

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



**Remoción de plomo en el río Santa – Ticapampa  
utilizando 25 mg/L de arcilla y 50 mg/L de residuos de  
café**

Tesis para obtener título profesional de ingeniero civil

**Autor**

Chasquibol Chavez Diego Antoni

**Asesor**

Cerna Chávez Rigoberto

**Chimbote – Perú**

**2019**

## Índice General

### Contenido

Título	
i	
Palabras clave - key words – Línea de investigación	ii
<u>Resumen</u>	<u>iii</u>
<u>Abstract</u>	<u>iv</u>
I). <u>Introducción</u>	<u>1</u>
II). <u>Metodología</u>	<u>52</u>
III). <u>Resultados</u>	<u>61</u>
IV). <u>Análisis y discusión</u>	<u>75</u>
V). <u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	<u>79</u>
VI). <u>Agradecimientos</u>	<u>81</u>
VII). <u>Referencias bibliográficas</u>	<u>82</u>
VIII). Anexos y apéndices	84

## Lista de Tablas

Tabla 1 exposición al plomo .....	15
Tabla 2 <i>Estandar de Calidad Ambiental</i> .....	17
Tabla 3 Grado de Plasticidad de la arcilla .....	19
Tabla 4 Composición química del grano de café.....	26
Tabla 5 Tipos de adsorción.....	29
Tabla 6 Variable dependiente .....	38
Tabla 7 Variable independiente .....	40
Tabla 8 Resultados de la cantidad de plomo(mg/L) muestra patron. ....	50
Tabla 9 Resultados De limite liquido y limite plastico.....	51
Tabla 10 Fluorescencia de residuos de cafe.....	55
Tabla 11 Fluorescencia de la arcilla .....	56
Tabla 12 Fluorescencia del hibrido.....	57
Tabla 13 Potencial de hidrogeno (Ph).....	58
Tabla 14 Resultados del Nivel de plomo (mg/l) en las muestras.....	58
Tabla 15: Plomo en el agua según dosificaciones de café y arcilla en diferentes momentos. Rio Santa, Ticapampa. ....	59
Tabla 16 Niveles de pH en muestras Patrón y experimental .....	61
Tabla 17 Plomo Total en muestra patron.....	62
Tabla 18 Plomo Total en muestras experimentales. ....	62

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una caolinita (Fuente: Braja Das, 2001).....	18
Figura 2. Representación diagramática de la estructura de la caolinita.....	20
Figura 3. Fotografía obtenida en el caolín Caobar Especial. ....	20
Figura 4. Fotografía de la caolinita de Macon (Georgia)(2).....	21
Figura 5. Diagrama para saber el tipo de arcilla (Fuente: Holtz and Kovacs, 1948)..	21
Figura 6. Broza de café .....	22
Figura 7. Proceso de intercambio iónico y regeneración. ....	27
Figura 8. Prueba de jarras .....	33
Figura 9. Vista aérea del Río Santa-Ticapampa .....	36
Fuente: Ubicación departamento de Ancash	
Figura 10. Ubicación de la Cuenca del Río Santa.....	36
Figura 11. Cantidad de plomo en el Río Santa .....	37
Figura 12. Variación de plomo en sedimento .....	38
Figura 13. Curva de pérdida de masa- análisis termogravimétrico de residuos de café .....	52
Figura 14. Curva calorimétrica- análisis termogravimétrico del polvo de residuos de café .....	52
Figura 15. Curva de pérdida de masa- análisis termogravimétrico de la arcilla .....	53
Figura 16. Curva calorimétrica- análisis termogravimétrico de la arcilla .....	54
Figura 17. Niveles de pH en muestras Patrón y experimental.....	61
Figura 18. Nivel de remoción de plomo (mg/l) en las muestras.....	63
Figura 17. Recolectando la broza de café en la cafetería en el mercado modelo Chimbote.....	87
Figura 18. Secado de los residuos de café .....	87
Figura 19. Imagen del lugar de atracción de arcilla.....	88
Figura 20. Recolección de la arcilla en Anta-Carhuaz .....	88
Figura 23. Coordenadas del lugar donde se extrajo el agua .....	89
Figura 22. Imagen del Río Santa - Ticapampa .....	89
Figura 23. Punto de extracción del agua en el Río Santa-Ticapampa .....	89
Figura 26. Extracción de agua en el Río Santa-Ticapampa.....	90

Figura 27: Implementos para llevar el agua al laboratorio .....	90
Figura 25: Lavado de arcilla con tela organza .....	91
Figura 26: Imagen de la Arcilla en reposo.....	91
Figura 27: Imagen de la arcilla en reposo cubierto con la tela organza.....	92
Figura 28: Arcilla en reposo 24h después.....	92
Figura 29 Extracción del agua con una manguera .....	93
Figura 30 Extracción del agua con una jeringa.....	93
Figura 31 Secado de la Arcilla cubierta con tela organza.....	93
Figura 32 Secado de arcilla.....	94
Figura 33 Imagen de la colocación de la arcilla seca en una bolsa hermética.....	94
Figura 34 análisis granulométrico.....	95
Figura 35 Límite liquido con la copa de Casagrande .....	95
Figura 36 Límite Plastico.....	95
Figura 40 calcinación de los residuos de café.....	95
Figura 38 Calcinación de la arcilla .....	96
Figura 39 Arcilla calcinada a 540°C.....	96
Figura 40 Residuos de café calcinado a 390°C.....	96
Figura 41 Peso de la arcilla para realizar el ATD en la UNT y Fluorescencia en la UNMSM .....	97
Figura 45 Peso de los residuos de café para realizar el ATD en la UNT y Fluorescencia en la UNMSM.....	97
Figura 46 Ensayo de fluorescencia en la UNMSM .....	97
Figura 47: En esta imagen apreciamos el peso de la arcilla .....	98
Figura 24: En esta imagen apreciamos el peso del cafe .....	98
Figura 24: En esta podemos observar las 3 jarras con los materiales respectivos.....	99
Figura 24: Imagen con los materiales en el agua.....	99
Figura 24: Imagen de los materiales disolviéndose en Rpm con el agua. ....	99
Figura 24: Vertiendo el agua tratada en una botella esterilizada.....	100
Figura 24: Llevamos el agua tratada al laboratorio de Sedalib.....	100

**“REMOCIÓN DE PLOMO EN EL RIO SANTA-  
TICAPAMPA UTILIZANDO 25 mg/L DE ARCILLA y 50  
mg/L DE RESIDUOS DE CAFÉ”**

## **PALABRAS CLAVE**

<b>Tema</b>	REMOCIÓN DE PLOMO
<b>Especialidad</b>	Hidráulica

## **KEY WORDS**

<b>Topic</b>	LEAD REMOVAL
<b>Speciality</b>	Hydraulics

## **LINEA DE INVESTIGACION**

Programa	Ingeniería Civil
Línea de investigación	Hidráulica
Objetivo	Mejorar la distribución y tratamiento de recursos hídricos procurando generar una adecuada protección y conservación de los recursos hídricos.
Área	Ingeniería y tecnología
Sub-área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería civil
Sub-líneas	Fuentes, y tratamiento de recursos hídricos.

## Resumen

El presente proyecto de investigación consistió en conformar un híbrido de arcilla y residuos de café, utilizando 25mg/L de arcilla y 50 mg/L de polvo de residuos de café, con la finalidad de remover el plomo que se encuentra en las aguas del Río Santa - Tica pampa.

Se utilizó el método experimental debido a que se compararon resultados de muestras patrón sin adicionar (Arcilla – Residuos de café) y muestras de agua del Río Santa utilizando arcilla, residuos de café y el híbrido (café +arcilla), se trabajó con el método de adsorción, que consistió en utilizar 25mg/L de arcilla para la muestra 1 ,para la muestra 2 50 mg/L de polvo de residuos de café y la muestra 3 conformar un híbrido de (arcilla 25mg/L + café 50 mg/L). Posteriormente se realizó el ensayo por el método de la prueba de jarras a 100rpm durante 2min y a 50rpm durante 15 min dejando reposar 15min en el laboratorio de química de la Universidad San Pedro, El nivel de remoción de plomo fue en un 59.01% (0.0323) para el compuesto de café en la proporción de 0.050 mg/L con respecto a la muestra patrón de (0.0788). Para el componente en la proporción de arcilla 0.025 mg/L removió el plomo en un 64.08% con respecto a la muestra patrón. Mientras que para el componente en la proporción de arcilla 0.050 mg/l +cafe 0.025mg/l removio el plomo en un 82.10% con respecto a la muestra patrón, demostrando que el híbrido (arcilla + cafe) muestra una excelente capacidad de remoción de plomo en las aguas del Rio Santa Ticapampa.



## **Abstract**

The present research project consisted of forming a hybrid of clay and coffee waste, using 25mg / L of clay and 50 mg / L of coffee residue powder, in order to remove the lead found in the waters of the River Santa - Tica pampa.

The experimental method was used because the results of non-added standard samples (Clay - Coffee waste) and water samples from the Santa River were compared using clay, coffee residues and the hybrid (coffee + clay), the method was worked of adsorption, which consisted of using 25mg / L of clay for sample 1, for sample 2 50 mg / L of coffee residue powder and sample 3 forming a hybrid of (clay 25mg / L + coffee 50 mg / L ). Subsequently, the test was carried out by the jug test method at 100rpm for 2min and 50rpm for 15 min, allowing 15min to rest in the chemistry laboratory of the San Pedro University. The level of lead removal was 59.01% (0.0323) for the coffee compound in the proportion of 0.050 mg / L with respect to the standard sample of (0.0788). For the component in the clay proportion 0.025 mg / L removed the lead in 64.08% with respect to the standard sample. While for the component in the proportion of clay 0.050 mg / l + coffee 0.025mg / l removed the lead by 82.10% with respect to the standard sample, demonstrating that the hybrid (clay + coffee) shows an excellent capacity to remove lead in the waters of the Santa Ticapampa River.

## **I.) INTRODUCCION**

Esta investigación presenta el modo de actuar de la Arcilla y los residuos de café en el Rio Santa el cual se encuentra contaminado con plomo.

El agua es el recurso natural más importante de nuestro planeta, el cual puede darnos una mejor calidad de vida o hacernos daños mortales, esto debido a que su contaminación por metales u otros componentes causan enfermedades capaces de causar la muerte con tan solo consumirla sin algún tratamiento de potabilización previo. Surgen muchas incógnitas para este tema, debido a que es novedoso y pionero, una de ellas es descubrir la dosis de la arcilla y los residuos de café más adecuada para que actúe bien en la disminución de plomo.

Utilizar residuos de café es novedoso en este tipo de investigación, descubriremos la dosis más eficiente para disminuir el plomo contenido en el agua, también otros efectos secundarios en variación de pH, turbidez, se utilizaron dosis de 25mg/L de arcilla y 50 mg/L de residuos de café. Esta investigación servirá para incentivar a futuras investigaciones.

El plomo tiene propiedades negativas que cuando se encuentran en el agua y son consumidas superando el límite permisible de la ECA, esto causa enfermedades a la piel, dolores en el cuerpo, malestar e incluso puede causar cáncer, es por ello que se centra en la necesidad de la población que consume directamente dicha agua sin algún tratamiento previo.

Bustamente E.(2011), de la Universidad Autónoma de Nuevo León en su investigación: “Adsorción de metales en residuos de café modificados químicamente”, en donde se investigaron que las aguas residuales contaminadas al ser añadidas por cenizas de polvo de granos de café muestran capacidades muy altas y prometedoras de adsorción por el proceso de coagulación- floculación.

Los porcentajes de remoción, para 60 mg/L 62.4% y utilizando 80 mg/L 59.9% de plomo.

Pero Thomas et al (2015) revisó los adsorbentes de origen orgánico para la remoción de iones metálicos presentes en una solución.

Utilizó 65 mg/L para la adsorción de plomo con un tiempo de contacto de 20 minutos en una mezcla rápida utilizando partículas muy pequeñas de cenizas de polvo de café.

Hubo una remoción de 90% luego del tiempo de contacto de 20 minutos, quiere decir que hay un alto índice de adsorción y mayor captación de metal.

Entonces Dávila N. (2012) determinó la capacidad de adsorción de plomo, cobre y cadmio sobre residuos sólidos de café en sistemas por lotes y continuos presentes en soluciones acuosas.

La dosis va desde 0.01 a 10 mg por Litro, 100 rpm durante aproximadamente 2-5 min. Posteriormente, la velocidad se redujo a 20 rpm durante 5 min y luego se detuvo. Después de un período de reposo de 30 min se recogieron.

Se formó una capa superficial de residuos que pueden retirarse fácilmente.

Se puede remover el 50% del plomo utilizando el retiro de la capa superficial (método de absorción).

Eugenia M. et al 2012 tuvo como objetivo evaluar la adsorción y la cinética de los iones plomo (II) y cadmio (II) de soluciones acuosas a escala de laboratorio en proceso Batch. Experimentalmente se comprueba que el biosorbente preparado tiene preferencia por el ion plomo (II) frente al ion cadmio (II).

Para el Pb se observó una adsorción eficiente de 60% utilizando 100 mg/L en una mezcla aproximada de 1 hora.

Finalmente Chávez D. (2018) tuvo como objetivo descubrir la cantidad de remoción de plomo por medio del intercambio iónico utilizando el método de la prueba de jarras. Se comprobaron también las velocidades angulares más eficaces para la remoción de plomo.

Utilizando 50 mg/L de residuos de café se obtuvo 60.50% de remoción de plomo.

Utilizando 70 mg/L de residuos de café se obtuvo 48.75% de remoción de plomo.

## **Justificación de la investigación**

La actividad minera e industrial vierte al medio ambiente metales tóxicos tales como plomo, mercurio, cadmio, cobre, arsénico y cromo, los cuales son muy perjudiciales para la salud humana y para la mayoría de formas de vida. Las aguas no tratadas provenientes de diferentes procesos industriales llegan a los ríos, mientras que los depósitos de residuos pueden contaminar el suelo, llegando incluso a las aguas subterráneas, por lo que a través de estas vías los metales se van acumulando en las plantas y tejidos orgánicos.

El Río Santa es el principal conductor de agua y no tiene tratamiento previo para el plomo. Por ello se añadirá cantidades de cenizas de polvo de residuos de café en mg/L, el cual permitirá realizar la remoción de plomo mediante el método de adsorción ; con la iniciativa de poder llegar al objetivo principal y el uso de este biomaterial que es un material no muy accesible en esta zona, pero debido a su bajo costo se puede cultivar.

Existen grandes y pequeñas poblaciones que se abastecen del agua del Río Santa-Ticapampa, y no solo ellos, sino que debido a que este río es el principal abastecedor de agua en la Costa, el agua continua su recorrido, llega contaminada y es bebida en su recorrido por pobladores de ciertos centros poblados.

Esta investigación puede ser de mucha ayuda para las poblaciones cercanas debido a su bajo costo y facilidad para su sembrado.

Este estudio impulsará a los investigadores a realizar estudios y ensayos sobre este biomaterial en remoción de plomo, y por ende evitar daños en la salud por el consumo directo de las personas en estas zonas.

## **Problema**

### **Realidad problemática**

Al analizar la problemática se comprobó que el río Santa transporta plomo hacia la zona costera, incluido Ticapampa, y así como existen pequeñas poblaciones como Ticapampa que se abastecen con el agua del Río Santa, también existen grandes poblaciones que consumen agua del Río Santa y está expuesta a consumir cierta cantidad de plomo al beber agua del Río Santa.

La participación de la dirección de gestión de la calidad de recurso hídricos (DGCRH), la autoridad nacional del agua (ANA) llevo a cabo el monitoreo participativo de la calidad del agua en la cuenca del rio Santa con la finalidad de evaluar su estado actual. Se registró que el agua del rio Santa está contaminada por metales los cuales si incrementan debido a la presencia de pasivos mineros y ríos tributarios que confluyen en el rio santa modificando sus características.

Por eso se opta por nuevos biomateriales alternativos para la remoción de plomo en el agua que abastece a una parte de la zona costera de Ancash a través de las cenizas de polvo de residuos de café, de tal manera que reduzca los gastos y a la vez contribuir con el desarrollo sostenible en la elaboración e investigación de nuevos métodos naturales para solucionar esta situación problemática.

El motivo del interés por obtener soluciones de remoción de plomo económicas, es por la falta de tratamiento de agua en Ticapampa, estos pobladores consumen el agua directamente y no conocen el riesgo de consumir dicha agua, de igual manera, no existen investigaciones en este rubro en dicha zona, por ello se quiere incentivar a seguir con nuevos descubrimientos y soluciones para mejorar la calidad de agua.

Para efecto se plantea el siguiente problema:

**¿LA COMBINACION DE 25mg/L DE ARCILLA Y 50mg/L DE CAFE  
LOGRARA REMOVER EL PLOMO DEL AGUA DEL RIO SANTA  
TICAPAMPA?**

## **MARCO REFERENCIAL**

### **PLOMO**

Según la ECA. El plomo en las aguas de un tramo del río Santa en el tramo adyacente al Pasivo Ambiental Minero de Recuay, Ticapampa, en la provincia de Recuay el cual forma parte del departamento de Ancash. Las muestras de agua, se tomaron en nueve (09) puntos consecutivos que están conformados además de tres (03) blancos (blanco viajero, blanco muestreo y blanco lago), analizándose la concentración de los metales en mención en cada punto por el método de Espectrofotometría de Absorción Atómica. La concentración de arsénico fue 0,0404 mg/L, del plomo 0,6402 mg/L y del cadmio 0,0396 mg/L; siendo todos ellos superiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del Ministerio del Ambiente.

El estudio comprueba que parte de la contaminación del río Santa es provocada principalmente por la descarga residuos mineros que están ubicados a lo largo de todo su cauce (en el tramo de Ticapampa – Recuay), ya que usan el río Santa como vía de eliminación de sus residuos. En lo que respecta en los análisis de los sedimentos, los valores de concentración de los metales pesados se encuentran en niveles de concentración que evidencian diferentes grados de

toxicidad tomadas en base a los límites permisibles. Se comprueba que la contaminación por Pb, Cd, y Ar, tienen origen minero, siendo estos vertidos en las aguas del río siendo estas las principales fuentes de contaminación por metales pesados. Se determinó que el agua del río Santa, está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano.

Melinda M. (2015). El plomo, en sus diferentes formas, es un compuesto tóxico que se acumula en el sistema nervioso central y es particularmente perjudicial en el desarrollo mental de los niños. Entra al organismo por inhalación e ingestión, por lo que llega al sistema circulatorio a través de los pulmones y el tracto digestivo, y se excreta por las vías urinarias y las heces.

Generalmente se elimina por completo, sin embargo una exposición excesiva permite que parte de ese plomo no logre hacerlo, provocando una intoxicación.

Los síntomas incluyen:

- Anemia
- Fatiga
- Dolor de cabeza
- Insomnio
- Hipotensión
- Pérdida de peso
- Disturbios gastrointestinales
- Manifestaciones más severas, como daño al sistema nervioso
- Problemas a los riñones
- Palidez
- Desnutrición
- Inflamación estomacal

Una línea azul oscura en las encías, pero sólo en el caso de una higiene dental deficiente.

Fatiga motriz, la cual va progresando hasta convertirse en parálisis.

A su vez, los efectos tóxicos sobre pulmones y tracto digestivo del plomo dependen de factores tales como el tamaño de la partícula y la composición química del plomo y sus compuestos. Así, las partículas pequeñas y los compuestos muy solubles en agua, como el cloruro y el óxido, entrarán más rápidamente al sistema circulatorio.

Por su parte, los compuestos poco solubles como el sulfato y carbonato, son peligrosos en forma de polvo. De esto se desprende que los compuestos de plomo

que se han encontrado más tóxicos son el carbonato y el monóxido, y su toxicidad se debe, principalmente, a que es acumulativa y la manifestación de los síntomas de esta intoxicación se conoce como plumbismo.

Tabla 1 exposición al plomo

<b>Síntomas más frecuentes por exposición al plomo</b>	
Exposición leve	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatiga</li> <li>• Irritabilidad emocional</li> <li>• Dificultad para concentrarse</li> <li>• Alteraciones en el sueño</li> <li>• Dolor en los músculos</li> <li>• Entumecimiento de las manos o piernas</li> <li>• Somnolencia</li> <li>• Dolor de cabeza</li> <li>• Dolor en las articulaciones</li> </ul>
Exposición moderada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temblor en las extremidades</li> <li>• Náusea y vómito</li> <li>• Pérdida de peso</li> <li>• Disminución de la libido</li> </ul>
Exposición severa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dolor abdominal severo tipo cólico</li> <li>• Daño de las terminaciones nerviosas</li> <li>• Parálisis o pérdida de fuerza en el cuerpo</li> <li>• Convulsiones</li> <li>• Coma</li> <li>• Muerte</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

El **plomo** es un metal pesado, de color gris azulado, que se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre tanto por motivos naturales (es una emisión de volcanes activos, por ejemplo) como a consecuencia de su



empleo industrial o como resultado del uso de ciertos combustibles; está presente también, en pequeña escala, pero de manera muy directa, en el humo del cigarrillo.

Asimismo, es posible que vegetales y cosechas se contaminen con este metal por el excesivo uso de fertilizantes, porque los cultivos se encuentren cerca de sitios con desechos peligrosos y áreas con elevado tránsito vehicular, o porque son regados con aguas que han entrado en contacto con residuos industriales depositados de manera clandestina e ilegal en lugares cercanos a poblaciones humanas.

Además, se deben añadir otras actividades que perjudican la salud del ser humano, como reciclaje de baterías (las que utiliza la industria automotriz y aquellas que requieren los aparatos eléctricos), la imprenta, cerámica vidriada para cocinar y almacenar alimentos, y combustión de gasolina (aunque ahora esta fuente está más controlada); del mismo modo, entrar en contacto directo con pinturas de paredes, puertas y ventanas fabricadas con base en este metal, uso de crayolas y lápices para iluminar no regulados (productos de contrabando), y operaciones de fundición y soldadura son vías comunes para entrar en contacto con dicho elemento.

Por ello, este contaminante puede incorporarse a nuestro organismo al respirar aire con polvo que lo contiene en forma de partículas suspendidas, de modo que el **plomo** se aloja en pulmones, entra al torrente sanguíneo y así se traslada a otras partes del cuerpo; de igual manera puede introducirse a través del sistema digestivo (en concreto por los intestinos) cuando se ingieren alimentos y agua contaminados, o cuando los niños juegan con tierra u objetos que contienen el elemento y se llevan las manos a la boca.

Parte del **plomo** que entra a nuestro organismo se absorbe y se distribuye a todos los órganos y tejidos del cuerpo; la otra parte es desechada, principalmente a través de orina y heces. El que logra quedarse en el cuerpo puede permanecer en los diversos órganos desde unos cuantos minutos hasta días completos, para luego seguir su camino hacia los huesos, donde se alojará definitivamente.

La Autoridad Europea en Salud Alimentaria (EFSA) ha hecho públicas sus conclusiones acerca de la toxicidad del plomo y los niveles de exposición aceptados como seguros. Afirma que no es posible excluir el riesgo para el feto en desarrollo cuando sus madres entran en contacto con este metal pesado y que los límites de consumo establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) "ya no son apropiados".

A nivel nacional, en varios distritos de Perú, el agua potable muestra una contaminación por plomo generalizada que supera el límite de plomo establecido por la OMS y supone una amenaza para la salud pública que requiere mayor investigación y acción.

Un equipo de la Organización Mundial de la Salud efectuó un estudio del consumo de agua con plomo inorgánico en Perú, debido a que estima cerca de 1,6 millones de personas. Investigaron las muestras de agua de 151 fuentes de agua (superficies y subterránea), ubicadas en 12 distritos.

#### ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA EL AGUA

Para la implementación del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y de la presente norma, se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Tabla 2 *Estandar de Calidad Ambiental*

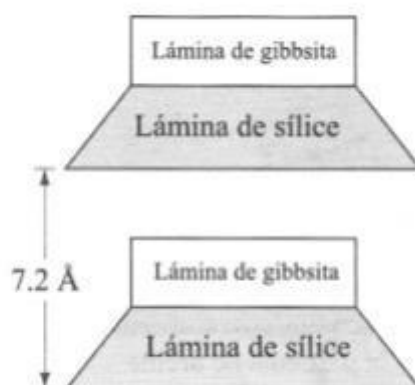
Parametros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Niquel	mg/L	0.07	..	
Plomo	mg/L	<b>0.01</b>	0.05	0.05
Selenio	mg/L	0.04	0.04	0.05
Uranio	mg/L	0.02	0.02	0.02
Zinc	mg/L	3	5	5

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental – Anexos

## 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). Mientras que la arcilla caolinita-metacaolin son arcillas residuales originadas por la alteración hidrotermal hipogénica o epigenica de rocas ígneas acidas, compuesta por sílice y aluminio (Instituto de Geología de México, 1964). La deshidratación endotérmica de la caolinita comienza entre los 550-600 ° C produciendo metacaolín, observándose una pérdida continua de hidroxilo hasta los 900 ° C (Instituto de Geología de México, 1964). El metacaolín es una simple mezcla de sílice (SiO<sub>2</sub>) y alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que es una estructura amorfa compleja presentando capas hexagonales (Mohamed, 2010). Su estructura básica consiste en láminas tetraédricas y octaédricas en las que los aniones en la superficie expuesta de la lámina octaédrica son hidroxilos. Siendo su fórmula estructural general  $Y_2 - 3Z_2O_5 (OH)_4$ , donde Y son cationes en la lámina octaédrica tales como Al<sup>3+</sup> y Fe<sup>3+</sup> para especies dioctaédricas y Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> y Ni<sup>2+</sup> para especies trioctaédricas y Z son cationes en la lámina tetraédrica. (Instituto de Geología de México, 1964).

Figura 1. Estructura de una caolinita (Fuente: Braja Das, 2001)



El tamaño y forma de los minerales de arcilla han sido determinadas por micrografías electrónicas. La caolinita bien cristalizada se produce como copos

bien formados de seis caras, frecuentemente con un alargamiento prominente en una dirección, se presenta como unidades tubulares con un diámetro exterior que varía de 0,04 a 0,15 micrómetros. (Grim, 2014).

La arcilla reacciona 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 dioctaédricos aluminosos, puede formarse una sucesión de nuevas fases a temperaturas crecientes antes de la fusión. (Grim, 2014)

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 (Grim, 2014). Mientras que 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). 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 3 Grado de Plasticidad de la arcilla

IP	Descripción
0 – 3	no plástico
3 – 15	ligeramente plástico
15 – 30	baja plasticidad
>30	alta plasticidad

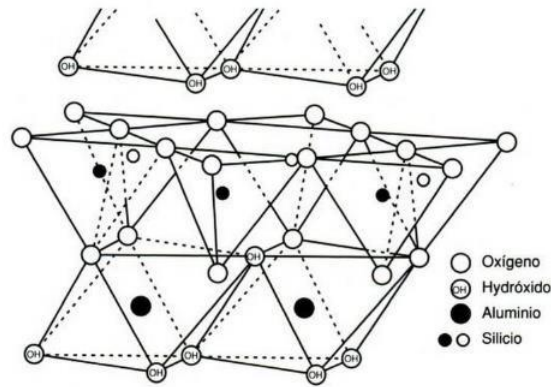
Fuente: (Sowers, 1979)

Caolinita: La estructura de la caolinita, se encuentra en la figura 2. Esta estructura se compone de una capa tetraédrica de sílice y una capa octaédrica de alumina, unidas por comparación de un plano de oxígenos, que constituyen una

lámina. Que se extiende a lo largo de los ejes a y b. Cada lámina se apila con otra en la dirección C de manera que se crea un dispositivo similar a las hojas de un libro.

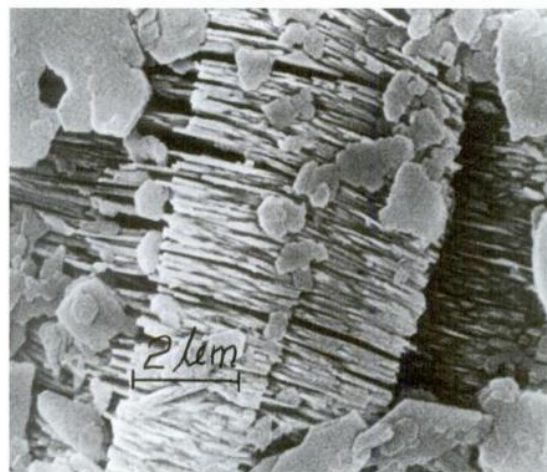
En la figura 3 está representada una fotografía obtenida en el caolín Caobar Especial por microscopia electrónica de barrido, donde se muestra el apilamiento de las láminas y en la figura 4 aparece una fotografía de la caolinita de Bacon (Georgia) obtenida por microscopio electrónico de transmisión donde se muestra el habito pseudoexagonal de los cristales de caolinita.

Figura 2. Representación diagramática de la estructura de la caolinita



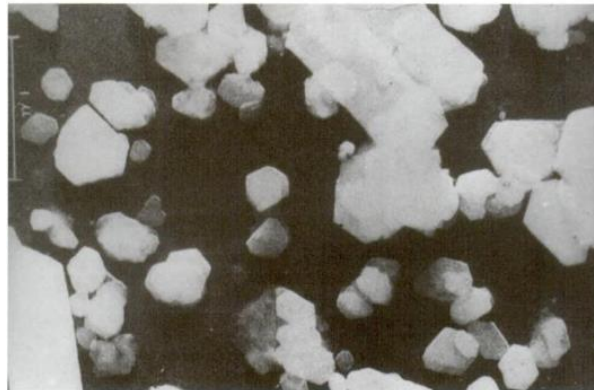
Estructura cristalina de las arcillas y tecnología de su cocción

Figura 3. Fotografía obtenida en el caolín Caobar Especial.



Fuente: Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico (Francisco Mingarro Martín)

Figura 4. Fotografía de la caolinita de Macon (Georgia)(2).

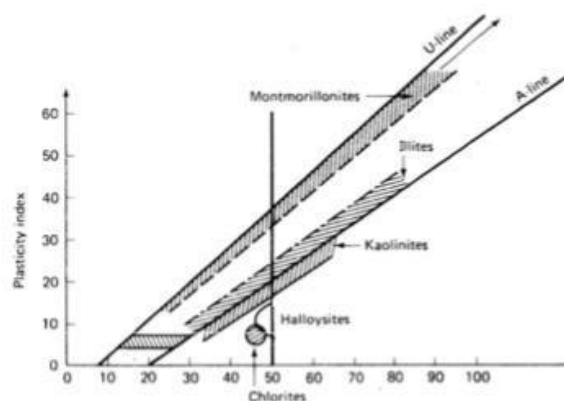


Fuente: Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico (Francisco Mingarro Martín)

### Límites de Atterberg

El 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). 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, 1902-1981).

Figura 5. Diagrama para saber el tipo de arcilla (Fuente: Holtz and Kovacs, 1948)



Fuente: Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico (Francisco Mingarro Martín)

## **BORRA DE CAFÉ (CUNCHO DE CAFÉ)**

Es importante conocer algunas generalidades sobre el café, su composición, para posteriormente abordarlo relacionado con la borra de café.

Café arábica: Originario de Abyssinia, actualmente Etiopia, la arábica dentro de las diferentes especies la más antigua. Crece en mesetas o en montañas dentro de las regiones situadas entre los 700 y 2,000 metros, dentro de las zonas intertropicales, sobretodo en Latinoamérica, América Central y en algunos países de África. Relativamente fragil, es particularmente sensible a las enfermedades (roya del café). A este tipo de café le gusta un clima tropical (temperatura optima entre 17 y 23 grados C; controlada por la altitud).La arabica representa los 3/4 de la producción mundial. Es un café apreciado por sus calidades aromáticas y de sabor. Las principales variedades tienen nombres exóticos como Moka con un sabor frutal, el Borbón, que tienen un sabor más delicado y aroma más intenso. Entre los países productores de café arábica destacan: Brasil, Camerún, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Haití, Jamaica, Java, Kenia, México, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Salvador, Tanzania y Venezuela.

*Figura 6. Broza de café*



Fuente : ecologia verde

## CAFÉ

El café es uno de los cultivos más importantes a escala mundial ya que ocupa el segundo lugar en comercialización solamente detrás del petróleo, siendo cultivado en más de 70 países en vías de desarrollo, generando empleos en forma directa a más de 20 millones de personas. Por lo tanto juega un papel primordial en la estructura económica, social, estándar de vida y desarrollo de estos países.

El aumento en la producción de café en todos estos países es motivado por un incremento en la demanda a escala internacional, a necesidades económicas de poder producir divisas al ser un cultivo cuya producción es destinada en un 95% a la exportación.

La producción del café genera más de 39 millones de jornales anuales (127 jornales x hectárea), a los cuales deben agregarse miles de empleos generado en la etapa industrial y comercial. Es el producto colonizador por excelencia, que sin contribución alguna del Estado, promovió el desarrollo en los más remotos pueblos de la Selva Alta, en las condiciones más adversas.

## CARACTERIZACION DEL CAFÉ

Leroy et al. (2006) señalan que la variación en la calidad del café está determinada por factores genéticos y no genéticos. Avelino et al. (2002) mencionan cuatro factores no genéticos relacionadas con la calidad de bebida del café (altitud, pluviometría, acidez del suelo y la sombra) y dos factores genéticos (producción y granulometría). Por otro lado, Regalado (2006) menciona que el tamaño, forma, color y composición química del grano influyen en la calidad del café, además resalta que el tamaño de grano presenta una relación positiva con la calidad de la taza del café. Una característica relacionada con la calidad del café Arábigo que se viene mejorando actualmente con buen progreso en los programas de mejoramiento genético, es el tamaño del grano, así mismo en Robusta el contenido de compuestos bioquímicos (cafeína, azúcares, ácidos clorogénicos y lípidos), relacionados con la calidad de taza del café es otra variable para mejorar. Según Leroy et al. (2006), a nivel genético hay una variación para la calidad del café dentro y entre especies, por lo tanto mediante



cruzas intra e interespecíficas utilizando la variabilidad disponible es posible mejorar la calidad del café. La literatura reporta las relaciones encontradas entre la calidad de la bebida y algunos factores genéticos y no genéticos. Avelino et al. (2005), mencionan que la relación entre la producción y la acidez de la bebida del café es negativa. Con respecto a los factores no genéticos, Vaast et al. (2005), señalan que la sombra afecta la calidad del café, por ejemplo mencionan que en C. arabica cv. Costa Rica 95 un dosel de sombra de 40% afecta positivamente el tamaño y composición de los granos, así como, la calidad de bebida, debido a un retraso en la maduración de la pulpa de la cereza hasta por un mes; Avelino et al. (2005) mencionan que a mayores altitudes junto con un mayor número de horas de exposición de la pendiente al sol son factores que favorecen una mejor calidad de bebida del café.

## CAFÉ EN EL PERÚ

El Café es el primer producto agrícola peruano de exportación y es el séptimo país exportador de café a nivel mundial.

El Perú posee 425,416 hectáreas dedicadas al cultivo de café las cuales representan 6% del área agrícola nacional. El potencial de crecimiento del café en el país es alrededor de 2 millones de hectáreas.

Las plantaciones de café están instaladas en 17 regiones, 67 provincias y 338 distritos

En la actualidad, 223,482 familias de pequeños productores están involucrados con la producción de café a nivel nacional y el 95% de ellos son agricultores con 5 hectáreas o menos del producto.

### A nivel nacional

En el Perú, el café es el principal producto de exportación agrícola y representa cerca de la mitad de las exportaciones agropecuarias y alrededor del 5% del total de las exportaciones peruanas. Este producto es también uno de los que ejerce mayor influencia socioeconómica.

A nivel regional

En la década de 1930 el valle de Chanchamayo se consolida como una zona cafetalera con instalaciones que permitían procesar mayores cantidades de granos, garantizando una calidad uniforme.

El 43% de la producción se encuentra en Piura, Cajamarca, Junín, Pasco, Huánuco y Ucayali. . Zona sur: El 23 % de la producción se encuentra en Apurímac, Ayacucho, Cusco y Puno.

### MORFOLOGÍA DEL CAFÉ

Las bases genéticas Typica y Bourbon permiten una diferenciación morfológica de las variedades cultivadas. Los cafetos de la variedad Typica se distinguen por el color bronceado (rojizo) de las hojas que emergen tanto del ápice del eje central como de las ramas laterales, las plantas a libre crecimiento alcanzan hasta cuatro metros de altura, el tallo generalmente consta de un solo eje vertical con ejes verticales secundarios frecuentes que nacen de los nudos, presentan abundante ramas laterales, los frutos maduros se caracterizan por un color rojo vistoso y se desprenden fácilmente de la planta, pero algunos mutantes presentan frutos maduros amarillos. La variedad Bourbon está caracterizada por árboles de porte mediano que llegan sólo hasta tres metros de altura, presentan ramas con entrenudos largos, el color de las hojas que emergen del ápice central y de las ramas laterales son de color verde. Por el color de frutos maduros se distinguen dos tipos de café Bourbon: el de color rojo/vino tinto y el de color amarillo/anaranjado, es más precoz que la variedad Typica y el tamaño de sus granos es más pequeño. En términos generales ambas variedades son consideradas de porte alto con relación a las variedades Pache, San Bernardo o Caturra (Fischersworing y Robkam 2001).

### TAXONOMÍA

El café pertenece a la familia de las Rubiáceas y al género Coffea. Existen numerosas especies de cafeto y diferentes variedades de cada especie. Las especies más importantes comercialmente pertenecientes al género Coffea, son conocidas como Coffea arabica Linneo (conocida como Arábica o Arábiga) y Coffea canephora Pierre Ex Froehner (conocida como Robusta).

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL GRANO DE CAFÉ

Tabla 4 Composición química del grano de café

Nutrientes	Unidades	Valor por 100g
<b>Minerales</b>	mg	
Calcio, Ca	mg	2
Hierro, Fe	mg	0.01
Magnesio, Mg	mg	3
Fosforo, P	mg	3
Potasio, K	mg	49
Sodio, Na	mg	2
Zinc, Zn	mg	0.020
Cobre, Cu	mg	0.002
Manganeso, Mn	mg	0.023
Selenio, Se	mg	0
Flúor, F	mg	90.7

Fuente: Según Universidad del sur de Mississippi

### Calcio

El ion calcio,  $Ca^{2+}$ , forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Precipita fácilmente como  $CaCO_3$ . Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua y a la formación de incrustaciones. Las aguas dulces suelen contener de 10 a 250 ppm o incluso 600 ppm. (*Tratamiento de aguas industriales: aguas de proceso y residuales- Miguel Rigola Lapeña*).

### Magnesio

El ion calcio,  $Mg^{2+}$ , tiene propiedades muy similares a las del ion calcio. Las aguas dulces suelen contener entre 1 y 100 ppm. Contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino puede formar incrustaciones de hidróxido.

## Hierro

El ion hierro se puede presentar como ion ferroso,  $Fe^{2+}$  o en la forma más oxidada de ion férrico,  $Fe^{3+}$ . La estabilidad de las distintas formas químicas depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras del medio, composición de la solución, presencia de materias orgánicas acomplejantes.

## Sodio

El ion sodio, corresponde a sales de solubilidad muy elevada y difíciles de precipitar. Suele estar asociado al ion cloruro. El contenido en aguas dulces suele estar entre 1 y 150 ppm.

## INTERCAMBIO IÓNICO

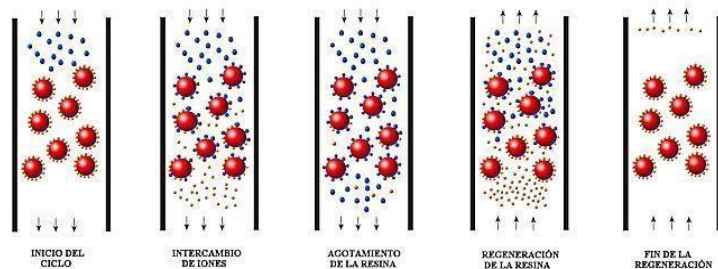
El intercambio iónico es un proceso de tratamiento de agua utilizado generalmente para el ablandamiento o desmineralización del agua, aunque también es utilizado para remover otras sustancias del agua en procesos tales como la desalcalinización, desionización, y desinfección.

El intercambio iónico describe un proceso químico específico en el que iones disueltos no deseados son intercambiados por otros iones con una carga similar.

Los iones son átomos o moléculas que contienen un número total de electrones que no es igual al número total de protones.

Hay dos grupos diferentes de iones, los cationes, que están cargados en forma positiva, y los aniones, que están cargados en forma negativa..

Figura 7. Proceso de intercambio iónico y regeneración.



Fuente: (Mayolo,2012).

El proceso permite la remoción de grandes cantidades de iones metálicos presentes en el agua producto de los efluentes residuales de industrias como el mecanizado de metales, industria electrónica, recubrimientos metálicos, industria farmacéutica, entre otros además de su eficiencia los intercambiadores iónicos o resinas tiene la propiedad de no sufrir alteraciones durante el proceso y dependiendo del tipo de ion que se desee remover el intercambio iónico se divide en tres tipos: catiónicos, aniónicos y anfóteros (Buitrón, 2015)

### **LA ADSORCIÓN:**

Según ETSEIB (2009) la adsorción, es un fenómeno de superficie, en el que un soluto es adsorbido por la superficie del adsorbente en una capa monomolecular. La capacidad de adsorción es función del área superficial de éste. Algunos productos adsorbentes tienen un gran poder de adsorción, para determinados solutos y muy poco o ninguno para otros adsorbatos.

En general, la cantidad de soluto adsorbido por unidad de masa del adsorbente es función de la concentración, hasta el punto de saturación del adsorbente.

La magnitud de la adsorción para una masa dada de adsorbente y una determinada concentración de soluto, decrece al aumentar la temperatura.

La adsorción se puede desarrollar en todos los sistemas que tengan acciones químico- físicas de plantas y el medio con sólidos coloidales (adsorción física) y disueltos (adsorción química). (Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales, 2009)

### **TIPOS DE ADSORCION**

Los tipos de adsorción se pueden clasificar de varias maneras. Una de ellas es por la naturaleza de las fuerzas de atracción entre el adsorbato y el adsorbente. Cuando esta es física se le llama fisisorción y cuando la adsorción es química es quimisorción (ver Tabla 3 ). La fisisorción es cuando el adsorbato se adhiere a la superficie a través de interacciones intermoleculares débiles de van der Waals. Por otro lado, en la quimisorción la adsorción ocurre cuando una molécula se adhiere a la superficie a través de la formación de enlaces químicos (GGRH, 2015).

Tabla 5 Tipos de adsorción

Tipos de adsorción	Características
Adsorción física (fisisorción)	No selectiva. Baja energía de adsorción. No es específica. Pueden formar múltiples. Apreciable solo a bajas temperaturas. Las moléculas adsorbidas no se alteran.
Adsorción química (quimisorción)	Existen dos tipos: asociativa y disociativa. Este tipo de adsorción es selectiva. Mayor energía de adsorción que la fisisorción. Específica y selectiva. Formación de monocapa. También ocurre a alta temperatura. Puede ser lenta o rápida. Moléculas cambian totalmente.

Fuente: Universidad católica del Perú

Adsorción por intercambio. Los iones de la sustancia se concentran en una superficie como resultado de la atracción electrostática en los lugares cargados de la superficie.

Adsorción física. Es debido a las fuerzas de Van der Waals y la molécula adsorbida no está fija en un lugar específico de la superficie, sino está libre de trasladarse en la interface.

Adsorción química. El adsorbato forma enlaces fuertes en los centros activos del adsorbente.

Según ingeniería de tratamiento y acondicionamiento de aguas (2009). La adsorción es diferente a la absorción ya que absorción implica el paso de una sustancia, inicialmente en suspensión, a la parte interna del material absorbente. Por ejemplo: el agua en una esponja.

Adsorción es diferente en el sentido de que el material removido se adhiere físicamente o químicamente a la superficie del material adsorbente, sin penetrar en su estructura física. La adsorción se cree que implica fuerzas de atracción del tipo dipolo/dipolo, fuerzas de London o fuerzas de Van Der Waals, entre las moléculas de la sustancia adsorbida y de la superficie del material que adsorbe éstas. La alta efectividad en remoción o adsorción de compuestos, se debe a que el carbón activado tiene una gran área o superficie disponible para que puedan interactuar las moléculas de la sustancia que se adsorbe. Esta gran superficie se adquiere cuando el material carbonáceo se somete a altas temperaturas y se inyecta súbitamente vapor de agua, nitrógeno, bióxido de carbono, argón o algún otro gas inerte. Este repentino cambio en la estructura interna del material provoca un gran número de huecos de tamaño microscópico, cuya superficie es receptiva a la retención de moléculas con una cierta estructura o estereoquímica.

Según Universidad de Cartagena (2014): Intercambio iónico: proceso por el cual ciertos iones no deseados son cambiados por otros iones, que están unidos a las partículas de una resina; normalmente los iones hidrógeno de la resina, se cambian por los cationes y los iones hidroxilo de la resina se cambian por los aniones. Los iones hidrógeno e hidroxilo se combinan, formando agua pura.

#### ADSORCION Y ABSORCION

- Cuando una sustancia se adhiere a una superficie se habla de adsorción, es este caso, la sustancia se adhiere a la superficie interna del carbón activo.
- Cuando la sustancia es absorbida en un medio diferente esto es llamado absorción. Cuando un gas es atraído dentro de una solución se habla de absorción.

#### BIO ADSORCIÓN

Según Gaad, G. (2008) el prefijo “bio” denota la participación de una entidad biológica, como es un componente o producto derivado de un organismo vivo. La bio adsorción puede ser definida de manera sencilla como la remoción de sustancias de una solución por material biológico.

El proceso de bio adsorción involucra una fase sólida (bio adsorbente) 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

La adsorción es mejor que otros procesos para reutilizar el agua debido a su costo inicial, flexibilidad y simplicidad en el diseño, fácil operación e insensibilidad a contaminantes tóxicos. No produce sustancias perjudiciales.

Algunas ventajas de la bio adsorción son:

- Los materiales son residuos o sub productos y de bajo o casi sin ningún costo.
- No hay necesidad de medios de crecimiento costosos de los materiales.
- El proceso es reversible y el reciclaje del material es muy posible

Las desventajas son:

- Las características de los bio adsorbentes no pueden ser biológicamente controladas una vez que son inactivados.
- Se requiere de ciclos de adsorción-desorción debido a la saturación que ocurre en la biomasa.

Según Atria A. (2010): Se prefiere la bio adsorción sobre procesos más eficientes de eliminación de metales pesados en aguas de desecho, tales como precipitación química, ósmosis reversa, intercambio iónico, dado que estos son muy onerosos para la industria. En cambio la bio sorción es de bajo costo, ya que emplea biomateriales sin aplicación industrial, como desechos agrícolas (cáscaras de arroz, naranja, limón y pomelo, marlo de maíz, brosa de cafe y arroz, etc.)

Según Salas J. (2010): La biosorción es un término que describe la eliminación de metales pesados por la unión pasiva a biomasa no viva a partir de soluciones acuosas; el mecanismo de remoción no está controlado por el metabolismo. El término bioacumulación se refiere al proceso activo por el cual los metales son eliminados por la actividad metabólica de un organismo vivo. Los estudios de mecanismos del proceso de biosorción se intensificaron por la necesidad de



eliminar metales pesados provenientes de efluentes industriales, como los que derivan de la minería, electroplatinado, o bien para recuperar metales preciosos a partir de soluciones en procesos industriales

Según Pinzon M. & Vera V. (2009): La bio adsorción es un proceso de adsorción que consiste en la captación de diversas especies químicas por una biomasa (viva o muerta), a través de mecanismos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico.

Según Pinzon-Bedoya M, (2009): Desde los primeros intentos en la aplicación de la bio adsorción, han transcurrido más de 65 años, pero solo desde hace dos décadas y por razones fundamentalmente de tipo económico y ambiental, las investigaciones desarrolladas se han centrado principalmente en el empleo de esta técnica para la eliminación de especies metálicas presentes a bajas concentraciones en efluentes líquidos, utilizando materiales bio adsorbentes de bajo costo.

#### ENSAYO DE LA PRUEBA DE JARRAS

(Andía Cárdenas, 2000) La prueba de jarras es la técnica más extensamente usada para determinar la dosis de químicos y otros parámetros para la potabilización del agua. En ella se trata de simular los procesos de coagulación, floculación y sedimentación a nivel de laboratorio.

Existe una gran variedad de equipos para pruebas de jarras, pero en toda su versatilidad debe radicar en utilizar una serie de jarras al mismo tiempo y la posibilidad de variación de la velocidad de agitación (rpm) en este proceso influyen factores químicos e hidráulicos. Entre éstos tenemos:

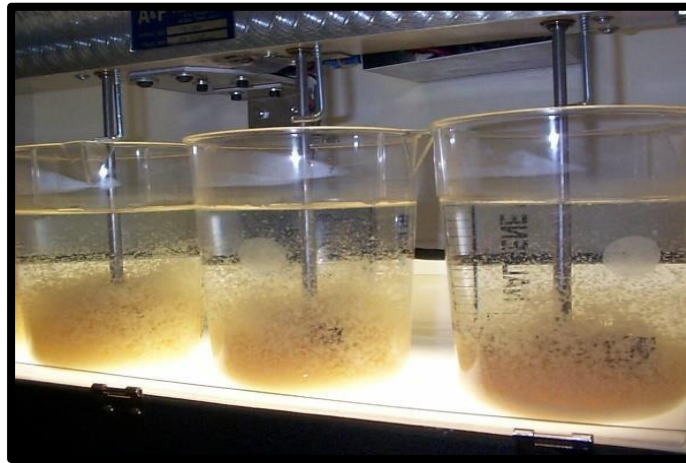
- pH
- Temperatura
- Concentración de coagulante
- Secuencia de aplicación de las sustancias químicas
- Grado de agitación
- Tiempo de sedimentación

## PH

El pH es una medida de la concentración de hidrógeno expresado en términos logarítmicos. Los valores del pH se reducen a medida que la concentración 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)

El pH desempeña un papel muy importante en el estudio de los fenómenos de coagulación- floculación, es así como una parte de la carga de las partículas coloidales que han absorbido iones  $\text{OH}^-$ , queda destruida por un aumento de la concentración de iones  $\text{H}_3\text{O}^+$  que ocasiona una disminución de la estabilidad de la suspensión coloidal. Preferiblemente el pH debe quedar dentro de la zona correspondiente al mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante usado.

Figura 8. Prueba de jarras



Fuente: Laboratorio Acueductos, Ensayo de Jarras

## CONDICIONES DE PRUEBA DE JARRAS

Debido a que la prueba de jarras es sólo una simulación del proceso, es necesario mantener las condiciones operacionales que existen en el proceso como son: gradiente hidráulico y tiempo en la mezcla lenta y rápida, punto de aplicación de los reactivos, el orden y el tiempo de dosificación de los mismos.

## MEZCLA RÁPIDA

El objetivo de la mezcla rápida es crear la turbulencia o movimiento necesario en el líquido contenido en la jarra para poner en contacto los reactivos con las partículas coloidales del agua, modo de neutralizar sus cargas, desestabilizarlas y hacer que se aglomeren en un corto período de tiempo.

## MEZCLA LENTA

Generalmente, el tiempo de mezcla no excede de 15 min. Un tiempo excesivo puede crear calentamiento de la muestra originando una floculación más eficiente, pero a su vez una pobre sedimentación, ya que ocurre la liberación de los gases disueltos en el agua, formando burbujas que se adhieren a los flóculos y los hacen flotar.

La coagulación-adsorción con sales de calcio es el método de tratamiento más documentado tanto para la remoción de plomo, como de los compuestos disueltos y suspendidos del agua (arsénico, turbiedad). Con este método también se pueden obtener reducciones significantes de olor y color. Sin embargo, las condiciones óptimas para remoción del arsénico dependerán de las características del agua y del proceso de tratamiento. Debido a la dificultad de remover  $As^{+3}$  por coagulación, se requiere de su oxidación a  $As^{+5}$ . En rangos de pH alto y bajo, la eficiencia de este método disminuye significativamente (Johnston, Heinjnen, Wurzel, 2001).

## PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS A APLICARSE

En un Análisis Térmico Diferencial (ATD) se somete a una variación de temperatura tanto a la muestra como a un material de referencia, que es inerte desde el punto de vista térmico, físico y químico. El ATD mide la diferencia de temperatura entre la muestra y el material de referencia, en función del tiempo (temperatura constante) o de la temperatura alcanzada en cada momento. Estas medidas se pueden realizar en condiciones ambientales o bajo una atmósfera controlada. En principio, se trata de una técnica cualitativa que permite detectar si se dan procesos endotérmicos o exotérmicos en nuestra muestra, e indica la temperatura a la cual tienen lugar estos cambios energéticos.

Con un adecuado calibrado del equipamiento es posible convertir el ATD en una técnica semicuantitativa para poder obtener información sobre la cantidad de calor involucrado en los procesos.

### Análisis Térmico Diferencial

En un Análisis Térmico Diferencial (ATD) se somete a una variación de temperatura tanto a la muestra como a un material de referencia, que es inerte desde el punto de vista térmico, físico y químico. El ATD mide la diferencia de temperatura entre la muestra y el material de referencia, en función del tiempo (temperatura constante) o de la temperatura alcanzada en cada momento. Estas medidas se pueden realizar en condiciones ambientales o bajo una atmósfera controlada. En principio, se trata de una técnica cualitativa que permite detectar si se dan procesos endotérmicos o exotérmicos en nuestra muestra, e indica la temperatura a la cual tienen lugar estos cambios energéticos. Con un adecuado calibrado del equipamiento es posible convertir el ATD en una técnica semicuantitativa para poder obtener información sobre la cantidad de calor involucrado en los procesos.

Esquema que representa un dispositivo simple para realizar análisis térmico diferencial.

### Ensayo de Fluorescencia

La técnica de fluorescencia de rayos X (XRF) se utiliza para determinar concentraciones de elementos químicos en diversos tipos de muestras. El análisis de la composición de la muestra mediante la medición de un espectro de XRF se lleva a cabo en diversas áreas de investigación como biología, medicina, control ambiental, geología, arte por nombrar algunas. Es un método analítico de alta precisión, con la ventaja de ser no destructivo en la mayoría de las aplicaciones y de poder preparar la muestra de manera simple.

Ensayo de cantidad de plomo en el agua

## ANALIZADOR PORTÁTIL DE METALES PESADOS METALYSER HM 1000

Equipo diseñado para análisis en campo de forma sencilla, rápida y efectiva de metales pesados en niveles bajos de: Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo. Proporciona resultados en parte de billón (ppb).

Pueden ser utilizados en laboratorio o en campo.

Resultados rápidos, menos de 10 minutos

Electrodos reemplazables

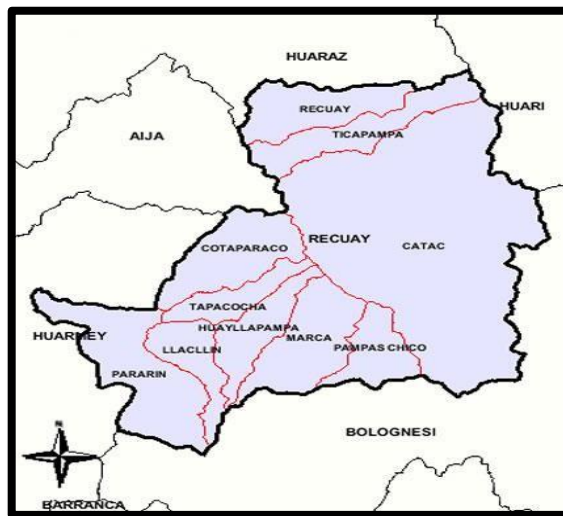
## RIO SANTA

El río Santa conocido por los lugareños, conocido también como río de ticapampa

## UBICACIÓN

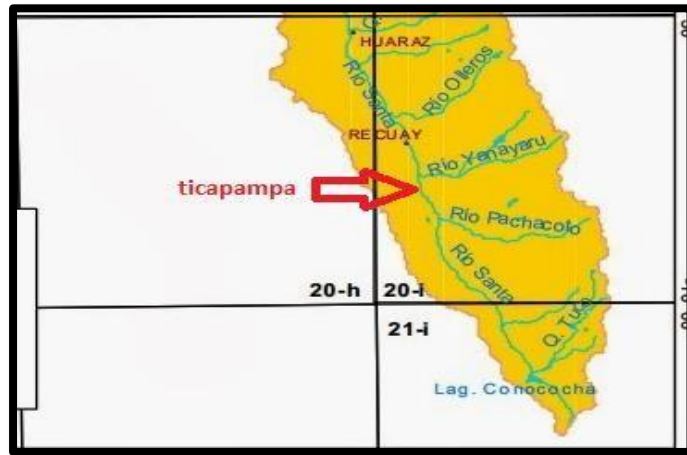
Se ubica en la parte sur de la cuenca del río Santa, su cuenca abarca los territorios de las provincias de ticapampa, desde una altitud que va de los 3465 msnm en su parte más alta. Tiene un caudal medio anual de 22.05 m<sup>3</sup> /seg .

Figura 9. Vista aerea del Rio Santa-Ticapampa



Fuente: Ubicación departamento de ancash

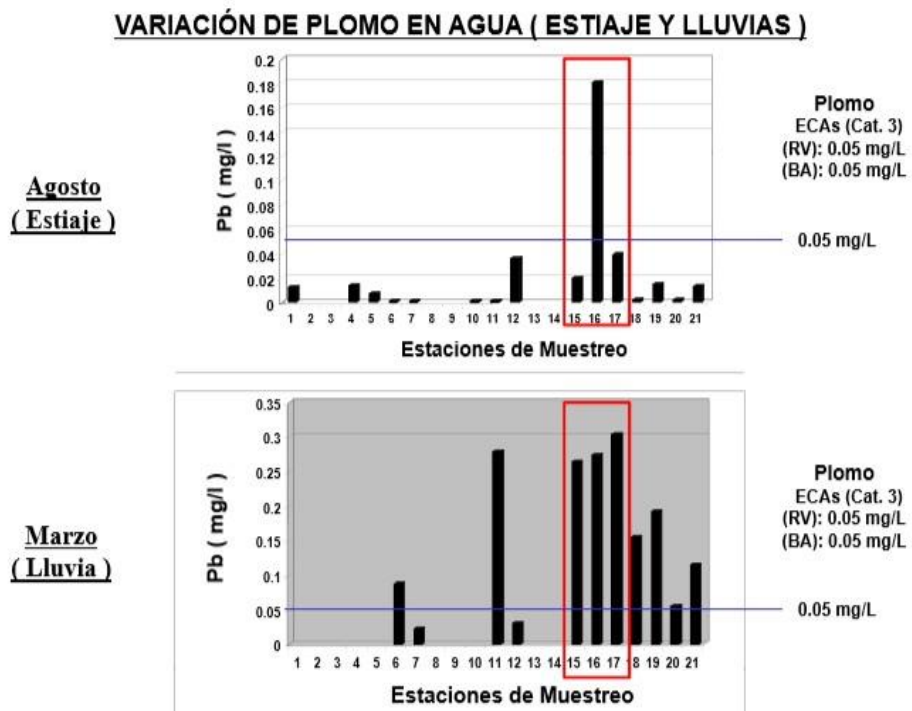
Figura 10. Ubicación de la Cuenca del Río Santa



Fuente: Ubicación Departamento de Áncas

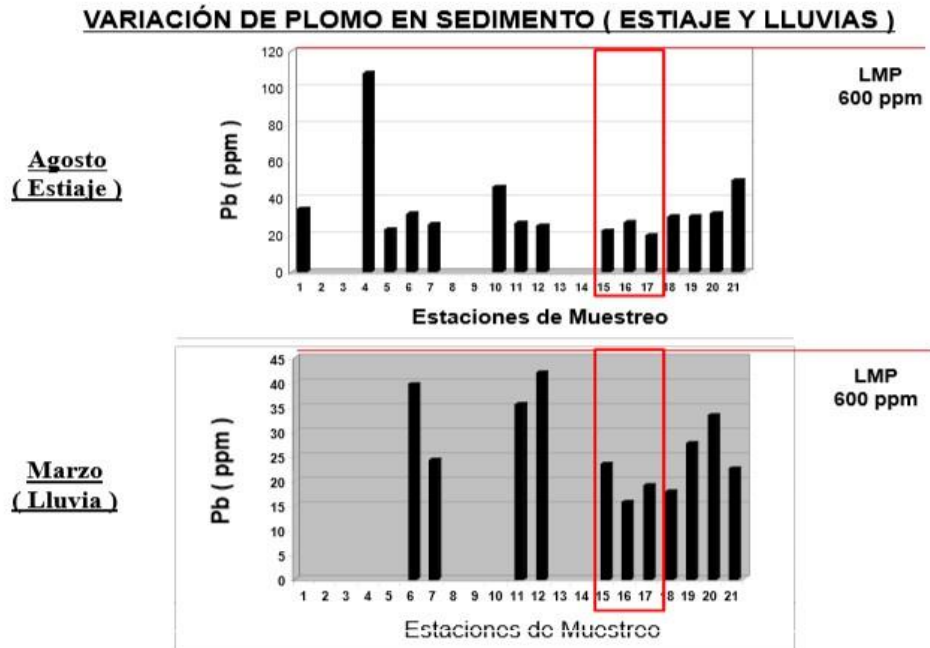
PLOMO EN EL RÍO SANTA

Figura 11. Cantidad de plomo en el Río Santa



Fuente: Tratamiento y remoción de sólidos suspendidos y metales en la cuenca del río TICAPAMPA– Ing. Miguel Ángel Salva

Figura 12. Variación de plomo en sedimento



Fuente: Tratamiento y remoción de sólidos suspendidos y metales en la cuenca del río TICAPAMPA– Ing. Miguel Ángel Salva

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES  
VARIABLE DEPENDIENTE

**NIVELES DE REMOCIÓN DE PLOMO**

Tabla 6 Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Cantidad de plomo de las aguas del Rio Santa-Ticapampa	Es la cantidad de plomo que contiene estas aguas superficiales	Es el porcentaje de remoción que se puede extraer de estas aguas.	Intercambio iónico	Promedio de los porcentajes de remoción

Fuente:Elaboración propia

## **DEFINICION CONCEPTUAL**

La remoción o proceso de remoción de aguas superficiales o de ríos contaminados pasa por su depuración, descontaminación o purificación, antes de ser vertidas a cauces o servicios públicos, en algunos casos esta remoción es relativamente sencilla. Dependiendo los compuestos a utilizar. (Nathaly, F., 2014).

## **DEFINICION OPERACIONAL**

La remoción se determinará mediante el ensayo de Prueba de jarras, el cual nos generará los valores o resultados del promedio del plomo en nuestra remoción

OMS, 2003: Documento de referencia para la elaboración de las Guías de la OMS para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/12).

## **DIMENSIONES**

ACIDO:

Las aguas que se producen como resultado de la oxidación química y biológica de sulfuros metálicos, se pueden encontrar presentes o formando parte de botaderos, relaves mineros, etc. Son dañinos en la salud y según tabla del pH las aguas acidas están por debajo del rango 7. OMS, 2003: Organización Mundial de la Salud.

## **INDICADORES**

% Porcentaje de soluciones de agua.

Variación del plomo.

Promedio de los porcentajes de remoción del plomo.



## **VARIABLE INDEPENDIENTE: PROPIEDADES DE LAS SOLUCIONES DE AGUA**

Las soluciones de agua son muestras del lugar elegido, con la finalidad de realizar ensayos de remoción de plomo mediante ensayo de jarras utilizando las dosis de 25 mg/L de arcilla y 50mg/L de cenizas de residuo de café y la combinación de arcilla-residuos de café.

Tabla 7 Variable independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
arcilla y café	.Es el compuesto a base de arcilla y residuos de café.	Es un compuesto que se aplicara por cada unidad de litro de agua	Mg/L

Fuente: Elaboración propia

### **DEFINICION CONCEPTUAL**

Una solución es una mezcla de dos o más componentes, perfectamente homogénea ya que cada componente se mezcla íntimamente con el otro, de modo tal que pierden sus características individuales. Esto último significa que los constituyentes son indistinguibles y el conjunto se presenta en una sola fase (sólida, líquida o gas) bien definida. SENA y Ministerio de Desarrollo Económico. (2002).

### **DEFINICION OPERACIONAL**

Las dosificaciones de Soluciones de Agua serán medidas en Litros, mediante el ensayo de muestreo de calidad de agua, empleando un envase de plástico o de vidrio de 1 Lt. Cuando hablamos de ensayo de pH en soluciones de agua. Este ensayo se realizara inmediatamente dentro de 0.25 h/0.25 h.. Para generar los valores o resultados. Decreto Supremo 2009 que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Minam ECA.

## **DIMENSIONES:**

Componentes del agua: El agua es una molécula sencilla formada por átomos pequeños, dos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos por enlaces covalentes muy fuertes que hacen que la molécula sea muy estable. Tiene una distribución irregular de la densidad electrónica, pues el oxígeno, uno de los elementos más electronegativos, atrae hacia sí los electrones de ambos enlaces covalentes, de manera que alrededor del átomo de oxígeno se concentra la mayor densidad electrónica (carga negativa) y cerca de los hidrógenos la menor (carga positiva). (CARBAJAL A, GONZÁLEZ M. Funciones biológicas del agua en relación con sus características físicas y químicas. En: «Agua. El arte del buen comer». pp: 249-256. Academia Española de Gastronomía. Barcelona, 2003).

### **Dosificaciones**

Dosificación de 0 mg/L de adición.

Consiste en comparar la cantidad de plomo contenido en el agua utilizando 0 mg/L de adición con las otras dosificaciones.

Dosificación de 50 mg/L de polvo residuos de café:

Consiste en comparar la cantidad de plomo contenido en el agua utilizando 50 mg/L de polvo de residuos de café con la dosificación patrón de 0 mg/L .

Dosificación de 25 mg/L de arcilla caolinita:

Consiste en comparar la cantidad de plomo contenido en el agua utilizando 25 mg/L de arcilla caolinita con la dosificación de 50 mg/L de polvo de residuos de café y 0 mg/L de adición.

Dosificación de 50 mg/L de polvo de residuos de café y 25 mg/L arcilla caolinita:

Consiste en comparar la cantidad de plomo contenido en el agua utilizando 50 mg/L de polvo de residuos de café y 25 mg/L de arcilla caolinita con la dosificación de 50 mg/L de polvo de residuos de café, 25 mg/L de arcilla caolinita y 0 mg/L de adición.

## HIPÓTESIS

En que medida se removerá el plomo en las aguas del Río Santa – Ticapampa , utilizando la combinación de los componentes químicos obtenidos de la activación térmica de (50 mg/L) de polvo de residuo de café a una temperatura de 390°C y arcilla caolinita(25 mg/L) a una temperatura de 540°C.

## OBJETIVO GENERAL

Determinar la cantidad de remoción de Plomo en las aguas del Río Santa - Ticapampa utilizando 50 mg/L de polvo de residuos de café, 25 mg/L de arcilla caolinita y el híbrido (polvo de residuos de café 50 mg/L y arcilla caolinita 25 mg/L).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar el tipo de arcilla de Anta-Carhuaz

Determinar la temperatura óptima de calcinación para la activación térmica de la arcilla de Anta-Carhuaz y de los residuos de café.

Determinar la composición química de la arcilla de Anta-Carhuaz y de los residuos de café.

Determinar el PH de la arcilla de Anta-Carhuaz, de las cenizas del café ,del híbrido (café -arcilla ).del agua patrón y de la muestra experimental

Determinar el nivel de remoción de plomo de las aguas del río Santa-Ticapampa, del compuesto ceniza de café-arcilla con respecto a la muestra patrón.

Determinar cuadro estadístico de ANOVA.

## II.) METODOLOGIA

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Aplicada

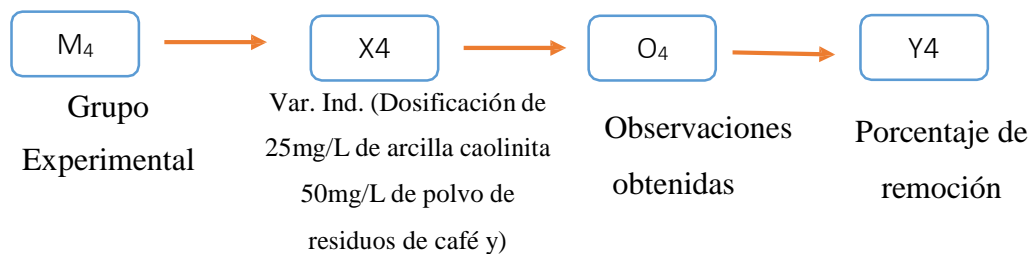
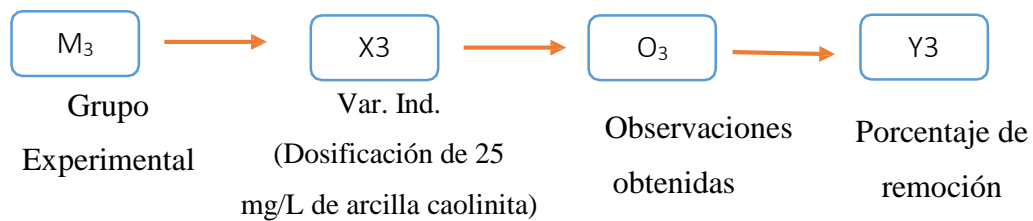
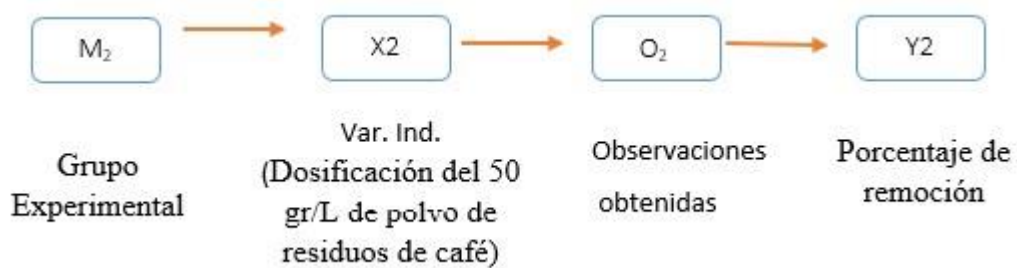
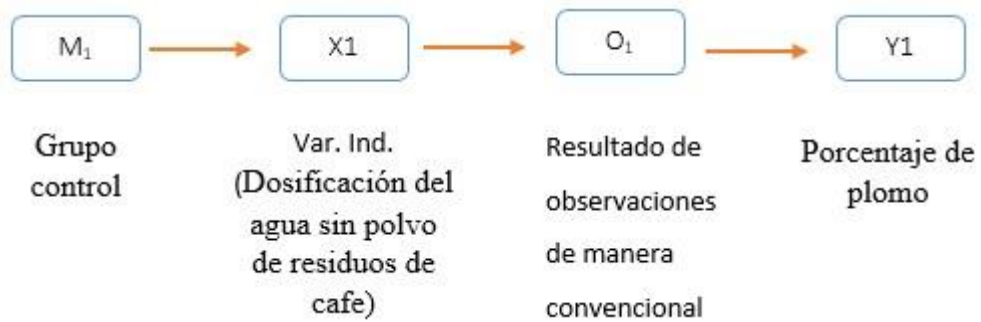
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores, se basa en la aplicación de los métodos estadísticos.

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:**

El diseño que le correspondió a esta investigación fue experimental de nivel **Cuasi Experimental**, porque se evaluarán las dos muestras mencionadas mediante ensayos, donde se obtendrán los resultados de dos grupos de estudio denominados: **Grupo Control** el cual se realizó con muestras sin la adición de ningún componente adicional y el **Grupo Experimental** el cual será realizado con la incorporación del polvo de residuos de café con la finalidad de disminuir la cantidad de plomo en comparación a la del grupo control debido a que habrá una mejora en la calidad del agua, el cual responde al siguiente **esquema**.

El estudio en su mayor parte se concentrará en el laboratorio de Ingeniería Civil de nuestra Universidad San Pedro, donde como investigador estaré en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en los objetivos formulados.



**M1:** Muestra 1 de Elementos en Grupo control (Soluciones de agua del “Río Santa Ticapampa” contaminadas con plomo).

**M2:** Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del Río Santa Ticapampa como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar 50 mg/L de polvo de residuos de café).

**M3:** Muestra 3 de Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del Río Santa Ticapampa como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar 25 mg/L de arcilla caolinita).

**M4:** Muestra 4 de Elementos en Grupo Experimental (Soluciones de agua del Río Santa Ticapampa como consecuencia de manipular la variable Independiente: Adicionar 50 mg/L de polvo de residuos de café y 25 mg/L de arcilla caolinita).

**X1:** Variable Independiente (Dosificación del agua sin polvo de residuos de café).

**X2:** Variable Independiente (Dosificación de 50 mgr/L de polvo de residuos de café)

**X3:** Variable Independiente (Dosificación de 25 mgr/L de arcilla caolinita)

**X4:** Variable Independiente (Dosificación de 25 mgr/L de polvo de residuos de café 50 gr/L de arcilla caolinita)

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

**O2:** Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación con adición de 50 mgr/L de polvo de residuos de café.

**O3:** Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación con adición de 25 mgr/L de arcilla caolinita.

**O4:** Observaciones Obtenidas por dicha muestra del Grupo Experimental, son los resultados anotados en la guía de observación con adición de 50 mgr/L de polvo de residuos de café y 25 mgr/L de arcilla caolinita.

**Y1:** Variable Dependiente (Porcentaje de plomo).

**Y2:** Variable Dependiente (Porcentaje de remoción).

**Y3:** Variable Dependiente (Porcentaje de remoción).

**Y4:** Variable Dependiente (Porcentaje de remoción).

### **ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores, se basa en la aplicación de los métodos estadísticos.

Se empleara el método de la Observación porque se tomara datos mediante una Guía de Observación Resumen.

### **POBLACIÓN**

Conformada por todo el conjunto de todas las soluciones de agua para la remoción de plomo, que serán elaboradas en el laboratorio de la Universidad San Pedro con la finalidad de obtener una eliminación de plomo y cumplir con los estándares de la norma de ECA.

Debemos tomar un conjunto como población de 15 unidades como población de soluciones de agua, debido a que la cantidad mínima según normatividad son 5 soluciones, con sus respectivos moldes ya estandarizados en todas las universidades, que se elaboraran para calcular el diseño de dosificación de remoción de plomo convencional y el diseño aplicativa aplicando polvo de residuos de café.

Para la prueba de remoción de plomo nos basamos en el Reglamento Nacional de Edificaciones, donde en la OS 10 en el artículo 4.2.3.2 precisa que pueden aceptarse registros no menores de 5 ensayos.

## MUESTRA

Se realizaron las siguientes muestras: 1 muestra de agua antes del intercambio iónico, 3 muestras de agua con diferentes dosis y temperaturas después del intercambio iónico.

## IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO DE ESPECTROFOTOMETRÍA PARA EL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA ANTES Y DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON LAS DOSIS

Se gestionó el uso del equipo de espectrofotometría para realizar los ensayos de muestra de agua natural, para así asegurar que la cantidad de plomo que supera los límites permisibles dados por los ECA.

## SELECCIÓN DE LAS PLANTAS PARA ELEGIR LOS RESIDUOS DE CAFÉ

### DATOS DE LA PARCELA:

Ubicación de la Parcela: Centro Poblado La Merced –Chanchamayo

Coordenadas: 11°03'43"S 75°20'06"O

Elevación: 751 m s. n. m.

Nombre científico del café: Coffea

Selección de Muestra: Los residuos más actuales.

## ELIMINACIÓN DE DESECHOS Y LAVADO DE LOS RESIDUOS DE CAFÉ

Se eliminaron los desechos como paja, plástico, entre otros, que puedan alterar la capacidad para remover plomo del biomaterial.

Se lavaron los residuos de café con agua hervida a temperatura ambiente.

Finalmente, se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas en un lugar abierto.



## OBTENCIÓN DEL POLVO DE RESIDUOS DE CAFÉ

Trituración de los residuos de café con un Bataan.

Recolección del polvo de residuos de café para su posterior tamizado por la malla Nro 200.

Almacenamiento del material pasante del polvo de residuos de café de la malla Nro 200.

## SELECCIÓN DE LA ZONA PARA RECOLECCIÓN DE ARCILLA CAOLINITA

### DATOS DE LA CALICATA:

Por antecedentes de abundancia de arcilla tipo caolinita se eligió dicha zona.

Ubicación de la Parcela: Distrito de Anta- Carhuaz

Coordenadas: 17 L 0820780

Elevación: 9081967

Nombre científico de la arcilla: -

Selección de Muestra: A 0.50m de profundidad

Ver Mapa N°02, Foto N°11,12 ,21

## OBTENCIÓN DEL POLVO DE ARCILLA CAOLINITA

Se eliminaron los desechos como paja, plástico, entre otros, que puedan alterar la capacidad para remover plomo del biomaterial.

Se procedió al lavado del material extraído de la calicata con agua potable.

Se procedió al tamizado por la malla Nro 40 para eliminar las arenas y gravas.

Se recolectó lo pasante de la malla Nro 40 y se dejó secar por 24 horas para así mismo asentar la arcilla en el fondo del recipiente.

Eliminación de agua con ayuda de una jeringa, finalmente se obtuvo un bloque de arcilla endurecida.

Trituración del bloque de arcilla endurecida.

Tamizado de la trituración de la arcilla por la malla Nro 200, así mismo recolectar en un recipiente cerrado el polvo de arcilla pasante de la malla Nro 200.

Se realizaron ensayos de Límites de Atterberg (límite líquido y límite plástico), calculando así el índice de plasticidad y determinar por el gráfico de Kols and Kovash el tipo de arcilla de la calicata.

### SELECCIÓN DE LA ZONA PARA EXTRAER LAS MUESTRAS DE AGUA DEL RÍO TICAPAMPA –ANCASH

DATOS DE LA PARCELA:

Ubicación de la Parcela: C.P. Ticapampa- Ancash

Coordenadas: 17 L 0820792 - 9081961

Elevación: 2555 m

Lugar de procedencia y recolección de las muestras de agua: Ticapampa- Ancash

Se almacenaron en galoneras de 3 litros para su traslado a Chimbote. Ver Foto N°20.

### PROCEDIMIENTO DE LA REMOCIÓN DE PLOMO UTILIZANDO PRUEBA DE JARRA MATERIALES

Polvo de residuos de café pasantes de malla Nro 200

Arcilla caolinita pasantes de malla Nro 200

5 Vasos de precipitación de 500 ml

4 Botellas esterilizadas de 500 ml

2 galoneras

### EQUIPOS

Prueba de jarras de laboratorio

Procedimiento:

Primeramente se verificó que el agua del Río Ticapampa-Santa, cuente con una cantidad del metal pesado plomo que supere los límites permisibles de la ECA, se recolectó agua del Río Ticapampa- Santa utilizando galoneras esterilizadas.

Recolectar 10 gr de polvo de arcilla caolinita pasantes de la malla Nro 200 y 10 gr de polvo de residuos de café pasantes de la malla Nro 200, para realizar el ensayo de ATD y analizar la cantidad de temperatura a activar.

Se procedió a activar térmicamente a 540°C la arcilla caolinita, a 390°C el polvo de residuos de café por 2 horas. Así mismo se combinó en una proporción de 1:1 de polvo de arcilla caolinita a 540°C y polvo de residuos de café a 390°C.

Se analizó la composición química del polvo de arcilla caolinita, polvo de residuos de café y el híbrido formado por la combinación del polvo de arcilla caolinita y residuos de café.

### **III.) RESULTADOS**

Determinar la cantidad de plomo en la muestra patrón de las aguas del Rio Santa Ticapampa.

Tabla 8 Resultados de la cantidad de plomo(mg/L) muestra patron.

#### **RESULTADOS DE CANTIDAD DE PLOMO (mg/L) DE LA MUESTRA PATRÓN**

<b>MUESTRAS</b>	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	<b>CANTIDAD DE PLOMO</b>	<b>PORCENTAJE DE REMOCIÓN</b>
<b>M1</b>	10/01/2019	0.0788 mg/L	0 %

**Fuente:** Laboratorio SEDALIB- Trujillo.

## LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLASTICO

Tabla 9 Resultados De limite liquido y limite plastico

N° de ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
Peso tara + suelo húmedo (gr)	50.9	54.9	53.7	31.7	32.7	32.2
Peso tara + suelo seco (gr)	44.1	47	45.8	30.6	31.5	31.1
Peso tara (gr)	26.5	27.1	26.6	26	26.9	26.5
Peso del agua (gr)	6.8	7.9	7.9	1.1	1.2	1.1
Peso suelo seco(gr)	17.6	19.9	19.2	4.6	4.6	4.6
Contenido de humedad (%)	38.64	39.7	41.15	23.91	26.09	23.91
N° de golpes	36	24	16		24.64	

### LIMITE LIQUIDO

LL 39.87%

### LIMITE PLASTICO

LP 24.64%

### INDICE PLASTICIDAD

IP 15.23%

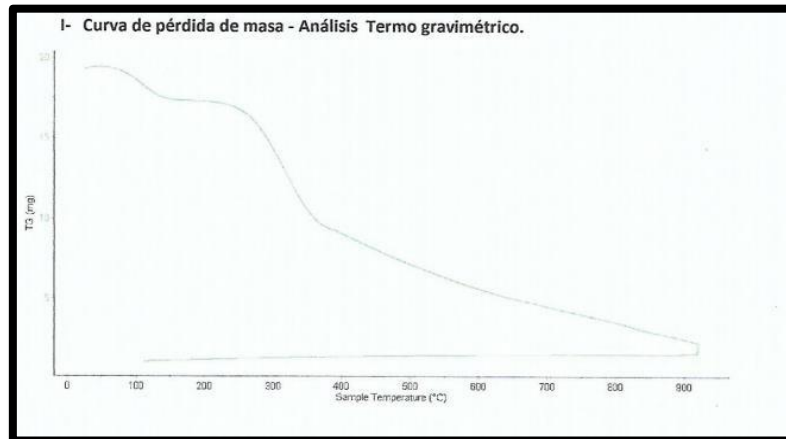
**Fuente: Laboratorios de la USP**

## ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL

Determinar el análisis térmico diferencial para la óptima temperatura de activación.

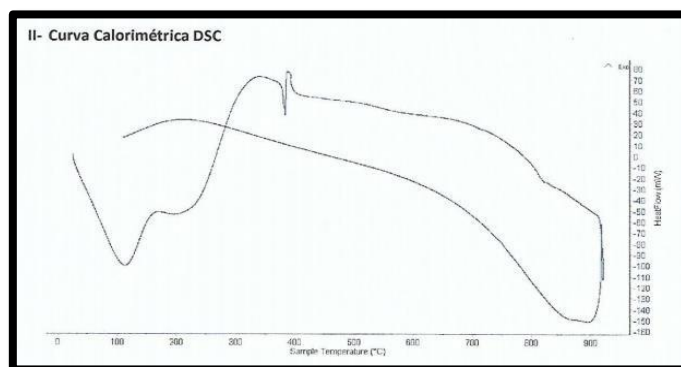
## RESIDUOS DE CAFÉ

figura 13 curva de pérdida de masa- análisis termo gravimétrico de residuos de café



Fuente: Laboratorios de la UNT

figura 14 curva calorimétrica- análisis termo gravimétrico del polvo de residuos de café



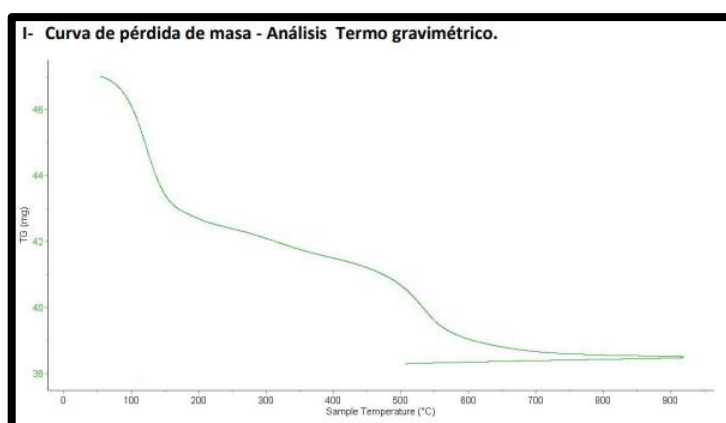
Fuente: Laboratorios de la UNT

## EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC cap. Max: 1600°C SetSys Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967 ASTM E98 ASTM E793, ASTM D3895, ASTM3417, ASTM D3417 ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 5375.
- Tasa de calentamiento: 20°C/min
- Gas de trabajo-flujo: Nitrogeno, 10ml/min
- Rango de trabajo: 25 - 900°C
- Masa de muestra analizada 19.8 mg.

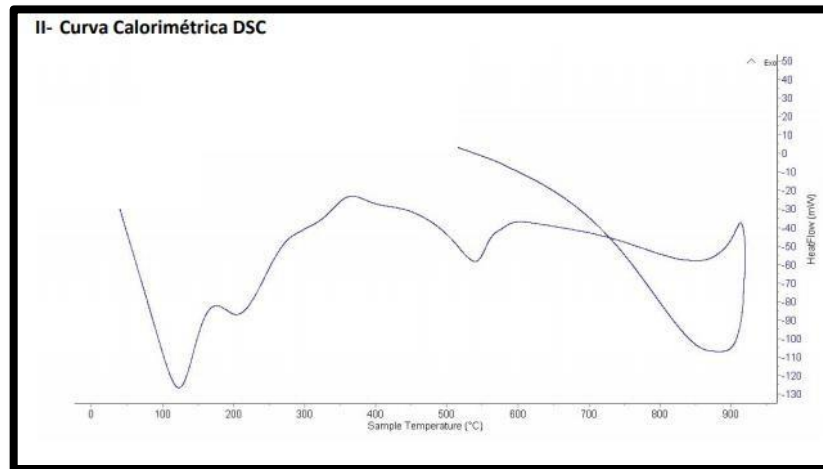
## ARCILLA

figura 15 curva de pérdida de masa- análisis termo gravimétrico de la arcilla



Fuente: Laboratorios de la UNT

figura 16 curva calorimétrica- análisis termo gravimétrico de la arcilla



Fuente: Laboratorios de la UNT

## 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 – 850 °C.
- Masa de muestra analizada: 47.3 mg.

**Resultados Del Análisis De Composición Química Por Medio De Fluorescencia  
De Rayos X Del Polvo De Residuos De Café**

Tabla 10 Fluorescencia de residuos de cafe

<b>ELEMENT</b>	<b>CONCENTRACIÓN %</b>	<b>NORMALIZADO</b>
<b>O</b>	<b>DE MASA</b>	<b>AL 100%</b>
<b>Al2O3</b>	3.864	5.708
<b>SiO2</b>	1.748	2.582
<b>P2O3</b>	12.453	18.397
<b>SO2</b>	4.602	6.799
<b>ClO2</b>	5.019	7.414
<b>K2O</b>	27.101	40.039
<b>CaO</b>	10.294	15.208
<b>TiO2</b>	0.033	0.049
<b>V2O5</b>	0.005	0.008
<b>Cr2O3</b>	0.018	0.027
<b>MnO</b>	0.316	0.467
<b>Fe2O3</b>	0.633	0.995
<b>Co3O4</b>	0.005	0.007
<b>Ni2O3</b>	0.009	0.013
<b>CuO</b>	0.170	0.251
<b>ZnO</b>	1.340	1.579
<b>BrO2</b>	0.011	0.016
<b>Rb2O</b>	0.015	0.023
<b>SrO</b>	0.048	0.072
<b>Y2O3</b>	0.003	0.003
<b>Total</b>	<b>67.687</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Laboratorio de Arqueometría, Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.



**Resultados Del Análisis De Composición Química Por Medio De  
Fluorescencia De Rayos X Del Polvo De Arcilla Caolinita**

Tabla 11 Fluorescencia de la arcilla

<b>ELEMENT</b>	<b>CONCENTRACIÓN %</b>	<b>NORMALIZADO</b>
<b>O</b>	<b>DE MASA</b>	<b>AL 100%</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	9.477	11.010
<b>SiO<sub>2</sub></b>	54.647	63.486
<b>P<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2.200	2.555
<b>K<sub>2</sub>O</b>	2.645	3.073
<b>CaO</b>	8.092	9.401
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1.124	1.306
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.045	0.053
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.009	0.011
<b>MnO</b>	0.203	0.235
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	7.457	8.663
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.011	0.013
<b>CuO</b>	0.012	0.014
<b>ZnO</b>	0.022	0.026
<b>SrO</b>	0.031	0.036
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.006	0.007
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	0.027	0.031
<b>BaO</b>	0.069	0.080
<b>Total</b>	86.077	100.00

**Fuente:** Laboratorio de Arqueometría, Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

**Resultados Del Análisis De Composición Química Por Medio De  
Fluorescencia De Rayos X Del Híbrido**

Tabla 12 Fluorescencia del híbrido

<b>ELEMENT</b>	<b>CONCENTRACIÓN % DE</b>	<b>NORMALIZADO AL</b>
<b>O</b>	<b>MASA</b>	<b>100%</b>
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	11.218	22.239
<b>SiO<sub>2</sub></b>	18.289	36.257
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	3.121	6.187
<b>SO<sub>2</sub></b>	2.034	4.032
<b>ClO<sub>2</sub></b>	0.525	1.040
<b>K<sub>2</sub>O</b>	6.359	12.606
<b>CaO</b>	5.184	10.276
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0.391	0.774
<b>V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0.024	0.047
<b>MnO</b>	0.114	0.227
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	2.864	5.677
<b>Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.007	0.015
<b>CuO</b>	0.045	0.090
<b>ZnO</b>	0.136	0.270
<b>SrO</b>	0.018	0.036
<b>Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.004	0.007
<b>ZrO<sub>2</sub></b>	0.010	0.020
<b>BaO</b>	0.096	0.193
<b>Total</b>	50.444	100.00

**Fuente:** Laboratorio de Arqueometría, Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

## Resultados del potencial de hidrogeno (Ph)

Tabla 13 Potencial de hidrogeno (Ph)

Muestras	Ensayo Ph
arcilla	7.92
Residuos de café	11.08
Arcilla + residuos de café	10.59
Agua tratada con arcilla	4.60
Agua tratada +CAFÉ+ARCILLA	4.48
Agua tratada con café	3.94
Agua patron	3.87

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, COLECBI (02/10/2018)

## Resultados del Nivel de plomo (mg/l) en las muestras:

Tabla 14 Resultados del Nivel de plomo (mg/l) en las muestras

Plomo	0.05mg/L café	0.025mg/L arcilla	Café+arcilla
patrón	0.0788	0.0788	0.0788
Resultados	0.0323	0.0283	0.0141

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 155: Plomo en el agua según dosificaciones de café y arcilla en diferentes momentos. Rio Santa, Ticapampa.

Tratamiento	Momento		Diferencia
	Antes	Después	
Café (0.05mg/L)	0,0788	0,0323	0,0465
Arcilla (0.025mg/L)	0,0788	0,0283	0,0505
Café + Arcilla (mg/L)	0,0788	0,0141	0,0647
Media	0,0788	0,0249	0,0539

Fuente: Elaboración propia

$$t = 976,1 \quad p=0.010 \quad p<0.05$$

Después de aplicar la prueba de hipótesis t- Student para muestras relacionadas y  $p<0.05$  podemos decir que la media de las diferencias antes y después de aplicar un tratamiento con café y arcilla es diferente de 0, por lo que podemos indicar que el tratamiento con café y arcilla es efectivo para la disminución de plomo en el agua del río Santa, Ticapampa.

También podemos apreciar que el tratamiento que más se acerca a los límites máximos permisibles es del híbrido (café + arcilla) con 82.10% de remoción (0.0141).

## IV). ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### ÍNDICE DE PLASTICIDAD

La arcilla de Anta-Carhuaz tiene una plasticidad de 15.23 % por lo tanto tenemos una arcilla caolinita, que va a beneficiar a la conformación del compuesto. según el grafico de Kols and Kovash citado en Casagrande en (1948).

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	
LL	39.87%
<b>LIMITE PLASTICO</b>	
LP	24.64%
<b>INDICE PLASTICIDAD</b>	
IP	15.23%

### ANALISIS TÉRMICO DIFERENCIAL (ATD)

Para definir el tiempo y grado de calcinación de los residuos de café y arcilla se realizó el análisis térmico diferencial y térmico gravimétrico . Optando por la activación térmica a 540° la arcilla y 390° el café durante el tiempo de 1 hora y media porque a esta temperatura ocurre un cambio o alteración en los componentes de la arcilla dando paso a los óxidos.

### FLUORESCENCIA

Analizando los residuos de café por el ensayo de fluorescencia de rayos x se encontró que tiene un alto contenido de K<sub>2</sub>O(40%), P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (18.39%) y de CaO (15.20%) y ClO(7.41%).En la arcilla se encontró que tiene un alto contenido de SiO<sub>2</sub>(63.48%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(11.01%), CaO (9.40%) .

En la combinación del café+ arcilla se encontró que tiene un alto contenido de SiO<sub>2</sub> (36.25%) , K<sub>2</sub>O(12.60%) ,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(22.23%) y CaO(10.27%).Esto más el Ph que es acido en los tres 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.

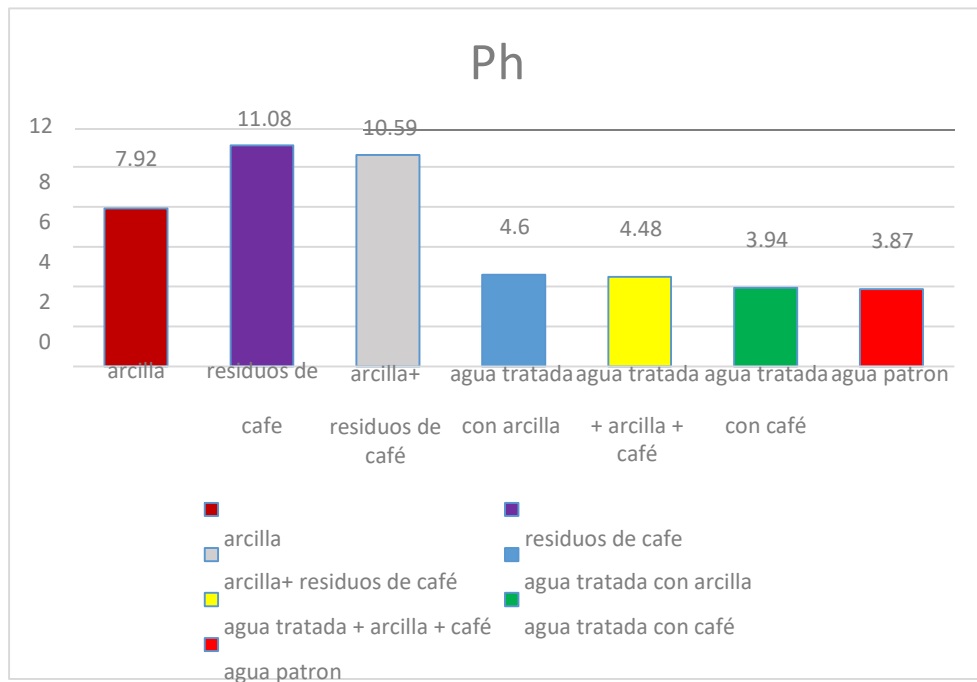
- **Potencial de Hidrogeno (pH):**

Tabla 16 Niveles de pH en muestras Patrón y experimental

Muestras	Ensayo Ph
arcilla	7.92
Residuos de café	11.08
Arcilla + residuos de café	10.59
Agua tratada con arcilla	4.60
Agua tratada +CAFÉ+ARCILLA	4.48
Agua tratada con café	3.94
Agua patron	3.87

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, COLECBI (02/10/2018)

figura 17 Niveles de pH en muestras Patrón y experimental



Fuente: Elaboración Propia

Observamos que los niveles de pH del material arcilla(7.92) , residuos de cafe(11.08) y cafe + arcilla(10.59) pasan los límites de potencial hidrógeno (7 neutro) , por lo tanto tenemos un material con pH alcalino.

El agua patron ,que tiene un pH ácido (3.87), a pesar de ser tratada con material con pH alcalino , no llegó a los Imp de potencial de hidrogeno del agua, presentando un pH ácido en sus 3 tratamientos ( agua tratada con arcilla, arcilla +café y café) .

**Plomo (Pb):**

Tabla 17 Plomo Total en muestra patron

<b>Plomo</b>	<b>M1</b>
<b>Patrón</b>	0,0788

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad, COLECBI (02/10/2018)

Con este resultado podemos observar que el nivel de plomo supera un 688% el estándar de calidad ambiental con una cantidad máxima de 0,0788 mg P/L, ya que el dado para aguas superficiales para producción de agua potable es 0,01 mg Pb/L como indica Minam(2015) y segun el ECA.

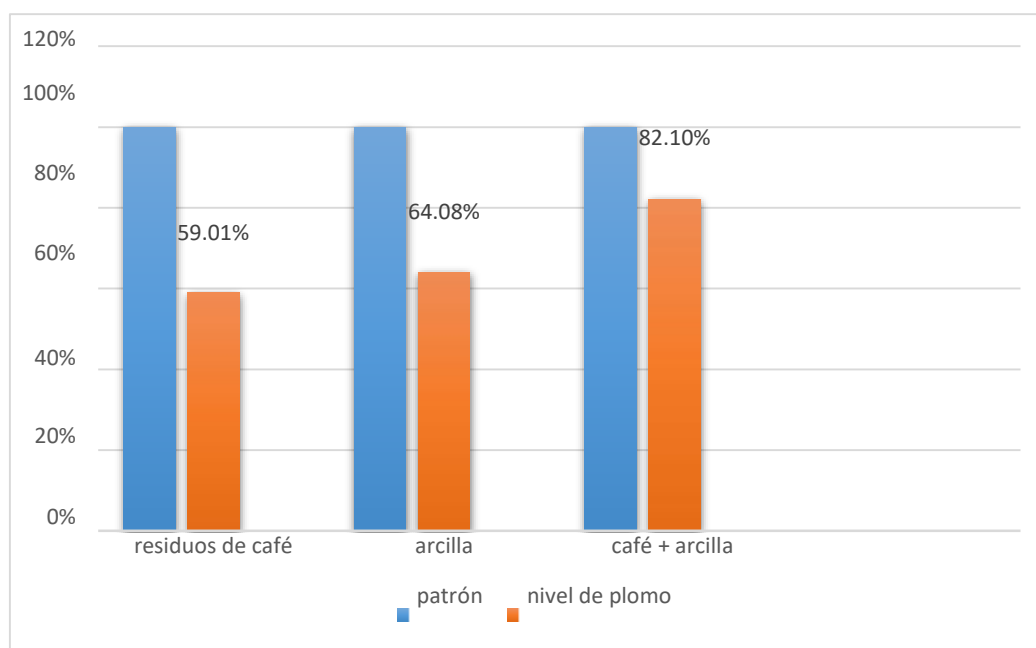
- **Nivel de remoción de plomo (mg/l) en las muestras :**

Tabla 18 Plomo Total en muestras experimentales.

<b>Plomo</b>	<b>0.05mg/L café</b>	<b>0.025mg/L arcilla</b>	<b>Café+arcilla</b>
<b>patrón</b>	0.0788	0.0788	0.0788
<b>Resultados</b>	0.0323	0.0283	0.0141

Fuente: Elaboración Propia

figura 18 Nivel de remoción de plomo (mg/l) en las muestras



Fuente: Elaboración Propia

En la figura N° 18 podemos observar que la capacidad de remoción de plomo por arcilla(0.0284) es mayor que la de Cafe(0.0323) apesar que la dosificacion es menor.La más alta capacidad de remoción se observó en el hibrido (cafe + arcillar) con resultado 0.0141 mg pb/L, este es un resultado prometedor en el tema de la remoción de plomo.

Por el método de la prueba de jarras a 100rpm durante 2min y a 50rpm durante 15 min dejándolo reposar 15min, se removió el plomo en un 59.01% (0.0323) para el compuesto de cafe en la proporción de 0.050 mg/L con respecto a la muestra patrón de (0.0788). Para el componente en la proporción de arcilla 0.025 mg/L removió el plomo en un 64.08% con respecto a la muestra patrón. Mientras que para el componente en la proporción de arcilla 0.050 mg/l +cafe 0.025mg/l removio el plomo en un 82.10% con respecto a la muestra patrón.



## I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- La arcilla de Anta-Carhuaz es de tipo caolinita ,alcanzó su activación a 540 °C .
- La temperatura de calcinacion para activar la arcilla es de 540 °C durante el tiempo de 120 minutos, mientras que los residuos de cafe alcanzó su activación a 390 °C durante el tiempo de 120 minutos.
- La arcilla activada a 540° contiene un 63.48% de oxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) que nos ayuda a remover el plomo.

Los residuos de café activado A 390 °C contienen un 40.039% de óxido de potasio( K<sub>2</sub>O), el cual reacciona rigurosamente y térmicamente en el agua produciendo Hidroxido de potasio (KOH) el cual ataca metales como zinc, aluminio y plomo .

- El agua patrón muestra un pH ácido el cual aumento 1.8%(50mg/L cafe) , 15.76 % (Arcilla + Cafe) y 18.86% (25mg/L arcilla), ya que el pH del agua patron excede los limites maximos permisibles segun Eca para el pH en agua para consumo humano .
- La mayor remoción de plomo se dio con el híbrido ( cafe 0.050 mg/L + arcilla 0.025 mg/L ) con un resultado de 82.10% de remocion de plomo con respecto a la muestra patrón), además de cumplir con el estándar de calidad en agua.

✓ **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda utilizar la arcilla de Anta Carhuaz por su alto contenido de silicio , de igual manera con los residuos de cafe .
- Tomar en cuenta la temperatura del agua en el momento de realizar el ensayo, ya que el pH varía con la temperatura del agua segun el Club de Ciencias “Leonardo Da Vinci” Departamento de Investigación y Desarrollo (1994).
- Estabilizar el ph del agua patrón según los estándares del ECA, antes de proceder con la remoción de plomo y asi obtener un agua 100% potable para consumo humano.
- Investigar con otras proporciones el compuesto , para ver su efectividad si reduce aun más el plomo.
- El híbrido( café + arcilla) es un candidato potencial para la remocion, por ello se recomienda investigar sobre la capacidad de reutilización y adsorcion de otros metales aparte del plomo .

## **VI). AGRADECIMIENTOS**

- A Dios por brindarme la fortaleza de luchar para salir adelante y continuar con mucha fe hacia mis objetivos académicos.
- Al Ing Rigoberto Cerna Chávez por su paciencia y por brindarme sus conocimientos que han sido fundamentales para mi formación como investigador y perseverancia para mejores resultados.
- A mis padres por haberme forjado la persona que soy en la actualidad, por brindarme su apoyo incondicional y darme los mejores consejos.
- A todos nuestros docentes de la carrera de Ing. Civil que nos enseñaron tanto de la profesión.

## **VII). REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

### **LIBRO**

Asif Z. et al., (2012): La eliminación de plomo del agua potable usando la cáscara de arroz. Canadá

Sowers, et al. (1979): Grado de plasticidad del suelo.

Stewart Lee Allen (2003): escribe una detallada historia del consumo de café a nivel mundial y su impacto social.

Ana Isan (2018): Maneras de utilizar los restos de café en el jardín.

Mayolo (2012): Principios básicos de la cromatografía de intercambio iónico

Juan M. (2013) : Laboratorio de acueductos

### **TESIS**

Alcántara, E. B. (2011). Adsorción de metales pesados en residuos de café modificados químicamente . universitaria.

Araujo, L. K. (2016). Bioadsorción de cromo con borra de café en efluentes de una industria curtiembre local. Lima.

BUSTAMENTE E.(2011), De la universidad autónoma de nuevo león en su investigación: “adsorción de metales en residuos de café modificados químicamente”

Guzman-Dávila et al. (2012), Adsorción de plomo, cobre y cadmio sobre residuos sólidos de café en sistemas por lotes y continuos presentes en soluciones acuosas.

Chávez D. (2018) Remocion de plomo en el rio santa ticapampa utilizando 50mg/l de residuos de cafe .

Lozano, P. J. (2017). Remocion de arsenico en el rio tablachaca 3 utilizando 35 y 40 mg/l de mucilago de tuna. chimbote.

Ravanal, M. J. (2017) estudio del efecto de la arcilla caolinita en la velocidad de sedimentación y yield stress empleando floculante anionico y cationico en pulpas de cuarzo”

Daza, F. A. (2013). Borra de café como material adsorbente para la remoción de cromo. bogota.

George, CM, Sima, L., Jahuir, MH, Mihalic, J., Cabrera, L., Danz, D., Checkley, W. y Gilman, R., 2014)

Gonzales, G, Zevallos, A., Gonzales-Castañeda, C., Nuñez, D., Gastañaga C., C. Cabezas, Naeh L., Levy K., Steenland K., 2014)”.

## **SITIOS WEB**

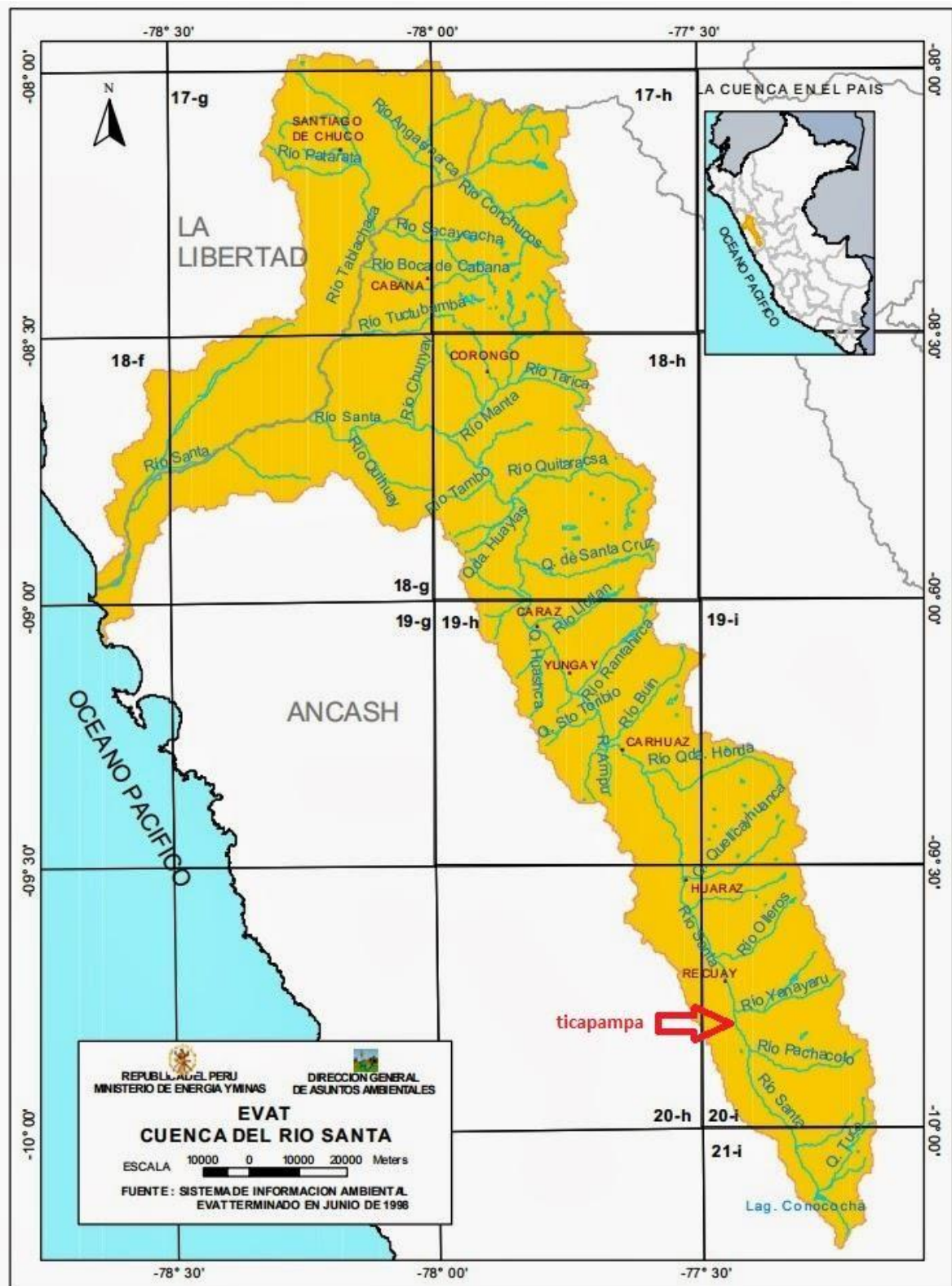
*edithsikeceballos5*. (6 de JULIO de 2015). Obtenido de <https://edithsikeceballos5.wordpress.com/2015/07/16/enfermedades-producidas-por-el-plomo/>

*salud y medicinas*. (5 de Enero de 2017). Obtenido de <http://www.saludymedicinas.com.mx/centros-de-salud/salud-mental/articulos-relacionados/intoxicacion-por-plomo-mas-que-sangre-pesada.htm>

Reacciones electroquímicas modelo en la interfaz líquido iónico-electrodo monocristalino de platino- Jorge Calderón Gutiérrez (presid.), Emilia Morallón (secret.), William Hernando Lizcano Valbuena (voc.), Mario V. Vázquez (voc.), Jorge Enrique Thomas (voc.).  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=67293>

## 12. APÉNDICES Y ANEXOS

-Ubicación del Rio Santa en Ticapampa



Fuente: Elaboración propia

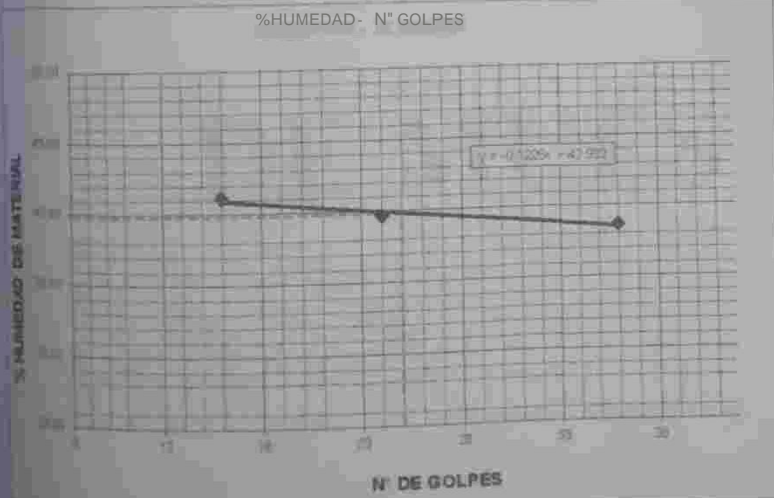
**ENSAYO DE  
LOS LIMITES  
DE ATTERBERG**



**LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO**  
(MTC E-110, E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T89, T90)

SOLICITA : CHASQUIBOL CHAVEZ DIEGO ANTONI  
 TESIS : REMOCION DE PLOMO UTILIZANDO 25 mg/L DE ARCILLA Y 60 mg/L DE RESIDUOS  
 MATERIAL : ARCILLA  
 LUGAR : ANTA-CARHUAZ-ANCASH  
 FECHA : 14-01-2019  
 PROF(U) : 030

Nº DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	50.90	54.90	53.70	31.70	32.70	32.20
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	44.10	47.00	45.80	30.80	31.50	31.10
PESO DE LA TARA (gr.)	26.50	27.10	26.80	26.00	26.90	26.50
PESO DEL AGUA (gr.)	6.80	7.90	7.90	1.10	1.20	1.10
PESO SUELO SECO (gr.)	17.60	19.90	19.20	4.60	4.60	4.80
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	38.64	39.70	41.15	23.91	26.09	23.91
Nº. DE GOLPES	38	24	16	24.64		



LIMITE LIQUIDO	
(MTC E-110, ASTM D-4318 y AASHTO T89)	
LL : %	39.87

LIMITE PLASTICO	
(MTC E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T90)	
LP : %	24.64

INDICE DE PLASTICIDAD	
ASTM D-438	
IP : %	N.P



**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE



# **CALCINANCION DE MUESTRAS**



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CHASQUIBOLO CHAVEZ DIEGO ANTONI  
ASUNTO : Calcinación de Muestras  
FECHA DE RECEPCIÓN : 18/12/18  
FECHA DE ENTREGA : 19/12/18

Descripción	Proceso	Temperatura	Tiempo	Peso	Peso final
		Temperatura (°C)		inicial (gr)	
Arcilla	Calcinación	540	120 min	400	351
Arcilla	Calcinación	540		400	354

Chimbote, 14 de enero de 2019



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

*Jorge Manríquez Reyes*  
Ing. Jorge Manríquez Reyes



ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : CHASQUIBOL CHAVEZ DIEGO ANTONI

ASUNTO : Calcinación de Muestras

FECHA DE RECEPCIÓN : 17/12/18

FECHA DE ENTREGA : 18/12/18

Descripción	Proceso Proceso	Temperatura Temperatura (°C) (°C)	Tiempo Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Ceniza de café	Calcinación Calcinación	390 390	120 min 120 min	400	74

Chimbote, 14 de enero de  
Chimbote, 14 de enero de 2019



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes  
JEFE

# **ENSAYO DE ATD**

Trujillo, 21 de mayo del 2018

**INFORME N° 147 - MAY-18**

Solicitante: Chasquibol Chávez D. - Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

**1. MUESTRA: Residuo de café (1.0 gr)**

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	RC-147 MA	19.8 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: 19.8 mg

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

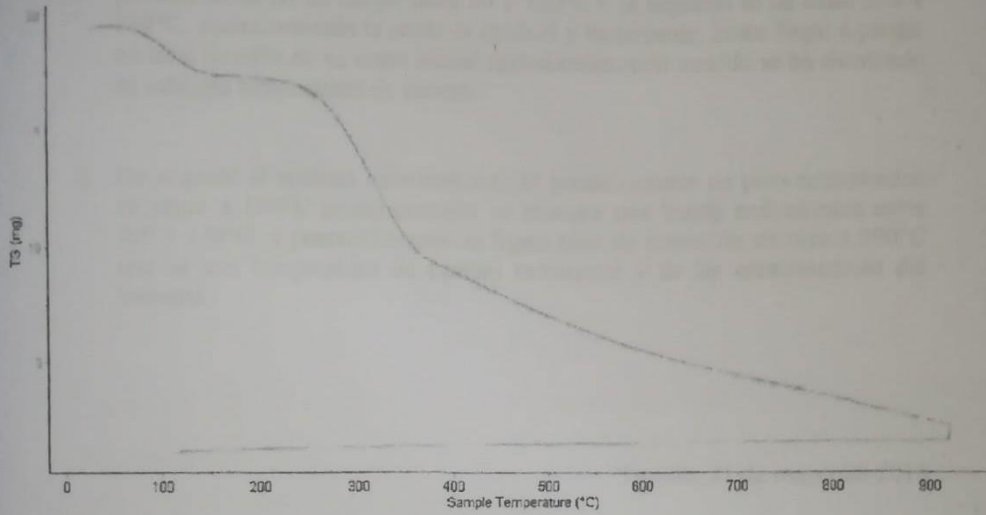


Trujillo, 21 de mayo del 2018

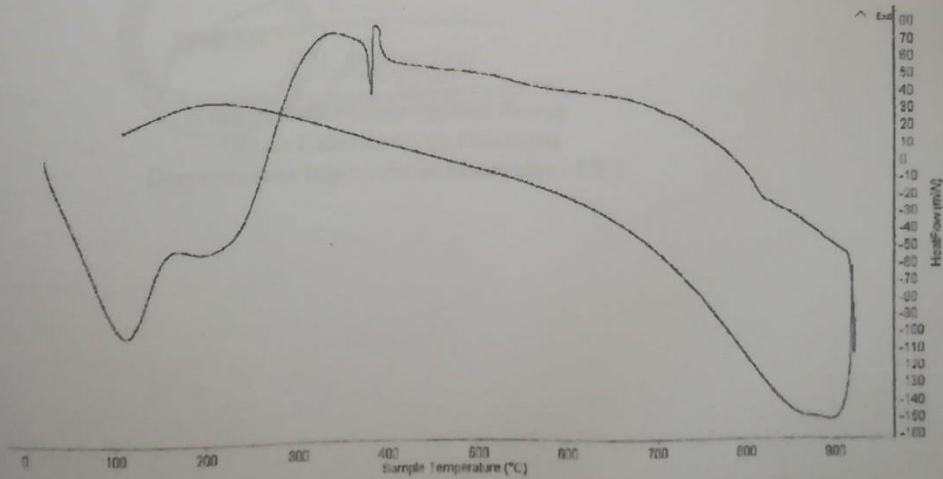
INFORME N° 147 - MAY-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Trujillo, 21 de mayo del 2018

INFORME N° 147 - MAY-18

5. CONCLUSION:

1. Según el IRI6161, Termografía - IIW11tra da la masa, la primera da en la ranao entre 20 y 120°C y la di entre 250 y 300°C. posteriormente la caída de la temperatura y la temperatura total de 68% de su muestra inicialmente CUIDO a la temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede observar un pico en torno a 100°C posteriormente se muestra una pérdida de peso entre 200 y 250°C, y posteriormente un ligero pico de absorción de calor que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.

Trujillo, 21 de mayo del 2011

  
  
Ugo Daniel Mesias Chayez Novoa  
Jefe de laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

Trujillo, 13 de Diciembre del 2018

**INFORME N° 258 - DIC-18**

Solicitante: Diego Antoni Chasquibol Chávez, - Universidad San Pedro  
RUC/DNI: .....  
Supervisor: .....

**1. MUESTRA: Arcilla (1.0 gr)**

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	A-258D	47.3 mg	Antahuaraz

**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 - 850 °C.
- Masa de muestra analizada: 47.3 mg.

**Jefe de Laboratorio:**  
**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa  
Ing. Danny Chávez Novoa

*Danny M. Chávez Novoa*  
DANNY M. CHÁVEZ NOVOA  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953



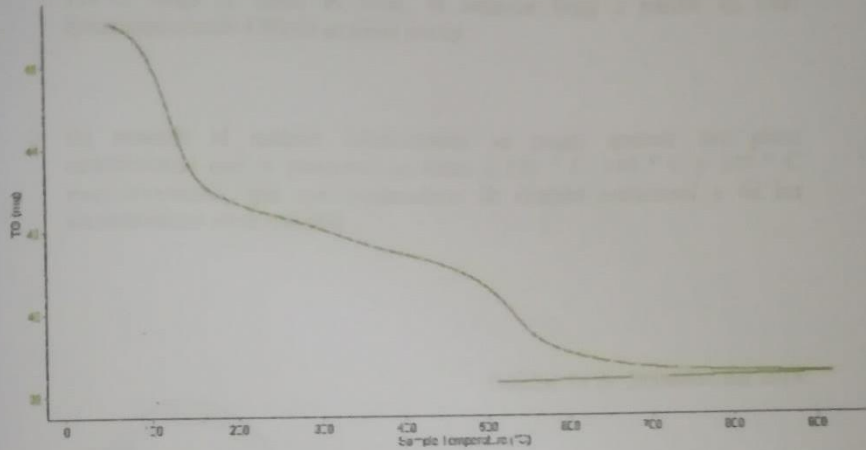


Trujillo, 13 de Diciembre del 2018

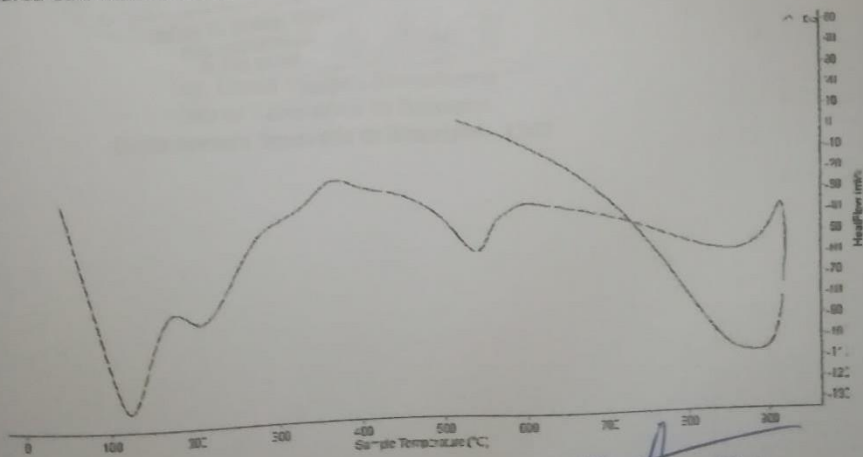
INFORME N° 258 - DIC-18

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC



Darvy M. Chávez Novic  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 13 de Diciembre del 2018

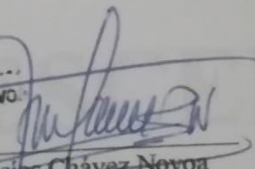
INFORME N° 258 - DIC-18

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se puede observar dos caída de la masa del material, la primera se da entre 75 y 130°C y la segunda se da entre 470 y 570°C, luego la caída es lenta, el material llega a perder en total aproximadamente 13% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar tres picos endotérmicos que se presentan en torno a 120 ° C, 210 ° C y 540 ° C respectivamente, que son temperaturas de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 13 de diciembre del 2018



  
DANNY M. CHÁVEZ NOVOA  
ING. MATERIALES  
R. CIP 84953  
Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

**ENSAYO**  
**DE**  
**FLUORESCENCIA**

Informe N° LAQ/2011

Análisis de cenizas de residuos de café por FRXDE

Se analizó por fluorescencia de rayos-X el residuo de café a pedido del Sr. Carlos Quispe de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, vez, Diego Amtoal, alumno de la y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Remoción de Plomo en el Río Santa Yacampa Utilizando 25 g de arcilla y 50 mg de Cenizas de Residuos de Café."

La muestra está en forma de grano fino de color gris.

#### 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 10  $\mu$ 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 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 7970 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 dependen 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 energías de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se emiten por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE presentan el siguiente comportamiento principal:  $\propto 1/E$

El espectro continuo que es consecuencia de la radiación continua de la fuente, un espectro discreto producido por la radiación de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de oro.

Los rayos-X característicos emitidos por la muestra de oro a los elementos que contiene.

La interferencia 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 cenizas de residuos de café. La línea roja muestra 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 puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el ambiente. En general, cada pico identifica un elemento químico, como Si y As (sucesivamente) que se detectan a la izquierda con el pico de Al. El pico de Al aumenta el número atómico del elemento y la intensidad del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados de esta muestra-LIS concnncnclal. Los datos están dados en % de la masa formada en un proceso de calcinación. La muestra contiene óxido de calcio.

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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

menor que 100%. Es probable que la muestra está constituida en parte por compuestos de Na y/o que ella misma no puede ser y/o diferentes de óxidos. y/o hay una falta de calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de residuos de café en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.864	5.708
SiO <sub>2</sub>	1.748	2.582
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.453	18.397
SO <sub>2</sub>	4.602	6.799
CO <sub>2</sub>	5.019	7.414
K <sub>2</sub> O	27.101	40.039
CaO	10.294	15.208
TiO <sub>2</sub>	0.033	0.049
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.005	0.007
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.005	0.008
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	0.027
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.018	0.027
MnO	0.316	0.467
MnO	0.316	0.467
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.633	0.995
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.633	0.995
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.007	0.009
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0.007	0.009
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.009	0.013
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.013	0.019
CuO	0.170	0.251
CeO	1.340	1.979
ZnO	0.040	0.059
BrO <sub>2</sub>	0.015	0.022
Rb <sub>2</sub> O	0.011	0.016
BrO <sub>2</sub>	0.011	0.016
SrO	0.048	0.072
SrO	0.015	0.023
UO <sub>2</sub>	0.003	0.004
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
S-O	87.687	100.00
Total		100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

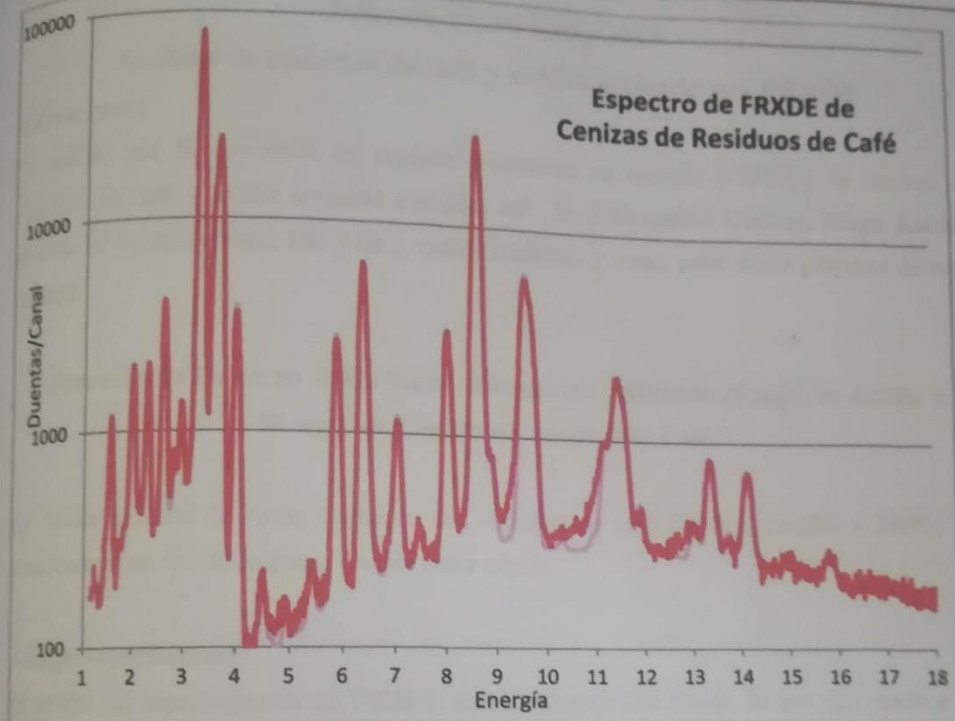


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de residuos de café en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 20 de diciembre del 2018



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°210-LAQ/2018

Análisis de residuos de café y arcilla activada por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de cenizas de residuos de café y arcilla activada a pedido del Sr. Chasquibol Chávez, Diego Antoni, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Remoción de Plomo en el Río Santa -Ticapampa Utilizando 25 mg/L de Arcilla y 50 mg/L de Cenizas de Residuos de Café.”

La arcilla procede de Anta, Cuzco. Los residuos de café fueron activados a 300°C. La muestra está en forma de grano fino de color negro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 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 6920 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 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 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 residuos de café y 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



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

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

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es bastante menor que 100%, lo cual implica la presencia de materiales orgánicos remanentes del tratamiento térmico. 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 residuos de café y arcilla activada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.218	22,239
SiO <sub>2</sub>	18,289	36.257
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.121	6.187
SO <sub>2</sub>	2.034	4.032
ClO <sub>2</sub>	0.525	1.040
K <sub>2</sub> O	6.359	12.606
CaO	5.184	10.276
TiO <sub>2</sub>	0.391	0.774
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.024	0.047
MnO	0.114	0.227
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.864	5.677
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.015
CuO	0.045	0.090
ZnO	0.136	0.270
SrO	0.018	0.036
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.007
ZrO <sub>2</sub>	0.010	0.020
BaO	0.096	0.193
Totales	50.444	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

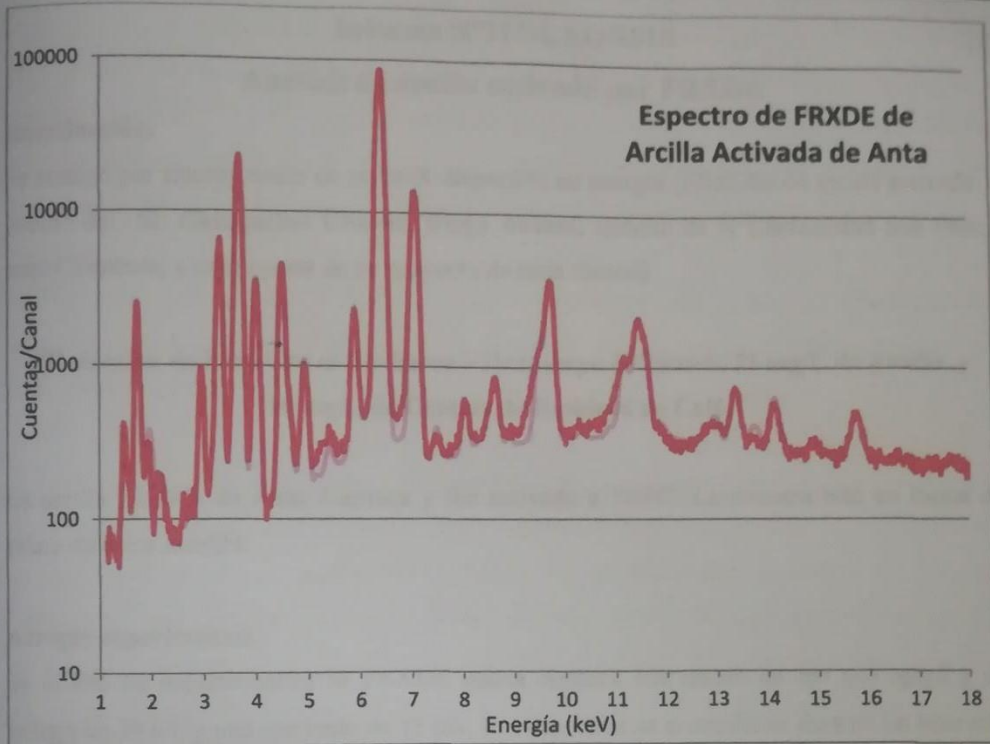


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla activada de Anta en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 20 de diciembre del 2018



Informe N9211-LAQI20t1

### Análisis de arcilla activada por FRXDE

#### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de arcilla activada a pedido del Sr. Chusquilbol Chávez, Diep Alitoal, alumno de la Universidad S... Pedro, Heda Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**"Remoción de Plomo en el Río Santa -Ticapampa Utilizando 2S III&fL ele Ardlla y 50 mg/L de Cenizas de Residuos de Cafè."**

La arcilla procede de Anta, Carhuaz y fue activada a 5400C. La muestra esli en forma de grano 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 15 µA. 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 7490 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 el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite una distribución continua de 0 a 30 keV, y contiene par... energéticos. Como L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo



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

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

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 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 arcilla activada de Anta. 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 litio, 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



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

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

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es bastante 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 de Anta en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
$Al_2O_3$	9.477	11.010
$SiO_2$	54.647	63.486
$P_2O_5$	2.200	2.555
$K_2O$	2.645	3.078
$CaO$	8.092	9.401
$TiO_2$	1.124	1.308
$V_2O_5$	0.045	0.053
$Cr_2O_3$	0.009	0.011
$MnO$	0.203	0.235
$Fe_2O_3$	7.457	8.668
$Ni_2O_3$	0.011	0.013
$CuO$	0.012	0.014
$ZnO$	0.022	0.026
$SrO$	0.031	0.036
$Y_2O_3$	0.006	0.007
$ZrO_2$	0.027	0.031
$BaO$	0.069	0.080
Total	86.077	100.00



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

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

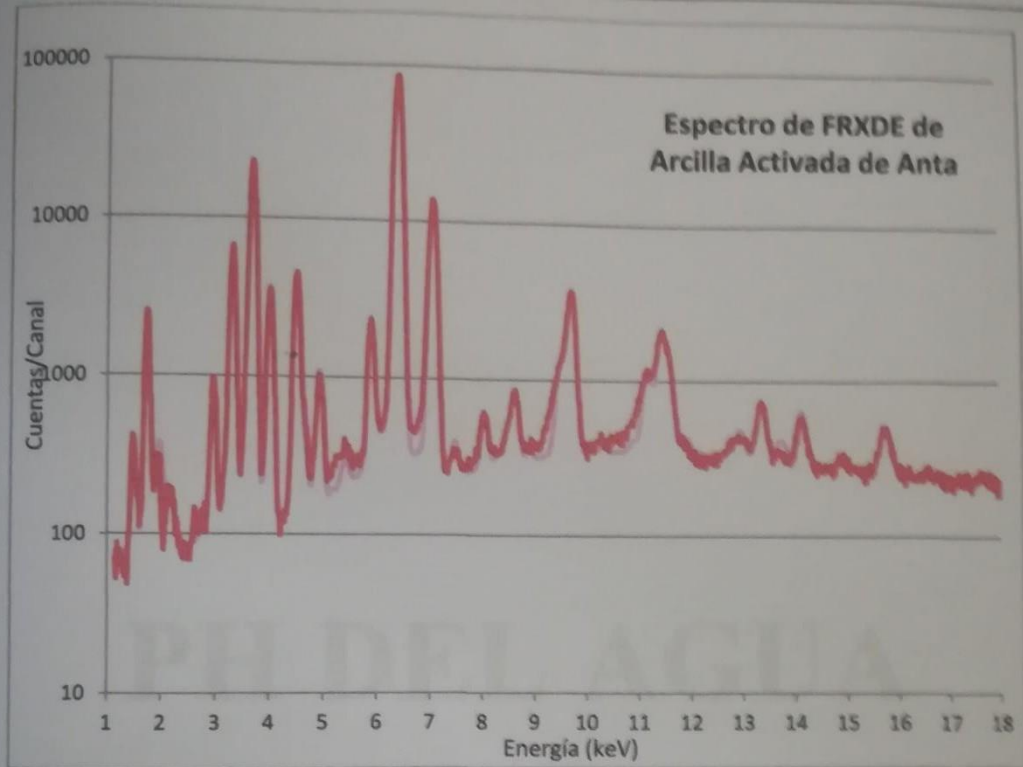


Figura 1. Espectro de FRXDE de arcilla activada de Anta en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 20 de diciembre del 2018



# **PH DEL AGUA**



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° 20190308-008**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : CHASQUIBOL CHAVEZ DIEGO ANTONI  
DIRECCIÓN : Miraflores Alto Mz. 35 Lote 24 Chimbote.  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 07 muestras.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno cerrada.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2019-03-08  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2019-03-08  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2019-03-08  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 190308-5

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
ARCILLA	7,92
RESIDUOS DE CAFÉ	11,08
ARCILLA + RESIDUOS DE CAFÉ	10,59
AGUA TRATADA CON ARCILLA	4,60
AGUA TRATADA + CAFÉ + ARCILLA	4,48
AGUA TRATADA CON CAFÉ	3,94
AGUA PATRON	3,87

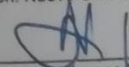
**METODOLOGÍA EMPLEADA**

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

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 09 del 2019.  
GVR/ms

  
A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 328  
COLECBI S.A.C.

# **ENSAYO DE REMOCIÓN**

## INFORME DE ENSAYO

IE0319006

### Identificación del Cliente

Cliente: DIEGO CHASQUIBOL CHAVEZ Dirección: MIRAFLORES ALTO PSJE. FATIMA #187  
 Trabajo solicitado por: DIEGO CHASQUIBOL CHAVEZ email: [diego\\_back\\_only@hotmail.com](mailto:diego_back_only@hotmail.com)  
 Teléfono: 960681028 Fax: -

### Identificación de la Muestra

Descripción del Punto de muestreo o procedencia: SIMPLE 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 PLOMO,  
 Tipo de toma de muestra: MANUAL DEBEN SER PRESERVADAS CON  $\text{HNO}_3$  A  $\text{pH} < 2$ .  
 Responsable del muestreo: DIEGO CHASQUIBOL CHAVEZ (CLIENTE EXTERNO)

### Identificación de la Muestra por el Laboratorio

Recepción de la muestra:	07 DE MARZO 2019	Inicio de Análisis:	10	MARZO	2019
Responsable de la recepción:	YESENIA CASTELLANOS GARCIA	Fin de Análisis:	14	MARZO	2019
Número de Orden de Trabajo:	OT0319006	Emisión del Informe:	15	MARZO	2019
Tipo de ensayos realizados:	FISICOQUIMICOS	Condición ambiental del ensayo:	Temp.	24.6	$^{\circ}\text{C}$
			Hume.rel.	51	%

Descripción del estado de la muestra a la recepción en LCC:

LAS MUESTRA LLEGARÓN EN CUATRO FRASCOS DE PLÁSTICO DE 500 mL. SIN PRESERVAR Y SIN REFRIGERAR.

### Objeto de petición de los ensayos

Tipo de Ensayo

Norma de Referencia

PLOMO  
 SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3111 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry. Direct Air-Acetylene Flame Method



## INFORME DE ENSAYO

IE0319006

### RESULTADOS ANALÍTICOS

#### ENSAYOS FISCOQUÍMICOS:

Código Cliente	PATRON	0.050mg/L café	0.025 mg/L arcilla	café (0.050)+arcilla (0.025)		
Código Laboratorio	0319006.001	0319006.002	0319006.003	0319006.004		
Tipo de Matriz	AS	ADP	ADP	ADP		
Descripción	RIO SANTA TICAPAMPA	RIO SANTA TICAPAMPA	RIO SANTA TICAPAMPA	RIO SANTA TICAPAMPA		
Fecha de muestreo	06/03/2019	06/03/2019	06/03/2019	06/03/2019		
Hora de muestreo	14:00	14:00	14:00	14:00		
Temperatura de muestreo (°C)	Ambiental		Agua			
	-	-	-	-		
	-	-	-	-		
Ensayo de Laboratorio	Unidad	LDM	Resultados			
PLOMO	mg Pb/L	0.005	0.0788	0.0323	0.0283	0.0141

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.

## ANEXO

### PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 19 Recolectando la broza de café en la cafetería en el mercado modelo Chimbote



Figura 20 Secado de los residuos de café



Figura 21 Imagen del lugar de extracción de arcilla



Figura 22 Recolección de la arcilla en Anta-Carhuaz



## Recolección de las muestras del agua del Rio Santa-Ticapampa

Figura 23: Coordenadas del lugar donde se extrajo el agua



Figura 24: Imagen del Rio Santa - Ticapampa

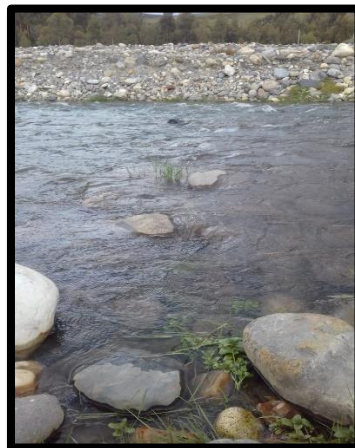


Figura 25: Punto de extracción del agua en el Rio Santa-Ticampa





Figura 26: Extracción de agua en el Rio Santa-Ticapampa



Figura 27: Implementos para llevar el agua al laboratorio



### Proceso para lavar la arcilla

Figura 28: Lavado de arcilla con tela organza



Figura 29: Imagen de la Arcilla en reposo



Figura 30: Imagen de la arcilla en reposo cubierta con la tela organza



Figura 31: Arcilla en reposo 24h después



Figura 32 Extracción del agua con una manguera



Figura 33 Extracción del agua con una jeringa



Figura 34 Secado de la Arcilla cubierta con tela organza



Figura 35 Secado de arcilla



Figura 36 Imagen de la colocación de la arcilla seca en una bolsa hermética



ENSAYOS DE LABORATORIO

Figura 37 análisis granulométrico



c

Figura 38 Límite líquido con la copa de Casagrande



Figura 39 Límite Plástico



Figura 40 Calcinación de los residuos de café



Figura 41 Calcinación de la arcilla



Figura 42 Arcilla calcinada a 540°C



Figura 43 Residuos de café calcinado a 390°C



Figura 44 En esta imagen apreciamos el peso de la arcilla para realizar el ATD en la UNT y Fluorescencia en la UNMSM



Figura 45 En esta imagen apreciamos el peso de los residuos de café para realizar el ATD en la UNT y Fluorescencia en la UNMSM



Figura 46 Ensayo de fluorescencia en la UNMSM





Figura 47: En esta imagen apreciamos el peso 0.025 mg de arcilla para la Prueba de jarras.



Figura 48: En esta imagen apreciamos el peso de 0.050 mg de café para la Prueba de jarras.



Figura 49: En esta podemos observar las 3 jarras con los materiales respectivos.



Figura 50: Imagen con los materiales en el agua.



Figura 51: Imagen de los materiales disolviéndose en Rpm con el agua.

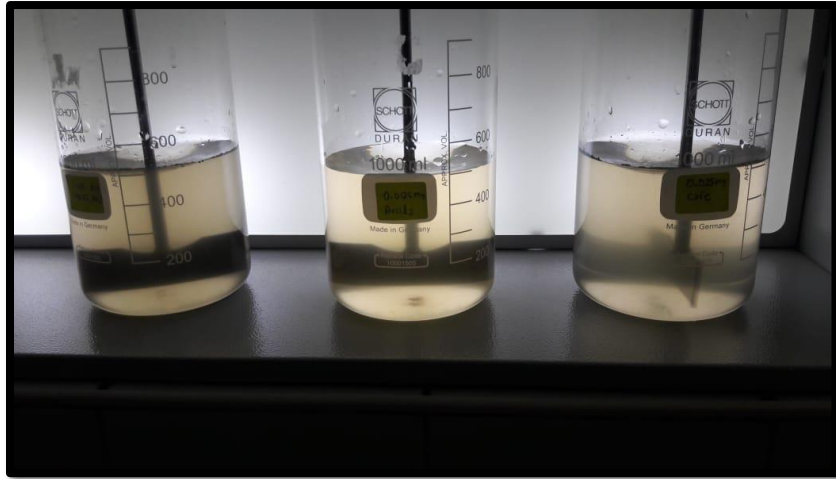


Figura 52: Vertiendo el agua tratada en una botella esterilizada.



Figura 53: Llevamos el agua tratada al laboratorio de Sedalib.

