figura 26: Compuesto mezclado.....	45
Figura 27: Elaboracion de bioseferas.....	46
Figura 28: Extraccion de agua residual.....	46
Figura 29: Muestreo agua residual.....	47
Figura 30: Pesado de esferas biofiltrantes.....	47
Figura 31: Muestras experimentales.....	48
Figura 32: Metodo de las jarras.....	48
Figura 33: Metodo de las jarras.....	49
Figura 34: Laboratorio de sedalib.....	49
Figura 35: Muestras en laboratorio sedalib.....	50

## I) INTRODUCCIÓN

Kamiyango & Masamba, (2002), estudiaron la arcilla caolinita obtenida de Malawi-África para la eliminación de fosfatos disueltos en el agua. Aplicaron un tipo de investigación en que la primera parte fue descriptiva y la segunda parte experimental, empleando el diseño de investigación prospectiva y experimental. Su principal objetivo fue remover los fosfatos disueltos en el agua usando la arcilla, el cual se lavó y se dejó secar al sol y después en un horno a una temperatura de 50 °C por 7 horas, se trituro mediante un mortero tradicional seguido de una activación mecánica a través de la malla número 60. Reportando una composición química de la arcilla de 46.7% de SiO<sub>2</sub> y 33.8% AlO<sub>3</sub>. El cual concluyó que la eliminación de fosfato fue dependiente del pH reduciendo en un 75.89% la eliminación de fosfatos disueltos en el agua

Ponnusami\*, V., Vikram, S., & Srivastava, S.N. (2007), investigó la capacidad de absorción del polvo de la hoja de Guayaba para remover el azul de metileno. Aplicaron un tipo de investigación experimental, empleando el diseño de investigación experimental ya que la variable independiente lo manipuló en este caso es la temperatura de activación de la guayaba. Su objetivo del presente estudio fue examinar las características de absorción del polvo de la hoja de Guayaba, para estudiar su uso como absorbente de bajo costo. Concluyó que el polvo de la hoja de guayaba mostro una excelente capacidad de absorción para el azul de metileno.

Vadivelan, V., & Kumar, (2005), en donde se llevaron a cabo experimentos sobre este tema. Aplicaron un tipo de investigación experimental, empleando el diseño de investigación experimental y transversal. Su objetivo principal fue la absorción de azul de metileno con las partículas de cáscara de arroz. Se concluyó que la capacidad de absorción de cascara de arroz para la absorción de azul de metileno era 40,5833 mg/g a temperatura ambiente (32 grados °C).

Gunasekar, V., & Ponnusami\*, V. (2013), aplicaron un tipo de investigación experimental, empleando el diseño de investigación experimental. Su objetivo principal

era emplear el carbono sintetizado a partir de polvo de hoja de la planta para la absorción de azul de metileno de efluente acuoso el cual concluyo: Que la capacidad de absorción del adsorbente fue de 61,22 mg/g.

Ávila, M., & Méndez, R. (2014), aplicaron un tipo de investigación en que la primera parte fue descriptiva y la segunda parte experimental, empleando el diseño de investigación experimental. Su principal objetivo fue remover el fósforo disuelto en el agua dulce superficial del C.P. Suchimán usando esferas biofiltrantes hoja de guayaba y arcilla (Compuesto Bioinorgánico) de 3 mm activada a una temperatura de 250 ° C por 50 minutos. El cual concluyo que hubo una disminución en la cantidad de fósforo disuelto en el agua en un 82.72%.

Vásquez. (2018), aplicó un tipo de investigación experimental, empleando el diseño de investigación experimental. Realizo la activación de su arcilla a 550°C durante un tiempo de 90 minutos. Su principal objetivo fue remover el fósforo disuelto en el agua de la laguna de seda Chimbote, el cual concluyo que hubo una disminución en la cantidad de fósforo disuelto en el agua en un 62.00%.

La investigación se justifica porque el agua al ser fuente de vida de las plantas, los animales y la población humana, siendo el recurso más utilizado debido al crecimiento poblacional, el cual genera la contaminación del agua, produciendo la escasez de agua, el cual se vuelve cada vez más grave, habiendo en el mundo alrededor de 780 millones de personas todavía carecen de acceso a las fuentes mejoradas de agua potable (según la OMS, 2012). Siendo el fósforo uno de los principales nutrientes de uso agrícola que causan la eutrofización en las aguas y disuelto en el agua afecta a la salud y a la vida marina. Para la remoción de fósforo se utilizan químicos (sulfatos de aluminio) que son potencialmente tóxicos para la salud. Por lo cual se desarrollan tecnologías rentables para extender los recursos hídricos y resolver la contaminación del agua.

Siendo una alternativa de solución para el tratamiento de las aguas residuales y darles otro uso, es el uso de la hoja de eucalipto por ser un material orgánico renovable, que al ser calcinado a bajas temperaturas reduce la contaminación ambiental en comparación con la producción de los químicos utilizados para remover el fósforo, y el Perú cuenta con 14750 hectáreas de árboles de eucalipto aproximadamente (según el Minagri, 2012), en la Región Ancash se cuenta con árboles de eucalipto que pueden crecer en patios en un buen clima, asimismo, la arcilla por ser un material abundante distribuida en la naturaleza y es constituyente importante de la corteza terrestre es fácil de conseguirla, En la región de Ancash en Anta-Carhuaz se puede conseguir fácilmente la arcilla, ya que se cuenta con yacimientos de arcilla, el uso de estos Biomateriales al ser fácil de conseguir, por ser innovador y a muy bajo costo se quiere aprovechar sus propiedades de absorción para remover el fósforo disuelto en las aguas residuales. El cual beneficiaría a toda la población en el uso de tratamiento de las aguas residuales, ya que Chimbote no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual es vertida al mar trayendo como consecuencia aumento de la turbidez a causa del nitrógeno y fósforo, reduciendo la fotosíntesis y el aumento de las algas produciendo la eutrofización. Mientras que al ser humano le causa enfermedades a través del medio ambiente y la contaminación ocasionada.

La mayoría de las actividades humanas que utilizan agua generan aguas residuales. A medida que crece la demanda global de agua, el volumen de aguas residuales generadas y su nivel de contaminación se encuentran en constante aumento en todo el mundo. En la mayoría se vierte directamente al medio ambiente sin un tratamiento adecuado. Teniendo repercusiones negativas en la salud humana, la productividad económica, la calidad de los recursos de agua dulce ambiental y los ecosistemas. Si bien las aguas residuales son un elemento clave de la gestión del ciclo del agua, por lo general, una vez que el agua ya sido utilizada se la considera como una carga a ser eliminada o una molestia a ser ignorada. Las consecuencias de esta indiferencia ahora son evidentes. Sus efectos inmediatos, entre ellos el deterioro de los ecosistemas acuáticos y las enfermedades transmitidas por el agua que proviene de suministros de agua dulce contaminada, tienen repercusiones a largo

plazo en el bienestar de las comunidades y los medios de subsistencia de las personas. Si continuamos ignorando el tema de las aguas residuales como problema social y medioambiental ponemos en peligro los otros esfuerzos realizados en pos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

En la actualidad Chimbote no cuenta con un tratamiento de aguas residuales en el cual su composición química contiene fósforo que es el principal causante de la eutrofización de las aguas y disuelto en el agua afecta a la salud. Las aguas residuales son evacuadas al mar en la cual se trata de derivarlas a otros lugares a través de cámaras de bombeo e interceptores de tuberías a la laguna de Las Gaviotas, que en un futuro se construirá una planta de tratamiento.

Por lo tanto, se formula el siguiente problema: ¿El compuesto de la ceniza hoja de eucalipto y arcilla en la proporción 1:1:1 y 1:2:1 removerá el fósforo disuelto en las aguas residuales?

### **Aguas residuales**

Las aguas residuales son principalmente las aguas utilizadas, que están presentes en cantidades suficientemente grandes para poner en peligro la salud pública y el medio ambiente. Debido a que prácticamente cualquier cosa que pueda ser lavada por un inodoro, desagüe o alcantarilla se puede encontrar en aguas residuales; las sustancias residuales que aparecen formando parte de los líquidos cloacales pueden estar presentes como disueltas, suspendidas o en estado intermedio denominado coloidal. Estas sustancias pueden ser de naturaleza mineral u orgánica... (IAGUA, 2017). Se componen principalmente de agua (99,9%) junto con concentraciones relativamente pequeñas de sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos y disueltos, entre las sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales se encuentran los carbohidratos, la lignina, las grasas, los jabones, los detergentes sintéticos, las proteínas y sus productos de descomposición, así como diversos productos químicos orgánicos naturales y sintéticos de las industrias de proceso. (FAO, 2013).

Tabla 1

*Composición química de las aguas residuales*

Constituyente, concentración mg/l			
	Básico	Medio	Alto
Total, sólidos	1200	700	350
Sólidos disolventes	850	500	250
Sólidos suspendidos	350	200	100
Nitrógeno	85	40	20
Fósforo	20	10	6
Cloruro	100	50	30
Alcalinidad	200	100	50
Grasa	150	100	50
BODs	300	200	100

Fuente: (FAO, 2013).

### Fósforo

El fósforo es un componente común de los fertilizantes agrícolas, el estiércol y los desechos orgánicos en las aguas residuales y los efluentes industriales. Es un elemento esencial para la vida vegetal, pero cuando hay demasiado fósforo en el agua, puede acelerar la eutrofización (reducción del oxígeno disuelto en los cuerpos de agua causada por un aumento de los nutrientes minerales y orgánicos) de los ríos y lagos (USGS, 2015)

### La eutrofización

Es el proceso de algunas lagunas, que consiste en el aumento excesivo de fósforo y nitrógeno, que se manifiesta en una intensa proliferación y acumulación excesiva de micro algas y plantas superiores (Ryding & Rast, 1992). Siendo el fósforo el principal causante de la eutrofización de las aguas, ya que los usos de fertilizantes agrícolas contienen en su composición química fósforo y otros compuestos que contaminan el agua de los lagos (Vollenweider, 1980). Ocasionalmente el aumento de la biomasa de fitoplancton en el agua, cambios en la composición de especies de fitoplancton a tasa que pueden ser tóxicos o no

comestibles (por ejemplo, las cianobacterias formadas por plantas), reducción de la claridad del agua, disminución en el valor estético percibido en el sabor y olor del agua (Smith, 1998) y estas consecuencias puede causar problemas en la salud, como las afecciones en los riñones y la osteoporosis (OMS, 2014)

Según Infojardin (2013), el eucalipto o *Eucalyptus globulus* Labill, es un Árbol perennifolio de gran altura, alcanza los 60 m o más perteneciente a la familia Mirtácea. Las hojas, en su etapa juvenil, son grandes, entre ovales y oblongas, de color azul plateado y que toman color verde franco al madurar. Las hojas adultas son largas, estrechas y curvadas en forma de hoz.

Puede encontrarse en zonas tropicales y subtropicales debido a su dispersión natural por pájaros y humanos. Se encuentran en América. Crece en altitudes de 0 a 4000 m.s.n.m. El eucalipto es un recurso natural renovable.



Figura 1: Árbol de eucalipto (Fuente: Infojardin, 2013)

### Hojas de Eucalipto

Su beneficio principal del eucalipto reside en las propiedades balsámicas y expectorantes de sus hojas.



Figura 2: Hoja de Eucalipto (Fuente: Eco agricultor, 2012)

**Composición Química:** Contienen Flavonoides y alrededor de un 10 % de taninos, además que presenta una composición química de 15.8% de óxido de silicio, 11.5% de carbonato de calcio, 11.5% de óxido de aluminio, 6.5% de calcio, 8.5% de hierro y un 7.4% de azufre (Ávila y Méndez, 2014).

**Propiedades en el tratamiento de agua:** El polvo de las hojas de eucalipto muestra excelentes resultados en el proceso de adsorción para el azul de metileno que presenta fósforo en su composición (Ponnusami  $\alpha$  Vikram, 2007)

**Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias**

La medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (MINAM, 2017)

**Taninos Absorbentes**

El término taninos engloba a una multitud de compuestos químicos, la mayoría de las cuales aparecen en la naturaleza asociados a los metabolitos secundarios de las plantas.



La presencia de taninos es muy abundante, y se encuentran presentes en la mayoría de las hojas, frutos, cortezas, etc. (Nevado, 2013)

Los taninos pueden interferir en la absorción de ciertos elementos, especialmente metales como el cobre, el calcio y el hierro e incluso algunos colorantes (J. Sánchez Martín, J. Beltrán de Heredia Alonso, C. Carmona Murillo y P. Gibello Pérez, 2011)

#### Eucalipto en el Perú

Según Infojardin (2013) Ha sido introducido con éxito en toda la costa peruana, soportando bien los fríos de invierno y calores fuertes de verano, como así mismo las sequías y los terrenos inundados. En el área de distribución natural se le encuentra en zonas desde 200 a 1.250 mm de precipitación. La especie puede crecer bien en zonas de precipitación menores a 400 mm.

#### Arcilla

La arcilla es una asociación de silicatos complejos hidratados de aluminio de fino tamaño de partícula, que húmeda es plástica y cuando esta seca es dura. Y esta abundantemente distribuida en la naturaleza siendo constituyente importante de la corteza terrestre. (Instituto de Geología de México, 1964)

Illita: es un mineral poco común en suelos aluviales tropicales, debido a que se degradan a minerales no micáceos y escasamente se presentan en suelos derivados de materiales volcánicos, pero son comunes en suelos ricos en micas. (Besoain, 1985)

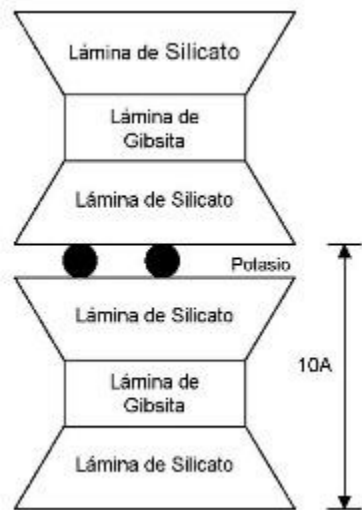


Figura 3: Estructura de una illita (Fuente: Tres Ingenieros, 2016)

**Estructura Química:** La illita está estructurada por una lámina de octaedros de Al en medio de 2 capas de tetraedros de Si en donde los vértices apuntan en una misma dirección. Los átomos de  $\text{Si}^{4+}$  están reemplazados por  $\text{Al}^{3+}$  y la diferencia de carga es balanceada con  $\text{K}^+$ . Cuando la carga no es balanceada con  $\text{K}^+$  se pueden adsorber o intercambiar otros cationes.

### Propiedades

**Intercambio Iónico:** Dependiendo de la deficiencia en el balance de carga positivo o negativo (local o global) de las estructuras minerales, los minerales arcillosos son capaces de adsorber ciertos cationes y aniones y retenerlos alrededor del exterior de la unidad estructural en un estado intercambiable, generalmente sin afectar al silicato básico estructural. Estos iones adsorbidos son fácilmente intercambiados por otros iones, ya que la reacción de intercambio difiere de la absorción simple porque tiene una relación cuantitativa entre los iones que reaccionan.

Relaciones arcilla-agua: Los materiales de la arcilla contienen agua en varias formas, el agua puede mantenerse en los poros y puede eliminarse por secado bajo condiciones ambientales. El agua también puede adsorberse en la superficie de las estructuras minerales de arcilla y en esmectitas, vermiculitas, haloyita hidratada, sepiolita y palygorskita; esta agua puede ocurrir en posiciones intercaladas o dentro de canales estructurales. Finalmente, las estructuras minerales de arcilla contienen hidroxilos que se pierden como agua a temperaturas elevadas.

Interacciones con compuestos inorgánicos y orgánicos: La esmética, la vermiculita y otros minerales arcillosos expansibles pueden acomodar cationes inorgánicos relativamente grandes entre las capas, debido a esta multivalencia, el espacio entre capas está ocupado sólo parcialmente por tales cationes inorgánicos que se distribuyen en el espacio como islas.

Los polímeros hidroxilos de aluminio, hierro, cromo, cinc y titanio son ejemplos conocidos de los materiales intercaladores, siendo térmicamente estables y manteniéndose como pilares para permitir una estructura porosa en el espacio de intercalación.

Tamaño y forma: Estas dos propiedades de los minerales de arcilla han sido determinadas por micrografías electrónicas.

Reacciones a altas temperaturas: Cuando se calienta a temperaturas más allá de la deshidroxilación, la estructura mineral de arcilla puede ser destruida o simplemente modificada, dependiendo de la composición y estructura de la sustancia. En presencia de flujos, tales como hierro o potasio, la fusión puede seguir rápidamente, en ausencia de tales componentes particularmente para minerales di octaédricos aluminosos, puede formarse una sucesión de nuevas fases a temperaturas crecientes antes de la fusión.

Solubilidad: La solubilidad de los minerales arcillosos en los ácidos varía con la naturaleza del ácido y su concentración, la relación ácido-arcilla, la temperatura, la duración del tratamiento y la composición química del mineral arcilloso atacado

Absorción: La absorción es una de las propiedades de las arcillas que son capaces de absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales (García, 2012).

Plasticidad: Las arcillas son eminentemente plásticas, esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas (Jiménez, 1975).

Tabla 2

*Grado de plasticidad de la arcilla*

Índice de Plasticidad	Descripción
0-3	No plástico
3-15	Ligeramente plástico
15-30	Baja plasticidad
>30	Alta plasticidad

Fuente: (Sowers, 1979)

### Porosidad

La porosidad es también una de las propiedades principales de la arcilla, que depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción, donde las arcillas que cuecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas (Famiglietti, 2014).

### Límites de Atterberg

#### Límite Plástico

Es el punto en el que se pasa del estado plástico al semisólido y se mide por la cantidad de agua que contiene un material en el momento en que se pierde la plasticidad y deja de ser moldeable (Bergaya et al., 2006).

## Límite Líquido

Mientras que el límite líquido es el punto de paso del líquido al plástico y se mide por la cantidad de agua que contiene el material en el momento en que se pierde la fluidez de un líquido denso (Arthur Casagrande, 1932).

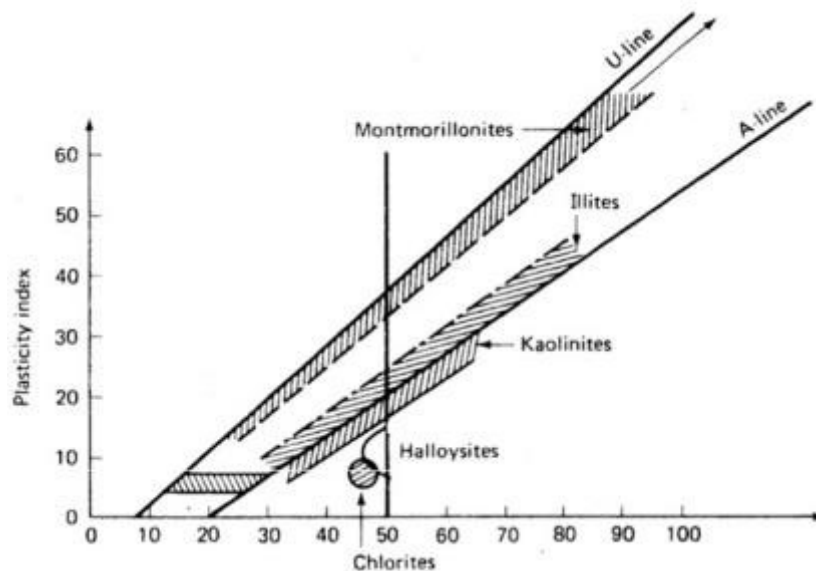


Figura 4: Diagrama de Holtz y Kovacs (Fuente: Holtz and Kovacs, 1948)

## pH

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Los valores del pH se reducen a medida que las concentraciones de los iones de hidrógeno incrementan, variando entre un rango de 0 a 14.

Los valores por debajo 7.0 son ácidos, valores superiores a 7.0 son alcalinos y/o básicos, mientras que los que rondan 7.0 son denominados neutrales. (Ibáñez., 2007)

Uso de la arcilla tratamiento del agua

Se emplean en la decoloración y clarificación de las aguas. Tienen gran importancia en los procesos de purificación de aguas que contengan diferentes tipos de aceites industriales y contaminantes orgánicos.

El tratamiento de aguas residuales en un área asignada a la elaboración de celdas o fosas, en donde se lleva a cabo un proceso de retención y canalización de aguas negras, las cuales a base de filtros naturales como arcillas realizan un proceso de limpieza que clarifica los líquidos para así poder rehusarlos. (Tabernero ,2012)

#### Intercambio Catiónico

Capacidad de las arcillas para sujetarse a los cationes, donde estos cationes son retenidos por los negativos de la arcilla cargada y partículas de materia orgánica a través de fuerzas electrostáticas. (Quirine et al, 2007)

#### Bio Adsorción

El prefijo “bio” denota la participación de una entidad biológica, como es un componente o producto derivado de un organismo vivo. La bioadsorción es la remoción de sustancias de una solución por material biológico.

El proceso de bioadsorción involucra una fase sólida (bioadsorbente) y una fase líquida (solvente, que es normalmente el agua) que contiene las especies disueltas que van a ser adsorbidas. Debido a la gran afinidad del adsorbente por las especies a adsorber, este último es atraído hacia el sólido y enlazado por diferentes mecanismos. (Gaad, 2008)

#### Norma NTP 214.042:2012

Esta norma establece las técnicas y precauciones generales que se deben tomar para conservar y transportar todo tipo de muestras de agua incluyendo aquellas para análisis biológicos, pero no análisis microbiológicos.

#### Definición de variables

Variable dependiente: Nivel de remoción de fósforo

Definición conceptual: El fósforo es un componente común de los fertilizantes agrícolas, el estiércol y los desechos orgánicos en las aguas residuales y los efluentes industriales. Es un elemento esencial para la vida vegetal, pero cuando hay demasiado fósforo en el agua, puede acelerar la eutrofización (reducción del oxígeno disuelto en los cuerpos de agua causada por un aumento de los nutrientes minerales y orgánicos) de los ríos y lagos (USGS, 2015)

Definición operacional: El instrumento usado para su medida será la espectrofotometría de absorción atómica, que mide la concentración de fósforo presente en las soluciones de agua.

Dimensiones

Espectrofotometría de absorción atómica:

La espectroscopia de absorción atómica (a menudo llamada espectroscopia AA o AAS, por atomic absorption spectroscopy) son espectros atómicos y espectros de masa atómicos, los constituyentes de una muestra se deben convertir en átomos o iones gaseosos que puedan ser determinados por mediciones espectrales de emisión, absorción fluorescencia o masa. (Rocha., E. 2002).

Potencia de hidrogeno (pH):

El agua está constituida por gran número de moléculas cuya composición representamos como H<sub>2</sub>O (H-O-H) con ello se indica que cada molécula resulta de la unión de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Pero hay una insignificante fracción de moléculas de agua (una por cada seiscientos millones), en la que uno de los enlaces no existe, por lo que estas moléculas se encuentran desdobladas en dos partes o iones, con cargas eléctricas opuestas.

H<sub>2</sub>O ---> H<sup>++</sup> OH<sup>-</sup>

Unión es un átomo con carga eléctrica. Los iones con carga positiva se llaman cationes y los que tienen carga negativa se llaman aniones.

El término pH es usado universalmente para determinar si una solución es ácida o alcalina, es la forma de medir la concentración de iones de hidrogeno en una disolución. La escala de pH contiene una serie de números que varían de 0 a 14, esos valores miden el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Los valores inferiores a 7 y próximos a cero indican aumento de acidez, los que son mayores de 7 y próximos a 14 indican aumento de alcalinidad, mientras que cuando el valor es 7 indica neutralidad. (León & Lucero, 2009).

Indicador:

Porcentaje de remoción de Fósforo (P).

Variable independiente: Mezcla de ceniza de eucalipto y arcilla.

Definición conceptual

Es una solución o disolución, que es una mezcla de dos o más componentes, perfectamente homogénea (Kaout, 2016).

Definición operacional:

La cantidad de solución de agua es medida en esferas de proporción: C: E: M.

C: arcilla

E: eucalipto

M: maicena

Primera observación : 1:1:1

Segunda observación : 1:2:1



En soluciones de agua donde se vierten aguas no tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química es por lo cual que se mide en esas unidades . (ECA, 2017)

### Dimensiones

Expresada en mg/l es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (ECA, 2017)

El porcentaje aceptable de la cantidad de fósforo total disuelto en el agua es de 1.00 mg/l en aguas superficiales (ECA, 2017)

Son almacenados en recipientes de vidrio oscuro y mantenidos en temperaturas bajas, si es posible mantenerlo con hielo (ECA, 2017)

La hipótesis se plantea: el compuesto de las cenizas de la hoja de eucalipto y la arcilla en las proporciones 1:1:1 y 1:2:1 adsorbería la presencia de fósforo en las aguas residuales.

El objetivo general es determinar el nivel de remoción de las soluciones de agua, por el compuesto formado de las cenizas hojas de Eucalipto y arcilla de Anta-Carhuaz, en dosificaciones de 1:1:1 y 1:2:1 (C: E: M).

Y como objetivos específicos:

Determinar los límites de atterberg de la arcilla de Anta-Carhuaz

Determinar la temperatura óptima de calcinación para la activación térmica de las hojas de eucalipto.

Analizar la composición química de las cenizas de hojas de eucalipto y arcilla, así como su influencia en la remoción de fósforo en aguas residuales.

Determinar el PH de las hojas de eucalipto y arcilla.

Evaluar y comparar los resultados de la cantidad de fósforo antes y después de la aplicación de las esferas del compuesto eucalipto-arcilla, en proporciones 1:1:1, 1:2:1.

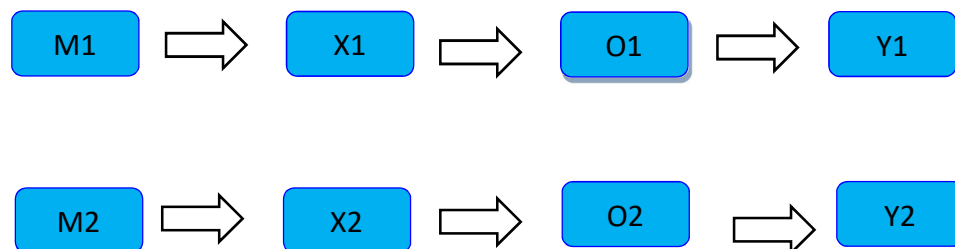
## II) METODOLOGÍA

El tipo de investigación es aplicada, porque si los resultados obtenidos son favorables, servirán para el tratamiento de las aguas residuales, reduciendo la contaminación de la bahía de Chimbote y esa agua poder ser reutilizada y cumpliendo con los estándares de calidad de agua (ECA).

El método de trabajo para la presente investigación es EXPERIMENTAL apoyado en la observación científica, las cuales están sustentadas por el método científico porque se busca determinar remover el contenido de fósforo de las aguas residuales, que al modificar (manipular) las proporciones del compuesto, cambiara el nivel de remoción de fósforo.

La investigación será Experimental de nivel “Cuasi-Experimental”; porque se va a comparar 2 grupos de estudio; realizando el control y manipulación de las proporciones del compuesto que en este caso serán de 1:1:1 y en 1:2:1, para la cual evaluaremos la eficiencia del nivel de remoción del fósforo, que será expresada en porcentaje, el cual compararemos el agua tratada con el compuesto y el agua sin tratar.

El estudio en su mayor parte se concentrará en el laboratorio de Química de la USP, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planteado en su hipótesis. Siendo el siguiente:



M1: Muestra 1 de Elementos en Grupo control (Solución de agua sin utilizar el compuesto).

M2: Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (Solución de agua con utilización del compuesto).

X1: Variable Independiente (Componente de agua).

X2: Variable Independiente (Componente de agua utilizando el compuesto eucalipto-arcilla, en proporciones 1:1:1, 1:2:1).

O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Control, son los resultados anotados en la guía de observación concreta.

O2: Observaciones Obtenidas por dicha solución de agua del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación utilizando la hoja de eucalipto y arcilla.

Y1: Variable Dependiente (nivel de concentración de fósforo que contiene la solución de agua sin utilizar el compuesto).

Y2: Variable Dependiente (Nivel de concentración de fósforo que contiene la solución de agua al utilizar el compuesto).

La población está conformada por toda el agua residual que se produce en Chimbote, que es aproximadamente de cinco metros cúbicos por cada hora.

La muestra se realizó de acorde a la norma técnica peruana NTP 214.042:2012 (calidad de agua: clasificación de la matriz agua para ensayos laboratorios).

Las aguas, particularmente las aguas superficiales y sobre todo las aguas residuales, son susceptibles a cambios en diferente grado como resultado de las reacciones físicas, químicas o biológicas, las cuales tienen lugar desde el momento del muestreo al comienzo del análisis. Se colectará las muestras en envases de plástico u vidrio y será preservado con ácido sulfúrico concentrado hasta un  $\text{pH} < 2$ . Las muestras así preservadas tienen un tiempo máximo de espera para el análisis de 28 días. Se emplearán 4 muestras de 100ml cada una, 2 serán para el agua tratada y 2 para el agua sin tratar, para poder comparar el nivel de remoción de fósforo.

Se considerará un muestreo representativo, es decir, se realizará varias réplicas de las muestras en el transcurso de la investigación. El muestreo tiene como fin presentar cual es la calidad del agua y así evitar que el resultado no solamente sea la calidad del agua en un determinado momento.

Las muestras de agua serán de 60 ml, distribuidas;

Muestra patrón: 02 muestras sin compuesto.

Muestra experimental 01: 02 muestras con compuesto, C: E: M (1:1:1).

Muestra experimental 02: 02 muestras con compuesto, C: E: M (1:2:1).

Las técnicas e instrumentos de investigación en la recolección de las muestras se deben seguir un procedimiento adecuado para evitar cualquier alteración y se pueda garantizar los resultados del análisis. El procedimiento se puede resumir a continuación:

Se debe enjuagar dos veces el, o los recipientes con la misma agua que se va a utilizar con el fin de retirar cualquier sedimento.

La muestra debe ser tomada en diferentes puntos.

Para la presente investigación se solicitará de parte de los laboratorios seleccionados un volumen total de 1500ml haciendo de 3 muestras de agua

Para la recolección de datos utilizamos como instrumento la guía de observación resumen que estará estructurada y que recoge información para ser tratada estadísticamente, desde una perspectiva cuantitativa.

Siendo un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación Cuasi-Experimental y realizar ensayos de las muestras de nuestra población en un laboratorio se opta por usar como Técnica de Investigación: la observación científica. (Guía de observación resumen como instrumento), en donde se quiere ir comparando la variación de la remoción de fósforo a medida que se va modificando las proporciones.

Tabla 3

*Índices de plasticidad*

Índice de Plasticidad	Descripción	Ámbito
La observación científica.	Guía de observación resumen. Fichas técnicas de laboratorio.	Muestreo: Grupo control (muestra de agua sin tratar). Grupo experimental (muestra de agua tratada).

Fuente: Elaboración propia

Se utilizará la técnica de recolección de datos a través de un enfoque cuantitativo, en una observación experimental, basado en las pruebas estandarizadas que en este caso serán según las normas del ECA para la cantidad de fósforo que contiene el agua.

Donde se elaborarán datos en condiciones relativamente controladas que serán las proporciones del compuesto que serán de 1:1:1 Y 1:2:1

### III) RESULTADOS

En los resultados de los límites de atterberg se tiene un límite líquido de 65.23% y un índice de plasticidad de 37.27% e interceptándolos en el diagrama Holtz y Kovacs da como resultado una arcilla de tipo illita.

Tabla 4

*Resultados límites de atterberg de la arcilla Anta-Carhuaz*

Límites de Atterberg	Resultados
Límite Líquido	65.23
Límite Plástico	27.96
Índice de Plasticidad	37.27

Fuente: Laboratorio mecánica de suelos (Usp)

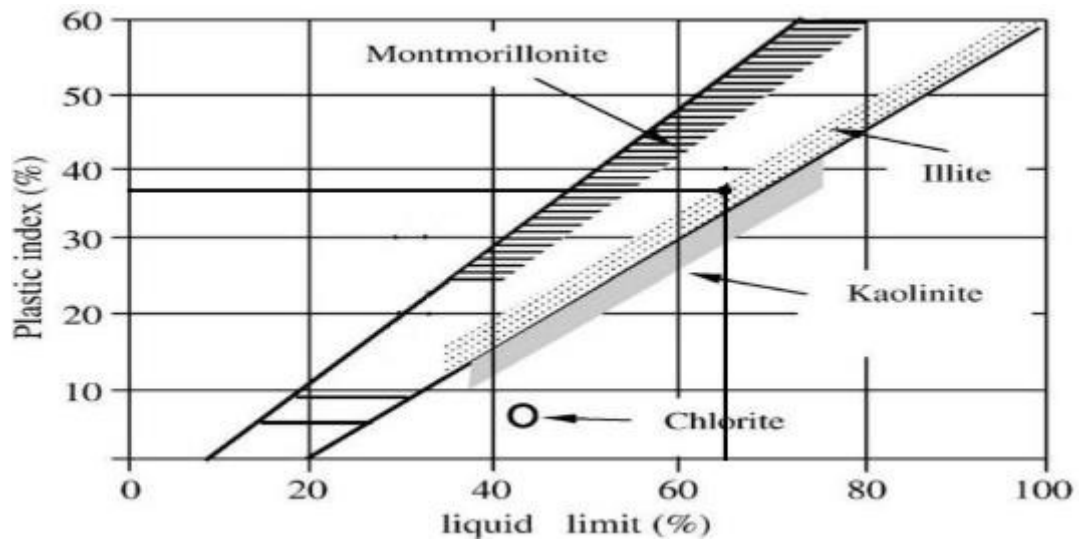


Figura 5: Tipo de arcilla (Fuente: Holtz and Kovacs, 1948)

En el análisis térmico diferencial de la hoja de eucalipto se muestra un pico endotérmico a los 380°C

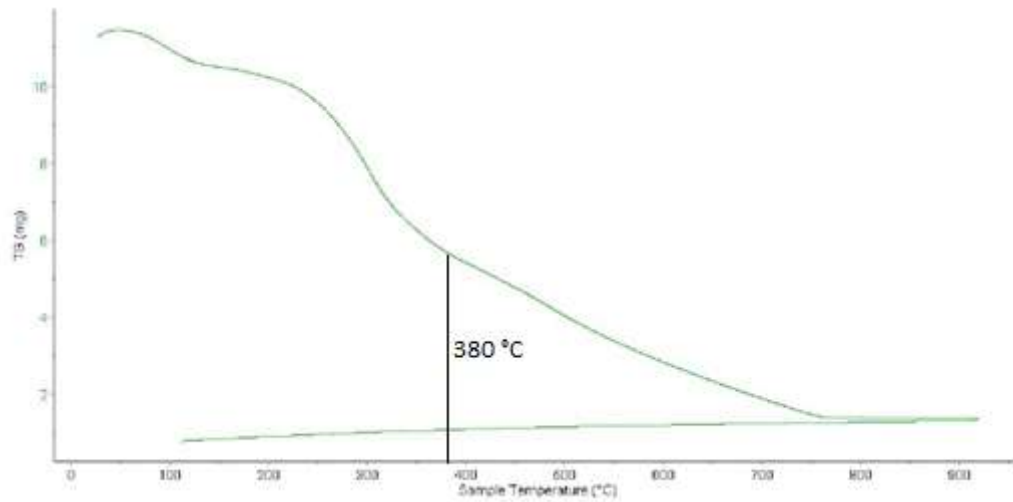


Figura 6: Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico-Hoja de Eucalipto (Fuente: Laboratorio de polímeros, Unt)

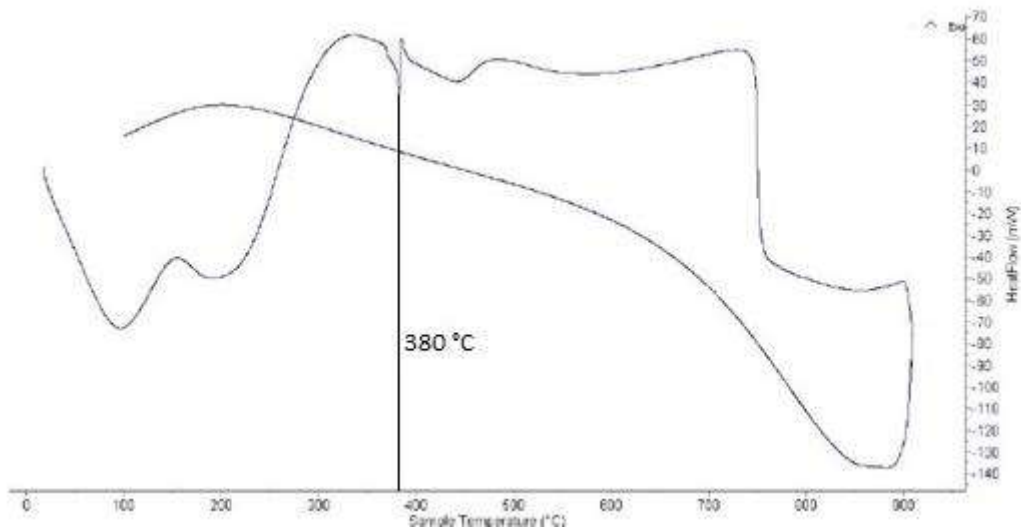


Figura 7: Curva Calorimétrica ATD-Hoja de Eucalipto (Fuente: Laboratorio de polímeros, Unt)

En la espectrometría de fluorescencia de rayos x de la arcilla de Anta-Carhuaz da como resultado abundancia de dióxido de silicio, trióxido de aluminio y trióxido de hierro.



Tabla 5

*Composición química de la arcilla*

Composición química	Resultado	Método
Dióxido de Silicio(SiO <sub>2</sub> )	56.977	
Trióxido de Aluminio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	21.155	
Trióxido de Hierro(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	12.832	
Oxido de potasio(K <sub>2</sub> O)	3.226	
Oxido de Calcio(CaO)	3.729	
Dióxido de Titanio(TiO)	1.494	
Pentóxido de Vanadio(V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.008	Espectrometría de fluorescencia
Trióxido de cromo(Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.013	
Oxido de Manganeso(MnO)	0.231	de rayos x
Trióxido de níquel(Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.016	
Oxido de cobra(CuO)	0.016	
Óxido de Zinc(ZnO)	0.032	
Trióxido de galio(Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.017	
Trióxido de arsénico(As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.006	
Oxido de rubidio(Rb <sub>2</sub> O)	0.018	
Oxido de Estroncio(SrO)	0.028	
Trióxido de itrio(Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.004	
Dióxido de circonio(ZrO <sub>2</sub> )	0.035	
Oxido de bario(BaO)	0.163	

Fuente: Labicer (Uni)

El ensayo de espectroscopia de energía dispersa de la hoja de eucalipto da como resultado abundancia de óxido de calcio y en menor proporción óxido de magnesio.

Tabla 6

*Composición química del eucalipto*

Composición química	Resultado	Método
Oxido de Calcio(CaO)	32.027	
Oxido de Magnesio(MgO)	18.383	Espectroscopia De
Oxido de Potasio(K <sub>2</sub> O)	9.957	
Oxido de Sodio(Na <sub>2</sub> O)	8.899	Energía dispersa(EDS)
Dióxido de Silicio(SiO <sub>2</sub> )	8.070	
Cloruro(Cl <sup>-</sup> )	5.581	
Trióxido de Aluminio(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.367	
Pentóxido de Fósforo(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.648	
Trióxido de Azufre(SO <sub>3</sub> )	3.313	
Trióxido de HierroV <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3.113	
Oxido de Manganeso(MnO)	0.412	
Óxido de Zinc(ZnO)	0.229	

Fuente: Labicer (Uni)

El ensayo de pH da como resultado que la hoja de eucalipto es alcalina y la arcilla de Anta-Carhuaz es ácido

Tabla 7

*Ph*

Composición química	Resultado
Hoja de eucalipto	14.40
Arcilla	4.77

Fuente: Colecbi s.a.c.

En el ensayo de fósforo total se obtiene que la muestra patrón en promedio tiene 0.20 mg P/L y los experimentales 0.06 mg P/L en la proporción 1:1:1(arcilla, hoja de eucalipto, maicena) y 0.03 mg P/L en la proporción 1:2:1(arcilla, hoja de eucalipto, maicena).

Tabla 8

*Contenido de fósforo mg P/L*

Muestra	Resultado(mg P/L)
Patrón 1	0.17
Patrón 2	0.22
Experimental (1:1:1)	0.04
Experimental (1:1:1)	0.08
Experimental (1:2:1)	0.02
Experimental (1:2:1)	0.04

Fuente: Sedalib s.a.

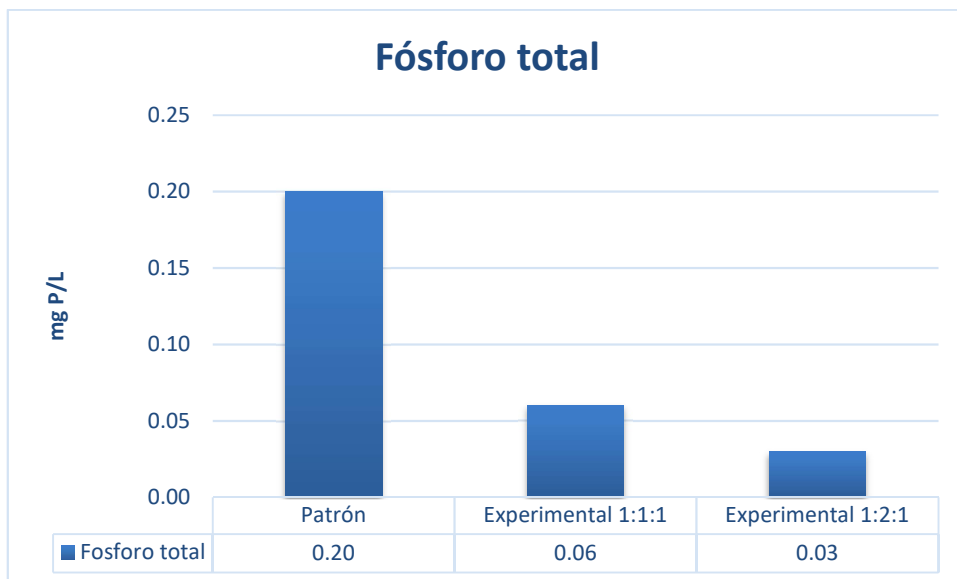


Figura 8: Gráfico de muestras resultantes

#### IV) ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La arcilla de Anta-Carhuaz tiene una alta plasticidad que va a beneficiar a la conformación del compuesto. Comparando a la arcilla utilizada por Ávila y Méndez (2014) lo supera en un 84.70% de I.P. y graficando los valores del límite líquido e índice de plasticidad se obtiene una primera aproximación de la estructura de una illita según el gráfico de Kols and Kovacs citado en Casagrande en (1948). Según Vásquez (2018), se aprecia una pérdida de calor que oscila entre los 520 y 580 °C, optando por la activación térmica a 550 °C durante el tiempo de una hora y media, porque en esta temperatura ocurre un cambio o alteración en los componentes de la arcilla dando paso a los óxidos.

El pH de la arcilla natural tiene un valor de 4.77 siendo favorable para el armado del compuesto de ceniza de hoja de eucalipto-arcilla.

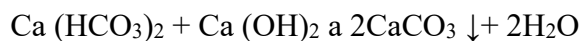
Analizando las cenizas de la hoja de eucalipto por el ensayo de fluorescencia de rayos x se encontró que tiene un alto contenido de calcio (32.027%), magnesio (18.383%) y de silicio (8.070%). Esto más el Ph en los dos compuestos, ayuda que el calcio y magnesio que se encuentran en la composición química del compuesto y agregados al líquido hacen que los hidróxidos reaccionen con el bicarbonato existente para formar carbonato, para formar compuestos precipitados de fosfatos. Ocurriendo el intercambio de iones que proporciona una separación más específica de solutos, dado que los 2 son cargas diferentes el fósforo de signo negativo y el compuesto de  $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Si}$  y agregado el Al activado de la arcilla son positivos, da paso a la atracción electrostática entre los iones de carga opuesta causando la retención de los fosfatos que se unen y forman un compuesto químico simple libre de fosfatos.

Según Minan (2017) en el D.S. N°004-2017, para que las aguas puedan ser potabilizadas con desinfección debe tener máximo 0.10 mg P/L, cumpliendo este parámetro tanto en la primera como en la segunda proporción.

El control de las emisiones de fósforo procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales es un factor clave para la prevención de la eutrofización de las aguas superficiales. El fósforo es uno de los nutrientes que contribuyen en mayor grado a la eutrofización de lagos y aguas naturales. Su presencia causa muchos problemas en la calidad del agua incluyendo aumentos en los costes de purificación, la disminución del valor de recreación y de conservación del lagunaje, pérdida de las poblaciones naturales y un posible efecto mortal de las toxinas en las aguas potables.

La precipitación química se usa para eliminar las formas inorgánicas del fosfato mediante la adición de un coagulante y la mezcla de agua residual y coagulante. Los iones de metales multivalentes más frecuentemente usados son calcio, aluminio y hierro.

Los contenidos de óxido de Calcio (eucalipto 32% y arcilla 3.73%), normalmente se añade en forma de caliza  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Reacciona con la alcalinidad natural del agua para producir carbonato cálcico, que es el principal responsable de la mejora en la eliminación de fósforo.



El exceso de iones calcio reacciona con el fosfato para precipitar como hidroxiapatito.



Ocurriendo el intercambio de iones que proporciona una separación más específica de solutos, dado que los 2 son cargas diferentes el fósforo de signo negativo y el compuesto de  $\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Si}$  y agregado el Al activado de la arcilla son positivos, da paso a la atracción electrostática entre los iones de carga opuesta causando la retención de los fosfatos que se unen y forman un compuesto químico simple libre de fosfatos.

## V) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

La arcilla de Anta-Carhuaz es altamente plástica y del tipo illita, alcanzó su activación a 550 °C durante el tiempo de 90 minutos, mientras que la hoja de eucalipto alcanzó su activación a 380 °C durante el tiempo de 60 minutos.

Los contenidos de óxido de Calcio (eucalipto 32% y arcilla 1.7%), normalmente se añade en forma de caliza  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Reacciona con la alcalinidad natural del agua para producir carbonato cálcico, que es el principal responsable de la mejora en la eliminación de fósforo.

El valor del pH (eucalipto 14.4 y arcilla 4.77), el exceso de iones calcio reaccionan con el fosfato para precipitar como hidroxiapatito. La eliminación del fósforo de las aguas residuales implica la incorporación de fosfatos y la consecuente eliminación de estos sólidos.

Del ensayo de contenido de fósforo en la muestra patrón, se obtiene en promedio 0.20 mg/L de fósforo, frente a la muestra experimental 0.03 mg/L, se aprecia una reducción de 85% de contenido de fósforo, en su óptimo nivel de aplicación de proporciones 1:2:1 (arcilla, hoja de eucalipto, maicena), además de cumplir con el estándar de calidad en agua.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la arcilla de Anta-Carhuaz por su alta plasticidad y la absorción de fósforo, de igual manera que la hoja de eucalipto.

Investigar con otras proporciones el compuesto, para ver su efectividad si reduce aún más el fósforo.

Investigar si el compuesto en las proporciones de 1:1:1 y 1:2:1 de la (hoja de eucalipto, arcilla, maicena) pueda absorber o eliminar otros elementos, debiendo considerar los

procesos de eliminación biológica del fósforo como un medio de economizar reactivos de precipitación química, pero no como el único medio para garantizar una norma de vertido a lo largo del funcionamiento de una planta.

Se debe tener en cuenta el lugar de extracción de la materia prima, es decir las hojas de guayaba, ya que podría haber variaciones en los resultados en relación a los obtenidos en este proyecto de investigación.

## VI) REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, M., & Méndez, R. (2014). *Remoción de Fósforo del agua dulce superficial usando un Biofiltro hojas de Guayaba (Psidium guajava) - arcilla en el C.P. Suchimán*. Chimbote, Peru.
- Bergaya, F. (2006). *Clays, Clay Minerals, and Clay Science*. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=UmNJ5FGxUxwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bergaya,+F.+\(2006\).+Clays,+Clay+Minerals,+and+Clay+Science&ots=AcSLYd4VY9&sig=IGmRDlkxdT\\_8xy9DQTshjH8ITZU#v=onepage&q=Bergaya%2C%20F.%20\(2006\).%20Clays%2C%20Clay%20Minerals%2C%20and%20Clay%20Science&f=false](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=UmNJ5FGxUxwC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Bergaya,+F.+(2006).+Clays,+Clay+Minerals,+and+Clay+Science&ots=AcSLYd4VY9&sig=IGmRDlkxdT_8xy9DQTshjH8ITZU#v=onepage&q=Bergaya%2C%20F.%20(2006).%20Clays%2C%20Clay%20Minerals%2C%20and%20Clay%20Science&f=false)
- Besoain, E. (1985). *Mineralogía de arcillas de suelos*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/44455472\\_Mineralogia\\_de\\_arcillas\\_de\\_suelos\\_Eduardo\\_Besoain](https://www.researchgate.net/publication/44455472_Mineralogia_de_arcillas_de_suelos_Eduardo_Besoain)
- Casagrande, A. (1932). *Research on the Atterberg Limits of Soils*. Recuperado de [https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2157233](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2157233)
- Ecoagricultor. (2012). *Eucalipto, propiedades medicinales y beneficios para la salud*. Recuperado de <https://www.ecoagricultor.com/medicinal-eucalipto/>
- ECA. (2017). *Estándares de calidad del agua*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/estandares-de-calidad-ambiental/wp-content/uploads/sites/146/2017/06/Ayuda-Memoria.pdf>
- Famiglietti, N. (2014). *Porosidad y permeabilidad de la arena, grava y arcilla*. Recuperado de: <http://www.planetseed.com/es/faq/porosity/porosidad-y-permeabilidad-de-la-arena-grava-y-arcilla>
- García, E. (2012). *Las arcillas: propiedades y usos*. Recuperado de: <http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm>



- Gadd, G. (2008). *Bisorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment*. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.1999>
- Gunasekar, V., & Ponnusami\*, V. (2013). *Kinetics of methylene blue removal from aqueous solution using gulmohar(*delonix regia*) plantleaf powder: multivariate regression analysis*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/280180935\\_Preparation\\_of\\_adsorbent\\_using\\_sugarcane\\_bagasse\\_by\\_chemical\\_treatment\\_for\\_the\\_adsorption\\_of\\_methylene\\_blue](https://www.researchgate.net/publication/280180935_Preparation_of_adsorbent_using_sugarcane_bagasse_by_chemical_treatment_for_the_adsorption_of_methylene_blue)
- Holtz & Kovacs, (1948). *Avaliação do potencial de argilas*. Recuperado de: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0366-69132017000300318](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132017000300318)
- Iagua, (2017). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Recuperado de: <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- Ibáñez, J (2007). *El pH*. Recuperado en <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776>
- Infojardin. (2013). *El eucalipto*. Recuperado de <http://archivo.infojardin.com/seccion/eucalipto.592/>
- Instituto de geología de México (1964), recuperado en <http://www.geologia.unam.mx/departamentos>.
- Jiménez, J. (1975). *Geotecnia y cimientos I Propiedades de los suelos y de las rocas*. Recuperado de

[https://www.academia.edu/2092882/Geotecnia\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_civil\\_y\\_arquitectura](https://www.academia.edu/2092882/Geotecnia_para_ingenier%C3%ADa_civil_y_arquitectura)

Kamiyango, M. W., & Masamba, W. R. L. (2009). *Phosphate removal from aqueous solutions using kaolinite obtained from Linthipe*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/253172826\\_Phosphate\\_removal\\_from\\_aqueous\\_solutions\\_using\\_kaolinite\\_obtained\\_from\\_Linthipe\\_Malawi](https://www.researchgate.net/publication/253172826_Phosphate_removal_from_aqueous_solutions_using_kaolinite_obtained_from_Linthipe_Malawi)

León, M. y Lucero, A. 2009. *Estudio de Eichhornia crassipes, Lermma gibba y Azolla filiculoides en el tratamiento biológico de aguas residuales domesticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del Canton Cotacachi*. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/102/1/03%20REC%20108%20TESIS.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego, (2012). *Recurso Forestal*. Recuperado de: <https://www.minagri.gob.pe/portal/49-sector-agrario/recurso-forestal>

Ministerio del Ambiente, (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM*. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>

Nevado, S. (2013). *Absorbentes catiónicos de origen tanínico para la depuración de aguas*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/clearnasamen/home/adsorbentes-catc7ajwg5doj3fmdq>

NTP 214.042:2012. *Calidad de agua: clasificación de la matriz agua para ensayos laboratorios*. Recuperado de: <https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/corrigendastecnicas/files/corrigendas/214.042.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, (2013). *Reutilización del agua en la agricultura*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i1629s/i1629s.pdf>

- Organización Mundial de la Salud, (2014). *Efectos sobre la salud del Fósforo*. Recuperado de: <http://www.xtec.cat/gjimene2/licencia/students/05salud.html>
- Organización Mundial de la Salud, (2014). *La OMS destaca la necesidad de continuar mejorando el acceso a fuentes de agua potable y servicios de saneamiento mejorados*. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/detail/08-05-2014-who-unicef-highlight-need-to-further-reduce-gaps-in-access-to-improved-drinking-water-and-sanitation>
- Ponnusami, V., Vikram, S., & Srivastava, S.N. (2007). *Polvo de hojas de Guayaba (Psidium Guajava): Novedoso adsorbente para la eliminación de Azul de Metileno a partir de soluciones acuosas*. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubfar/rcf-2013/rcf131n.pdf>
- Ryding, S., & Rast, W. (1992). *El control de la eutrofización en lagos y Pantanos*. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000218073>
- Rocha, E. (2002). *Analytica Chimica Acta*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/journal/analytica-chimica-acta/vol/468/issue/1>
- Servicio Geológico de los Estados Unidos, (2015). *Phosphorus and Water*. Recuperado de: <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/phosphorus-and-water>
- Sánchez, J., Beltrán, J., Carmona, C., & Gibello, P. (2011). *Adsorbentes naturales a partir de taninos. Una propuesta de reutilización de residuos forestales para la purificación de aguas*. Recuperado de <https://www.publicacionescajamar.es/pdf/publicaciones-periodicas/cuaderno-interdisciplinar-de-desarrollo-sostenible-cuides/7/7-450.pdf>
- Smith, H. (1998). *Emerging pathogens: Isospora, Cyclospora and microsporidia*. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10660937>

- Sowers, G. (1979). *Grado de plasticidad del suelo*. Recuperado de:  
<http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/11/normal-0-false-false-false.html>
- Taberero, V. (2012). *Las arcillas: mucho más de lo que parece*. Recuperado de:  
<https://www.uah.es/universidad/ecocampus/docs/arcillas.pdf>
- Tres ingenieros, (2016). *La Tierra, Los Suelos y Las Rocas*. Recuperado de:  
<https://www.tresingenieros.com/geotecnia-vial/geotecnia-vial-03-la-tierra-los-suelos-y-las-rocas-la-montmorillonita/>
- Vadivelan, V., & Kumar. (2005). *Equilibrium, kinetics, mechanism, and process design for the sorption of methylene blue onto rice husk*. Recuperado de  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15848406>
- Vásquez, Z. (2018). “Remoción de fósforo en aguas residuales en la laguna la gaviota utilizando un compuesto de ceniza hoja de guayaba-arcilla en la proporción 1:1:1 y 1:2:1”. Chimbote, Perú.
- Vollenweider, R. (1980). *Control de la eutrofización. La naturaleza y sus recursos*.  
Recuperado de  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444899903500110>

## VII) AGRADECIMIENTOS

A mi hija, que es la luz de mis ojos y que por ella me esfuerzo cada día más en esta vida.

A mis padres por brindarme su apoyo en todo momento y saber darme los consejos necesarios

A mi esposa que supo darme el aliento y apoyo incondicional

Al Ing. Rubén López Carranza por sus conocimientos y apoyo brindado a lo largo de la profesión

Al Ing. Dante Salazar Sánchez por su asesoramiento a lo largo del curso

A mi amigo Pedro que demostró su amistad incondicional

## VIII) ANEXOS

### Panel fotográfico



Figura 9: Ubicación de arcilla. Fuente: Google earth.



Figura 10: Ubicación de hoja de eucalipto. Fuente: Google earth.



Figura 11: Ubicación de agua residual. Fuente: Google earth.



Figura 12: Recolección de eucalipto. Fuente: Elaboración propia.

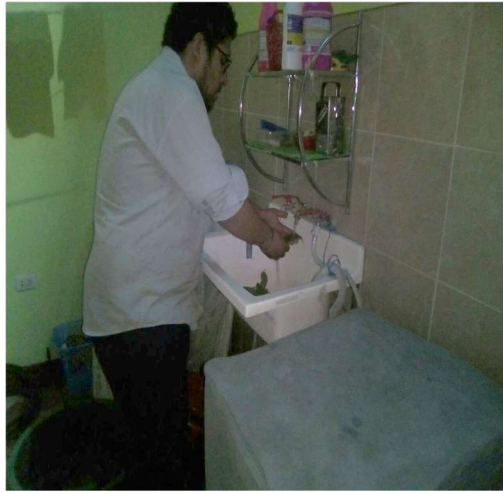


Figura 13: Lavado de arcilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 14: Remojado de las hojas de eucalipto. Fuente: Elaboración propia





Figura 15: Secado de las hojas de eucalipto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 16: Molido de las hojas de eucalipto. Fuente: Elaboración propia.

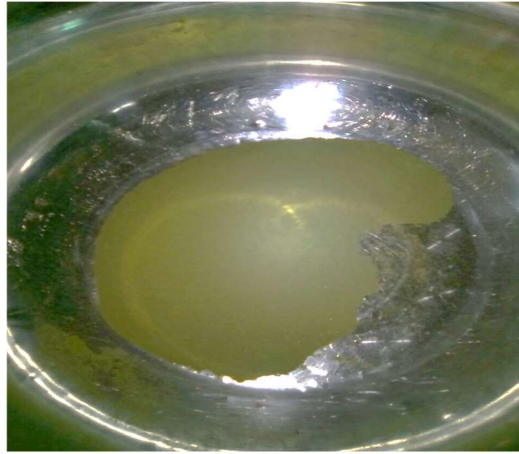


Figura 17: Polvo de hoja de eucalipto Fuente: Elaboración propia.



Figura 18: Extracción de arcilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 19: Lavado de arcilla. Fuente: Elaboración propia.

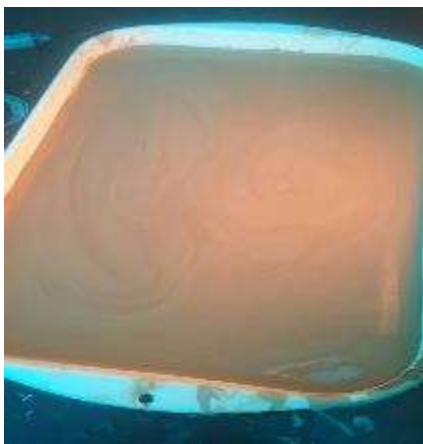


Figura 20: Secado de la arcilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 21: Pesado de la ceniza de hoja de eucalipto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 22: Pesado de la arcilla. Fuente: Elaboración propia.



Figura 23: Pesado de la maicena. Fuente: Elaboración propia.



Figura 24: Compuesto antes de mezclar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 25: Mezclado del compuesto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 26: Compuesto mezclado Fuente: Elaboración propia.



Figura 27: Elaboración de biosferas Fuente: Elaboración propia.



Figura 28: Extracción de agua residual. Fuente: Elaboración propia.





Figura 29: Muestreo agua residual. Fuente: Elaboración propia.



Figura 30: Pesado de esferas biofiltrantes. Fuente: Elaboración propia.





Figura 31: Muestras experimentales Fuente: Elaboración propia.



Figura 32: Método de las jarras Fuente: Elaboración propia.



Figura 33: Método de las jarras Fuente: Elaboración propia.



Figura 34: Laboratorio sedalib Fuente: Elaboración propia.



Figura 35: Muestras en laboratorio sedalib Fuente: Elaboración propia.

**Certificados de Laboratorio Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales**



Trujillo, 16 de Mayo del 2017

**INFORME N° 57 - MAY 17**

**Solicitante:** Diego Rodas. - Universidad San Pedro Chimbote

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

**Supervisor:** .....

**1. MUESTRA:** Hoja de Eucalipto (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HEA-57M	11.8 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: 11.8 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

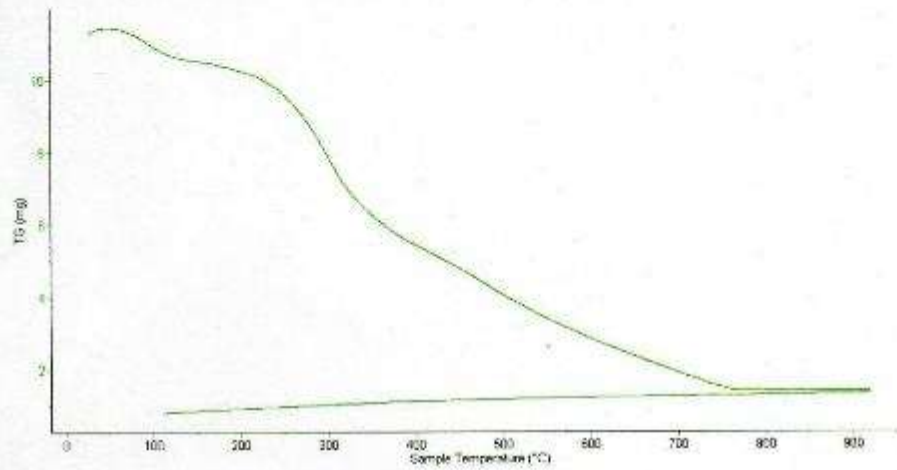


Trujillo, 16 de Mayo del 2017

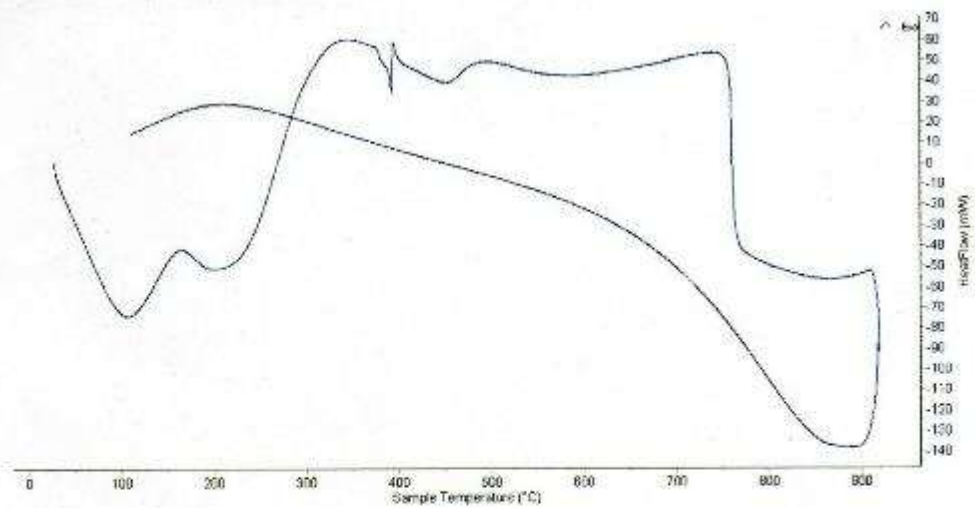
INFORME N° 57 - MAY 17

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD







Trujillo, 16 de Mayo del 2017

**INFORME N° 57 - MAY 17**

## 5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra solo un importante rango de pérdida significativa de la masa del material ensayado, la que se da en el rango entre 80 y 120°C, posteriormente el material pierde un poco más intensamente masa en un rango entre 230 y 300°C, después la pérdida es lenta conforme se incrementa la temperatura hasta llegar a una pérdida total de aproximadamente 65 % de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una región endotérmica a aproximadamente a 110°C y un ligero pico endotérmico aproximadamente 380°C. Posteriormente se evidencia una amplia banda de absorción térmica alrededor de 800°C con probabilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 16 de Mayo del 2017



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



**INFORME TÉCNICO N° 0640 – 17 – LAB. 12**

1. **DATOS DEL SOLICITANTE**
- 1.1 RAZON SOCIAL : DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR
- 1.2 R.U.C. : 72670690
2. **CRONOGRAMA DE FECHAS**
- 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 12 / 05 / 2017
- 2.2 FECHA DE ENSAYO : 24 / 05 / 2017
- 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 25 / 05 / 2017
3. **ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS QUÍMICO
4. **DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA**
- 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE HOJAS DE EUCALIPTO (PULVERIZADO)
- 4.2 TESIS : REMOCIÓN DE FÓSFORO UTILIZANDO UNA MEZCLA DE EUCALIPTO Y CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO EN EL C.P. TANGAY ALTO
5. **LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS
6. **CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 25 °C; Humedad relativa: 62%
7. **EQUIPO UTILIZADO** :  
 Mufla Thermo Scientific. THERMOLINE  
 Microscopio electrónico de barrido con sonda de espectrometría de energía dispersiva SEM-EDS. SEM, Carlis Zeiss EVO-10 MA. Sonda EDS, Oxford X-Max.
8. **RESULTADOS**
- 8.1 **MATERIA ORGÁNICA**

ANÁLISIS	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
MATERIA ORGÁNICA	79.246	GRAVIMETRÍA

**8.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LA CENIZAS DE LAS HOJAS**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	34.126	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Magnesio (Mg)	16.527	
Potasio (K)	12.324	
Sodio (Na)	9.844	
Cloruro (Cl)	8.321	
Silicio (Si)	5.624	
Aluminio (Al)	4.235	
Hierro (Fe)	3.246	
Fosforo (P)	3.024	
Azufre (S)	1.974	
Manganeso (Mn)	0.476	
Zinc (Zn)	0.275	



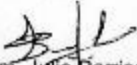


### 8.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS CENIZAS EXPRESADA COMO ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Calcio (CaO)	32.027	ESPECTROSCOPIA DE ENERGÍA DISPERSIVA (EDS)
Óxido de Magnesio (MgO)	18.383	
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	9.957	
Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	8.899	
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	8.070	
Cloruro (Cl)	5.581	
Trióxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	5.367	
Pentóxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4.648	
Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	3.313	
Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3.113	
Óxido de Manganeso (MnO)	0.412	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.229	

### 9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.

  
Quint. Julio Barrios L.I.  
Analista Químico  
LABICER -UNI

  
  
MSc Otilia Acha de la Cruz  
Responsable de Análisis  
Jefa de laboratorio  
CQP 202

(\*) El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

ANEXO



Figura N°1. Fotografía de sonda EDS



Figura N°2. Fotografía de la muestra





**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**Laboratorio de Arqueometría**

**Informe N°122-LAQ/2018**

**Análisis de arcilla activada por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de arcilla activada a pedido del Sr. **Rodas Salazar, Diego Antonio**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Remoción de Fósforo en las Aguas Residuales de la Laguna La Gaviota Utilizando una Mezcla de Ceniza de Hoja de Eucalipto y Arcilla en la Proporción 1:1:1 y 1:2:1.”**

La muestra fue previamente calcinada a 550°C y está en forma de grano fino de color ladrillo.

**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 15µA. 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 2 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 4640cts/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 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 componentes principales: una





# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

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 arcilla activada. 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 del elemento y la energía del rayo-X.

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 en términos de contenido de óxidos



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

## FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

### Laboratorio de Arqueometría

es menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. 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 activada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.134	21.155
SiO <sub>2</sub>	40.762	56.977
K <sub>2</sub> O	2.309	3.226
CaO	2.667	3.729
TiO	1.069	1.494
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.006	0.008
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.013
MnO	0.165	0.231
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.180	12.832
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.016
CuO	0.012	0.016
ZnO	0.023	0.032
Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.012	0.017
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.006
Rb <sub>2</sub> O	0.013	0.018
SrO	0.020	0.028
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
ZrO <sub>2</sub>	0.025	0.035
BaO	0.117	0.163
Total	71.541	100.00





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

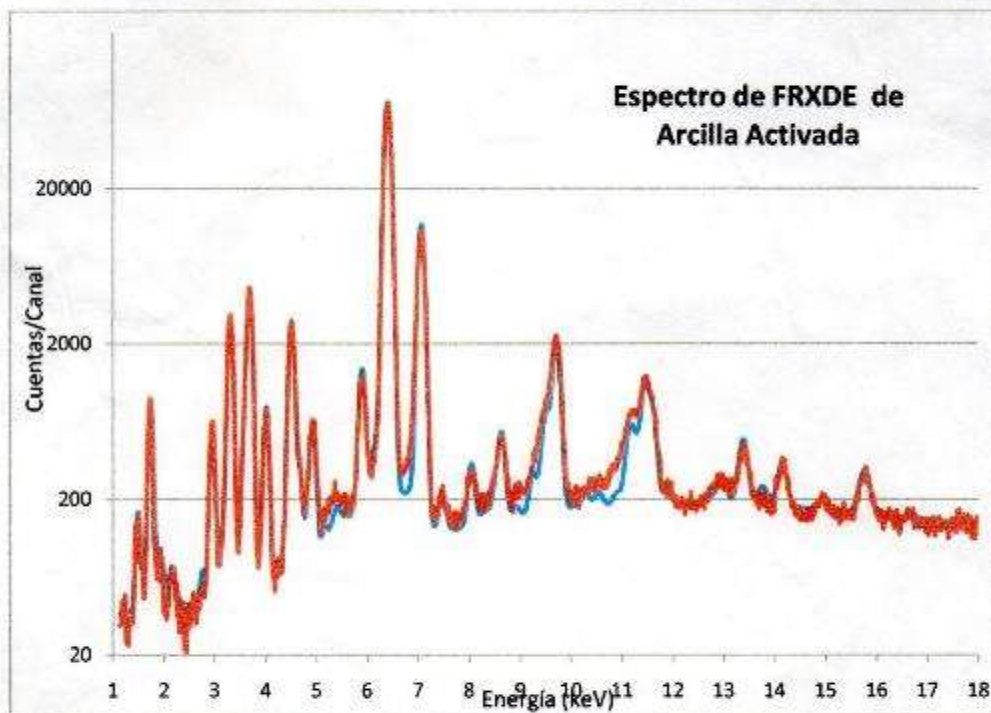


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla activada en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 05 de setiembre del 2018



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS  
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

**“COLECBI” S.A.C.**

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

**INFORME DE ENSAYO N° 20170530-024**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR.
DIRECCIÓN	: Los alamos Mz. B Lote 1 Nuev Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno cerra2s.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-05-30
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-05-30
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2017-05-31
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 170530-9

**RESULTADOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	pH
Ceniza de Hojas de Eucalipto	14.40

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

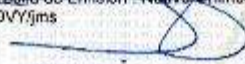
pH : Potenciométrico.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Lugar de Emisión: Nuev Chimbote, Mayo 31 del 2017.

DVY/jms

  
Denis M. Vargas Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

LC-MP-18RE  
Rev. 04  
Fecha 2016-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuev Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)





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

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

INFORME DE ENSAYO N° 20170626-013

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : RODAS SALAZAR DIEGO ANTONIO.  
DIRECCIÓN : Urb. Los Alamos Mz. B Lt.1 - Nuevo Chimbote  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de papel cerrado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-06-26  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-06-26  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-06-26  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 170626-10

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYO
ARCILLA	pH 4.77

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como cartillazo del sistema de calidad de la entidad que lo produce

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Junio 27 del 2017.  
DVY/ms

Denis M. Vargas Yepéz  
Jefe de Laboratorio  
Físico Químico  
COLECBI S.A.C.

12-MP-HR-E  
Rev 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: [colecbi@speedy.com.pe](mailto:colecbi@speedy.com.pe) / [medioambiente\\_colecbi@speedy.com.pe](mailto:medioambiente_colecbi@speedy.com.pe)  
Web: [www.colecbi.com](http://www.colecbi.com)

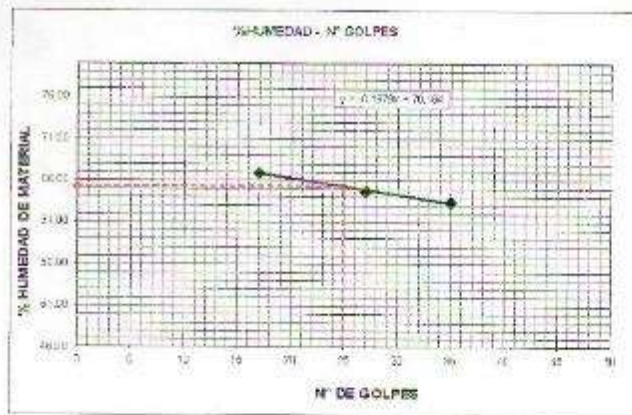




**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y MTC E-110, AASHTO T99, T90)

**SOLICITA** DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR  
**TESIS** REMOSION DE FOSFORO UTILIZANDO UNA MEZCLA DE CENIZA DE HOJA DE EUCALIPTO  
**LUGAR** CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH  
**MUESTRA** ANTA CARHUAS ANCASH  
**FECHA** 09/06/2017

Nro. DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	41.90	42.49	41.50	23.40	21.50	20.15
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	32.10	32.89	32.50	22.30	20.80	19.73
PESO DE LA TARA (gr.)	18.80	18.23	18.30	18.40	18.26	18.22
PESO DEL AGUA (gr.)	9.50	9.50	8.00	1.18	0.70	0.42
PESO SUELO SECO (gr.)	13.30	14.70	14.20	3.90	2.54	1.51
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	66.92	64.83	63.36	28.21	27.53	28.15
Nro. DE GOLPES	17	27	35	27.96		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T99)	
LL : %	65.23
LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	27.96
INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	37.27

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES  
Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE



**INFORME DE ENSAYO**  
**IE0718028**

**Identificación del Cliente**

Cliente: DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR Dirección: LOS ALAMOS B - 1 NUEVO CHIMBOTE  
 Ensayo solicitado por: DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR email: [dars\\_3595@hotmail.com](mailto:dars_3595@hotmail.com)  
 Teléfonos: 959023636 Fax:

**Identificación de la Muestra**

Dirección del Punto de Muestreo o procedencia: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 Tipo de muestra: SIMPLE Condiciones de almacenamiento y transporte de la muestra:  
 Tipo de toma de muestra: MANUAL LAS MUESTRAS DEBEN PRESERVARSE CON H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a pH < 2 Y REFRIGERARSE A UNA TEMPERATURA  
 Responsable del muestreo: DIEGO ANTONIO RODAS SALAZAR ≤ 5°C

**Identificación de la Muestra por el Laboratorio**

Recepción de la muestra:	13 DE JULIO 2018	Inicio de Análisis:	17	JULIO	2018
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	18	JULIO	2018
Número de Orden de Trabajo:	OT0718029	Emisión del Informe:	18	JULIO	2018
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp ambiente	23.9	°C
				36	%

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:  
 LAS MUESTRAS PARA FOSFORO TOTAL LLEGARON REFRIGERADAS A UNA TEMPERATURA DE 5°C.

**Objeto de petición de los ensayos**

Tipo de Ensayo	Norma de Referencia
FOSFORO TOTAL	Phosphorus, Total, Digestion, Acid Persulfate Digestion Method, Method 8190, WATER ANALYSIS HANDBOOK, Fifth Edition, 2008





## INFORME DE ENSAYO

IE0718028

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS:

Código Cliente	PATRON 1	PATRON 2	EXPER 1
Código Laboratorio	0718029.001	0718029.002	0718029.003
Tipo de Matriz	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Descripción	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM
Fecha de muestreo	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018
Hora de muestreo	10:00	10:00	11:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
FÓSFORO TOTAL	mg P / L	0.01	0.17    0.22    0.04

### RESULTADOS ANALÍTICOS

Código Cliente	EXPER 2	EXPER 3	EXPER 4
Código Laboratorio	0718029.004	0718029.005	0718029.006
Tipo de Matriz	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual
Descripción	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM	Laguna de Oxidación Las Gaviotas NVO CHIM
Fecha de muestreo	11/07/2018	11/07/2018	11/07/2018
Hora de muestreo	11:30	11:30	11:30
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental	-	-
	Agua	-	-
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados
FÓSFORO TOTAL	mg P / L	0.01	0.08    0.02    0.04

LDM: Límite de Detección del Método





## INFORME DE ENSAYO

IE0718028

### 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.

Director del LCC-SEDALIB S.A.