

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Remediación del pH en la laguna Los Ángeles usando arcilla y  
concha de abanico.**

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

**Autor**

Valderrama Meza, Harlin Haydin

**Asesor**

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermín

Chimbote – Perú

2018

**PALABRAS CLAVES**

<b>TEMA</b>	<i>TRATAMIENTO AGUA</i>
<b>ESPECIALIDAD</b>	<i>HIDRAULICA</i>

**KEYWORDS**

<b>TOPIC</b>	<i>WATER TREATMENT</i>
<b>SPECIALTY</b>	<i>HYDRAULICS</i>

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

<b>CODIGO</b>	<i>LÍNEA</i>
<b>01.</b>	<i>INGENIERÍA</i>
<b>02.</b>	<i>INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</i>
<b>02.01</b>	<i>INGENIERÍA CIVIL</i>

**Remediación del pH en la laguna Los Ángeles usando arcilla y  
concha de abanico.**

## RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo por objetivo remediar el pH del agua de la laguna Los Angeles ubicada a 4100 m.s.n.m del distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento la Libertad, utilizando el compuesto arcilla-concha de abanico en una dosificación 1:1:1 y 2:1:1 El propósito del proyecto fue elevar el pH y así mejorar la calidad del agua de esta laguna que abastece de agua al distrito de Quiruvilca que cuenta con una población de 8000 habitantes. La metodología de la presente investigación fue aplicada y explicativa, de diseño EXPERIMENTAL. Para poder demostrar que este compuesto arcilla-concha de abanico puede remediar el pH de la laguna Los Angeles, hemos necesitamos tomar pruebas del agua y pruebas de la arcilla y de la concha de abanico en el Laboratorio de la Universidad San Pedro para nuestros ensayos (LIMITES DE ATTERBERG para determinar nuestro limite líquido y limite plástico, pH para determinar el grado de acides del agua, calcinación para activar las propiedades de nuestro compuesto Arcilla – Concha de Abanico) y en la Universidad Nacional de Trujillo (Ensayo del Análisis Térmico Diferencial ATD) para determinar la calcinación de nuestro material. La importancia de esta investigación incipiente fue que prometió una manera ecológica de aprovechamiento del recurso hídrico y que puede estar al alcance de todos. Lo que se quiso lograr es poder presentar esta propuesta, con el fin de poder mejorar la calidad de aguas superficiales, además fue un gran logro para la ampliación de los conocimientos en la ingeniería, ya que se creó un nuevo material natural para remediar el pH del agua. Por la composición de cada material utilizado, el compuesto en hibrido en esferas de 2mm elevó el pH ácido y de esta manera alcalinizó el agua de la laguna los Ángeles - Quiruvilca. Teniendo como pH inicial 5.12 y al aplicarle el hibrido el pH se elevó a 12.42 siendo el valor más resaltante con la proporción 1:1:1.

## ABSTRACT

The objective of the research project was to remedy the pH of the Los Angeles lake, located at 4100 meters above the sea level in the District of Quiruvilca, Province of Santiago de Chuco, Department of La Libertad, using the clay-shell as a compound the dosage of 1:1:1 and 2:1:1. The purpose of this project was to raise the pH and improve the water quality of this lake that supplies water to the district of Quiruvilca which has a population of 8000 inhabitants. The methodology of the present investigation was applied and explanatory, It was an EXPERIMENTAL design. In order to demonstrate that this clay-shell compound could remedy the pH of the Los Angeles lake, we needed to take water and clay-shell tests at the San Pedro University Laboratory for our tests (LIMITS OF ATTERBERG to determine our liquid limit and plastic limit, pH to determine the degree of alkalinity of the water, calcination to activate the properties of our compound Clay - shell) and in the National University of Trujillo (Differential Thermal Analysis Test ATD) to determine the calcination of our material. The importance of this incipient research was that it promises an ecological way of taking advantage of the water resource and that can be available to all people. What was wanted to achieve is to present this proposal, in order to be able to improve the quality of surface water, and it was a great achievement for the expansion of knowledge in engineering, because it was created a new natural material to remedy the PH of the water. For the composition of each material used, the hybrid compound in 2mm spheres raised the acidic pH and in this way alkalized the water of the Los Angeles - Quiruvilca lagoon. Having as initial pH 5.12 and when applying the hybrid, the pH rose to 12.42, being the most outstanding value with the ratio 1: 1: 1.

## INDICE GENERAL

<b>PALABRAS CLAVES</b> .....	<b>I</b>
<b>TÍTULO</b> .....	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>V</b>

<b>I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II: METODOLOGÍA DE TRABAJO</b> .....	<b>41</b>
<b>III: RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
<b>IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>55</b>
<b>V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>59</b>
<b>VI: DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>62</b>
<b>VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>63</b>
<b>VIII: ANEXO Y APÉNDICE</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO 01: Ensayo de Límites de Atterberg</b> .....	<b>68</b>
<b>ANEXO 02: Reporte de Calcinación de Híbrido en esferas de 2mm</b> .....	<b>69</b>
<b>ANEXO 03: Ensayo de Análisis Térmico Diferencial de la Concha de Abanico</b> .....	<b>70</b>
<b>ANEXO 04: Ensayo de Análisis Térmico Diferencial de la Arcilla</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO 05: Ensayo de Fluorescencia de Rayos X de la Concha de Abanico</b> .....	<b>72</b>
<b>ANEXO 06: Ensayo de Fluorescencia de Rayos X de la Arcilla</b> .....	<b>73</b>
<b>ANEXO 07: PH de los Materiales</b> .....	<b>74</b>
<b>ANEXO 08: PH del Agua adicionando los Materiales</b> .....	<b>75</b>
<b>ANEXO 09: Reporte de Barrido de Metales de la Laguna Los Ángeles</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXO 10: Plano de Ubicación de la Laguna Los Ángeles</b> .....	<b>77</b>
<b>PANEL FOTOGRÁFICO</b> .....	<b>78</b>

### TABLAS

<b>TABLA I: Grado de Plasticidad de la arcilla</b> .....	<b>16</b>
<b>TABLA II: Capacidades típicas de Intercambio catiónico de las arcillas</b> .....	<b>17</b>
<b>TABLA III: Valores estimados de la porosidad (%)</b> .....	<b>18</b>
<b>TABLA IV: Valores de estimación de absorción de minerales</b> .....	<b>20</b>

<b>TABLA V:</b> Tiempo de horneado según el Espesor de la arcilla -----	<b>21</b>
<b>TABLA VI:</b> Resultados de Límites de Atterberg de la Arcilla -----	<b>33</b>
<b>TABLA VII:</b> pH de la Arcilla Activada y sin Activar -----	<b>34</b>
<b>TABLA VIII:</b> pH de la Concha De Abanico Activada y sin Activar -----	<b>34</b>
<b>TABLA IX:</b> Composición Química de la Concha de Abanico -----	<b>37</b>
<b>TABLA X:</b> Composición Química de la Arcilla -----	<b>37</b>
<b>TABLA XI:</b> PH Del agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca -----	<b>37</b>
<b>TABLA XII:</b> PH Del agua solo y adicionando materiales activados por separado -----	<b>38</b>
<b>TABLA XIII:</b> pH Del Compuesto en Proporciones 1:1:1 y 2:1:1 en polvo sin activar-----	<b>39</b>
<b>TABLA XIV:</b> pH Del agua en Proporciones 1:1:1 y 2:1:1 Activados en esfera de 2mm-----	<b>40</b>
<b>TABLA XV:</b> Prueba de hipótesis t- Student para resultados de pH del agua -----	<b>41</b>
<b>TABLA XVI:</b> Prueba de hipótesis Chi-cuadrado para pH en proporción 1:1:1-----	<b>42</b>
<b>TABLA XVII:</b> Prueba de hipótesis Chi-cuadrado para PH en proporción 2:1:1-----	<b>42</b>

## FIGURAS

<b>FIGURA 01:</b> Composición de la Arcilla -----	<b>15</b>
<b>FIGURA 02:</b> Estructura Fundamental de la Arcilla -----	<b>16</b>
<b>FIGURA 03</b> Gráfico de Plasticidad -----	<b>17</b>
<b>FIGURA 04:</b> Espesores para horneado -----	<b>21</b>
<b>FIGURA 05:</b> Diagrama esquemático de la Montmorillonita -----	<b>22</b>
<b>FIGURA 06:</b> Curva de flujo -----	<b>33</b>
<b>FIGURA 07:</b> Ubicación de Límites de Atterberg en el diagrama de Holtz y Kovacs -----	<b>34</b>
<b>FIGURA 08:</b> Análisis termo gravimétrico de la concha de abanico-----	<b>35</b>
<b>FIGURA 09:</b> Curva Calorimétrica de la Concha de Abanico -----	<b>35</b>
<b>FIGURA 10:</b> análisis termo gravimétrico de la Arcilla -----	<b>36</b>
<b>FIGURA 11:</b> Curva Calorimétrica de la Arcilla -----	<b>36</b>
<b>FIGURA 12:</b> pH de Agua Patrón y adicionando Materiales Activados por separado-----	<b>38</b>
<b>FIGURA 13:</b> pH adicionando compuestos 1:1:1 y 2:1:1 en polvo sin Activar -----	<b>39</b>
<b>FIGURA 14:</b> pH adicionando Compuestos 1:1:1 y 2:1:1 en Híbrido de 2mm Activado -----	<b>40</b>

## I. INTRODUCCION

Dentro de los antecedentes y fundamentación científica tenemos:

- **Antipolis S, Valrose P.** (2015), del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Química y Biotecnia –Marruecos, *“Las Propiedades De Arcillas Marroquíes Para El Retiro De Arsénico De Solución Acuosa”* El objetivo de estos materiales, de las montañas del Medio Atlas, en el valle de Muluya, fue estudiar el comportamiento de adsorción de arsénico sobre materiales arcillosos procedentes de Marruecos, el tipo de investigación fue experimental. Se llevaron a cabo estudios de adsorción en el sistema por lotes. El efecto del pH sobre la adsorción de (As) para las arcillas indicó que la adsorción de arsénico fue más favorable en el intervalo de pH ácido para la arcilla con adsorción significativa, se encontró en todo el rango de pH considerado. La arcilla es el adsorbente más eficaz con una capacidad máxima de adsorción de 1,076 mg· g-1. Por lo tanto la conclusión de este estudio fue que la arcilla es un adsorbente eficiente y económico y podría ser utilizado para la eliminación de arsénico del agua.

- **Hurtado A, Augusto.** (2016). *“Evaluación Del Tratamiento De Agua Acida Con Plomo, Mediante Fitorremediación”*. Universidad Nacional De Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Ambiental: Lima-Perú. El tipo de esta investigación es experimental, en el presente estudio de investigación se plantea como alternativa de tratamiento el uso de humedales o Wetland piloto para el tratamiento de aguas ácidas, para ello se simulara un agua ácida con flujo estacionario, con un pH que varía de 1,5 a 2,5 y con una concentración de plomo de 9,48 ppm. Para la evaluación de las aguas acidas se ha utilizado dos módulos pilotos. El primer módulo del sistema de tratamiento de pantanos artificiales está compuesto de tres compartimentos: el primero de Conchas de Abanico, el segundo de compost y el tercero con plantas (Typha-Cyperus); y, el segundo módulo está compuesto únicamente por plantas (Typha-Cyperus). El agua ácida simulada se hizo circular a través de los módulos durante un periodo experimental de quince días (15) y muestreadas para su análisis en cada punto de aforo cada tres días (03), obteniéndose como resultado valores de pH cercanos a la neutralidad y valores de concentraciones de plomo dentro de los límites máximos permisibles (LPM) de la normativa peruana. De las evaluaciones realizadas y los resultados obtenidos se evidencia que el uso de humedales, conchas de abanico y compost, pueden ser empleados en el tratamiento de aguas ácidas provenientes de las minas.



- **Sandra M, Vidal H. (2010).** *“Evaluación De La Efectividad Del Filtro a Base De Arcilla y Plata Coloidal En La Potabilización De Agua, Medida Por Pruebas Fisicoquímicas y Microbiológicas”*. Universidad Tecnológica de Pereira de la facultad de Tecnología Química: Pereira-Colombia. El tipo de esta investigación es experimental, se realizaron filtros compuestos por material de Arcilla y Aserrín los cuales son mezclados y fundidos en un molde diseñado para la potabilización del agua, la función del aserrín es crear poros en el material para que por estos se puedan filtrar y purificar el agua. Estos filtros son bañados en solución coloidal de plata y posteriormente secados al aire libre en sombra, quedando de esta forma listos para su uso. Para el desarrollo de este proyecto se contó con un total de 21 filtros elaborados en 3 tiempos diferentes de manera artesanal, en cada periodo de tiempo se buscó una adecuada proporción de arcilla y aserrín, para mejorar la retención de microorganismos. En los ensayos piloto se pudo observar que el pH aumenta, esto debido a la reacción del agua con la arcilla, logrando de esta manera la potabilización del agua. La conclusión de este estudio nos permite conocer la capacidad de las arcillas y su propiedad de absorción la cual nos permite elevar el pH y con esto brindar agua mas saludable al consumidor.
- **Vásquez, R. (2016),** realiza una investigación en la Universidad Nacional del Trujillo titulada *“Influencia Del Tipo De Calentamiento y La Temperatura de Calcinación Del Residuo Calcáreo De Concha De Abanico Sobre La Eficiencia De Remoción De Metales Pesados y Porcentaje De Eliminación De Bacterias En Aguas Residuales”*. El principal objetivo de esta investigación es determinar la temperatura de calcinación y el tipo de calentamiento para el polvo de concha de abanico para la eliminación de contaminantes de aguas residuales. La calcinación se realizó en una mufla de laboratorio a temperaturas de 600<sup>0</sup>C, 800<sup>0</sup>C y 1000<sup>0</sup>C con un tiempo de residencia de 45 minutos. Llego a la conclusión que al trabajar con las 3 temperaturas la que mejor resultados dio fue de 800<sup>0</sup>C ya que disminuyo los contaminantes del agua aproximadamente un 100%.

El agua es el líquido más abundante en la tierra, representa el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida, constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos. El actual crecimiento poblacional en nuestro país, un país en vías de desarrollo, provoca el aumento de la demanda de agua y la disminución de recursos para

obtener agua, no solo subterránea sino superficial provocado de esta manera que muchas organizaciones, comunidades y personas realicen concientizaciones en cuidar este recurso tan indispensable. El agua con un pH bajo, constituye un peligro para las poblaciones, pues limita el uso del recurso para consumo humano y otros propósitos e impide el crecimiento socioeconómico, la sostenibilidad del uso racional de los suelos y el desarrollo sostenible de la agricultura. La preocupación de un pH bajo en las aguas se debe a que es perjudicial para el organismo humano, el consumo de aguas ácidas provocan acidosis, que a su vez afecta al hígado, riñón, corazón. Estos problemas pueden llevar rápidamente a un accidente cerebrovascular, infarto. Ante esta problemática local, nacional y mundial, nos vemos en la necesidad de buscar alternativas para la remediación de aguas superficiales, que hoy en día son fuentes de abastecimiento para muchas poblaciones. Sabemos que el tema del cuidado del medio ambiente se ha vuelto de vital importancia en nuestros días, pues el deterioro ambiental se hace más evidente y la búsqueda de soluciones para revertirlo más importante. La ingeniería civil y su íntima relación con el medio ambiente se ven en la necesidad de buscar y aplicar nuevas estrategias de aplicación, en la mayoría de ellas se ve apoyado por las nuevas tecnologías para el cuidado del medio ambiente, es por eso que en esta oportunidad nos presentamos como una solución de remediación usando el híbrido Arcilla-Concha de Abanico en proporciones 1:1:1 y 2:1:1. El presente proyecto tiene relevante importancia por varios factores entre ellos se encuentra el bajo costo de los insumos y el fácil acceso para obtener estos materiales para conformar el híbrido bio-orgánico.

Motivados por el problema de la escasez de fuentes hídricas aptas para el consumo humano, hoy en día decimos que La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo para el consumidor. Es por eso la importancia de este compuesto bio-orgánico arcilla-concha de abanico que presentamos como propuesta de solución a este gran problema, se han realizado esfuerzos continuos, intentando mejorar la eficiencia de los métodos utilizados, para el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Puesto que, aun siendo tan esencial e imprescindible, existen factores socioeconómicos y geográficos que afectan en gran medida su obtención y posterior purificación ya que demanda de mucho dinero un tratamiento de agua. Tanto es así que, en la actualidad, un enorme sector de la población mundial consume agua de mala calidad. A veces

estos casos se dan por que las comunidades no tienen acceso a los compuestos químicos sintéticos y necesarios para la potabilización. Enmarcadas en este contexto, han surgido tecnologías alternativas, que por lo general son más económicas y amigables con el medio ambiente, pero con ciertas limitaciones técnicas, que aún no se han superado. En base a esta información se deduce que el tratamiento o remediación del agua es una etapa crítica, y solo puede conseguirse mediante la adición de compuestos químicos, sintéticos capaces de neutralizar las cargas electrostáticas de los coloidales suspendidos en el agua. En la actualidad, los compuestos químicos sintéticos usados, son en su mayoría sales metálicas y polielectrólitos sintéticos. Dado que estos químicos son arrastrados al sedimentar, los lodos generados durante el proceso se convierten en un problema ambiental. Por otro lado, en altas dosis pueden llegar a ser tóxicos. Además, al ser productos especializados y de alta demanda comercial poseen un precio considerable, por decir muy elevado. Por estas razones, se considera pertinente buscar fuentes naturales para la producción de compuestos naturales y ecológicos amigables con el medio ambiente y más accesibles a las economías emergentes de los países en vía de desarrollo. En resumidas cuentas, las fuentes de obtención ideales no deben afectar la cadena alimenticia y tener una mínima o nula toxicidad. Allí radica la importancia de este proyecto, donde se pretende obtener un compuesto natural bio-orgánico de arcilla-concha de abanico, útil para la remediación del pH de la Laguna los Ángeles del distrito de Quiruvilca, donde está enfocado nuestro proyecto. Lo que nos motivó a iniciar este proyecto de investigación en este distrito de Quiruvilca es que esta población posee un bajo nivel de calidad de vida, debido a la contaminación por actividades de minería. El siguiente trabajo de investigación se abordó teniendo en cuenta que es una problemática que cada vez crece más y se está dando en más partes del país y del mundo ya que las actividades mineras se ejecutan sin medir las consecuencias que traen consigo, en el caso del distrito de Quiruvilca está afectando de manera perjudicial sus aguas afectando así su salud de toda esta población. El presente trabajo está referido a una investigación del compuesto bio-orgánico arcilla y concha de abanico, para determinar la remediación del pH de la laguna Los Ángeles en el Distrito de Quiruvilca de la Provincia Santiago de Chuco, presentándose como una propuesta de solución a futuro para este problema. A continuación hacemos la formulación del problema.

¿En qué medida mejorara el Potencial de Hidrogeno (pH) del agua de la laguna Los Angeles adicionando el compuesto Arcilla-Concha de Abanico?

Después de haber formulado la problemática es necesario conceptualizar y operacionalizar las variables.

### **AGUA SUPERFICIAL.**

La Ciencia del Agua. Lo define: El agua superficial es aquella que se encuentra circulando o en reposo sobre la superficie de la tierra. Estas masas de agua sobre la superficie de la tierra, forma ríos, lagos, lagunas, pantanos, charcas, humedales, y otros similares, sean naturales o artificiales. El agua superficial es la proveniente de las precipitaciones, que no se infiltra ni regresa a la atmósfera por evaporación o la que proviene de manantiales o nacimientos que se originan de las aguas subterráneas. Las aguas superficiales pueden estar fluyendo constantemente como los ríos o estar en reposo como los lagos y lagunas.

El escurrimiento se da sobre la tierra debido a la gravedad y a la inclinación del terreno. Así cuando el agua cae del cielo (o se precipita, por ejemplo en forma de lluvia) la que no se infiltra, escurre en la dirección de la pendiente (hacia abajo) hasta que llega a los ríos y lagos. Un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad y siempre por gravedad discurre de las partes altas hacia las bajas. Posee un caudal determinado y finalmente desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en este último caso se le denomina afluente. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación. Cuando el río es corto y estrecho recibe el nombre de riachuelo o arroyo.

Un lago es un cuerpo de agua dulce o salada sin conexión con el mar. Es un componente más del agua superficial del planeta. Un lago es un lugar en donde el agua superficial que procede de los escurrimientos de la lluvia (y posiblemente de filtraciones del agua subterránea) se ha acumulado debido a una depresión del terreno, creada normalmente por fallas geológicas. Algunos se forman por la obstrucción de valles debido a desplomes en sus laderas. Otros lagos son de origen volcánico. En un lago las velocidades del río disminuyen, y por consiguiente se produce sedimentación, evaporación e infiltración. Dependiendo de las dimensiones del lago, su forma y profundidad especialmente, se producirán corrientes, tanto horizontales como verticales que le darán sus características especiales como ecosistemas. La mayoría de los lagos generalmente tiene un río de entrada y otro de salida. En algunos casos especiales, la salida superficial no existe (Lago de Atitlán) y a este tipo de cuenca se le conoce como ENDORREICA. También se pueden formar lagos artificialmente por la construcción de una presa. En ingeniería se denomina presa o represa a un muro grueso de

piedra, cemento u otro material, que se construye a través de un río, arroyo o canal para almacenar el agua y elevar su nivel, con el fin de regular el caudal para:

- controlar inundaciones.
- Aprovechamientos de riego.
- Agua potable.
- Generación hidroeléctrica.
- Turismo.
- O idealmente para una combinación de dos o más usos (Multiusos).

Los intercambios de agua entre los depósitos de agua superficial y los acuíferos son importantes. Los ríos usualmente empiezan como pequeños arroyos y aumentan el caudal a medida que fluyen hacia el mar. El aumento del agua que se produce en su camino hacia el mar, especialmente en la época seca, frecuentemente proviene del agua subterránea.

También es posible que las corrientes viertan agua al subsuelo en algunos puntos. Los mares son aguas superficiales pero saladas. Existen tres categorías de mares: mares litorales, mares interiores o cerrados y los mares abiertos. **USGS. EPA. (2004).**

## **EL AGUA.**

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

El Agua es un elemento básico para la vida. En la naturaleza se encuentra en tres estados:

- Sólido; glaciales, nieve.
- Líquido; quebradas, ríos, lagos, lagunas, pozos, etc.
- Gaseoso; vapor de agua.

El agua para el consumo debe reunir algunas condiciones de pureza para que no cause problemas en la salud del hombre y de los animales, y para que no afecte el medio ambiente y la calidad de vida en general. **(SUNASS). (2001).**

## **FUENTES DE ABASTECIMIENTO.**

- **Manantiales**

Un manantial, naciente o vertiente es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas. Puede ser permanente o temporal. Se origina en la filtración de agua, de lluvia o de nieve, que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud. Generalmente los manantiales van ligados a la presencia de niveles impermeables en el subsuelo, que impiden que el agua se siga infiltrando y la obligan a salir a la superficie. Estas surgencias suelen ser abundantes. Los cursos subterráneos a veces se calientan por el contacto con rocas ígneas y afloran como aguas termales. Dependiendo de la frecuencia del origen (caída de lluvia o nieve derretida que infiltra la tierra), un manantial o naciente puede ser efímero (intermitente), perenne (continuo) o artesiano. Los pozos artesianos son manantiales artificiales, provocados por el hombre mediante una perforación a gran profundidad y en la que la presión del agua es tal que la hace emerger en la superficie. Cuando el agua aflora a la tierra, puede formar un estanque o arroyo. Las aguas termales, así como los géiseres, también son manantiales.

- **Lluvia**

La lluvia es un fenómeno atmosférico de tipo hidrometeorológico que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. Según la definición oficial de la Organización Meteorológica Mundial, la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor de 0,5 mm o de gotas menores, pero muy dispersas. Si no alcanza la superficie terrestre no sería lluvia, sino virga, y, si el diámetro es menor, sería llovizna. La lluvia se mide en milímetros. La lluvia depende de tres factores: la presión atmosférica, la temperatura y, especialmente, la humedad atmosférica. El agua puede volver a la tierra, además, en forma de nieve o de granizo. Dependiendo de la superficie contra la que choque, el sonido que producirá será diferente.

- **Lagos**

Un lago es un cuerpo de agua, generalmente dulce, de una extensión considerable, que se encuentra separado del mar. El aporte de agua a todos los lagos viene de los ríos, de aguas freáticas y precipitación sobre el espejo del agua. Los lagos se forman en depresiones topográficas creadas por una variedad de procesos geológicos como movimientos tectónicos, movimientos de masa, vulcanismo, formación de barras, acción de glaciares e incluso impactos de meteoritos. También existen lagos creados artificialmente por la construcción de una presa. Los grandes lagos que no tienen salida al mar son llamados también mares cerrados.

- **Lagunas**

Una laguna es un depósito natural de agua que está separado del mar y es de menores dimensiones sobre todo en profundidad que un lago, pudiendo sus aguas ser tanto dulces como salobres, y hasta saladas. Las lagunas suelen ser muy productivas debido fundamentalmente al mayor contacto de los sedimentos con la superficie del agua como consecuencia de su escasa profundidad.

## **ORIGEN DEL AGUA**

Al caer el agua de lluvia, las primeras gotas arrastran partículas de polvo y gases presentes en la atmósfera, contaminando esta agua. Normalmente, después de unos minutos el agua lluvia se encuentra libre de impurezas y puede ser utilizada para las necesidades básicas. Sin embargo, en áreas donde la contaminación atmosférica (generalmente muy industrializada) presenta cierto grado de contaminación grave, el uso del agua es inconveniente. Parte de las aguas lluvias forman los arroyos que irán a los ríos, lagos y lagunas, constituyendo las aguas superficiales. El agua que logra infiltrarse en la tierra forma las aguas subterráneas, como los pozos y manantiales. Al evaporarse parte de las aguas superficiales, es decir, al convertirse el agua líquida en vapor de agua por efecto de la temperatura, se forman las nubes que son enfriadas por el viento produciendo la lluvia y permitiendo así mantener continuamente las aguas naturales. Todo este proceso que ocurre en la naturaleza recibe el nombre de "ciclo hidrológico". Las fuentes de abastecimiento de agua se pueden contaminar cuando están en contacto con basuras, excrementos humanos y de animales, plaguicidas e insecticidas y aguas negras, ocasionando enfermedades por la presencia de microorganismos patógenos u otras sustancias tóxicas.

## **FUENTES DE AGUA DISPONIBLE EN LA NATURALEZA**

- **Agua de lluvias**

Ya que estas aguas no constituyen fuente de abastecimiento constante, se recomienda recolectarlas en los techos de las viviendas y conducir las por medio de canaletas a tanques de almacenamiento.

Como medida de precaución, las primeras aguas lluvias deben ser eliminadas ya que han lavado la atmósfera y los techos de las casas, arrastrando polvo, tierra, excrementos de pájaros y otras impurezas que no las hacen seguras para el consumo humano.

- **Aguas superficiales**

Están sujetas a contaminación por parte del hombre y sus actividades diarias. Estas aguas se deben proteger para evitar que sean un medio de transporte de agentes causantes de enfermedades. Para su utilización será necesario tratarlas.

- **Aguas subterráneas**

Son las aguas que se filtran en el terreno. Generalmente su calidad es mejor que la de las superficiales, ya que el agua al ir pasando por las diferentes capas de la tierra se va filtrando, haciéndose más pura y libre de materia orgánica y bacterias.

## **AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO**

El agua para bebida debe estar libre de organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas y de cualquier tipo de contaminación que cause problemas para la salud humana. Por esta razón es indispensable asegurarse de la buena calidad del agua, factor determinante del estado de salud de una comunidad. Cuando el agua se encuentra contaminada, se recomienda realizar algún tipo de tratamiento mediante un proceso que la transforme en agua segura para bebida y otros usos.

## **CARACTERÍSTICAS DEL AGUA**

La calidad del agua se mide en términos de sus características físicas, químicas y biológicas.

- **Características físicas**

Hacen referencia al olor, sabor, color y turbiedad.

- **Características químicas**

Hacen relación al contenido de minerales como el hierro y el manganeso, y a otras sustancias que son fácilmente identificables por su efecto sobre la ropa, ya que generalmente la mancha impide la disolución del jabón, como en el caso de alta presencia de carbonatos de calcio.

- **Características biológicas**

El término biológico hace referencia a la presencia de organismos patógenos, como huevos, quistes, bacterias y virus, que se encuentran presentes en las excretas humanas, en las basuras, en las aguas estancadas y en suelos contaminados con excrementos del hombre y los animales.



## **CALIDAD DEL AGUA**

El agua potable es aquella que cumple con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radioactivos que establecen las normas sanitarias de calidad de agua potable y que se considera apta para el consumo humano. De acuerdo a lo establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No debe contener sustancias nocivas para la salud, es decir, carecer de contaminantes; biológicos (microbios y / o gérmenes patógenos). Químicos, tóxicos (orgánicos o inorgánicos) y radiactivos.
- Poseer una proporción determinada tanto de gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>), como de sales inorgánicas disueltas(as).
- Debe ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

## **EL pH EN EL AGUA**

Hay que entender que Un pH por debajo de 7 es considerado ácido y por encima de 7 se considera alcalino, y un pH de 7 es neutro, ni ácido ni alcalino. Por lo tanto, el agua debe ingerirse con un pH 7 o superior, el cuerpo tolera y hay estudios que indican que un ligeramente superior a 7 es aceptable, pero Ingerir agua con un pH muy bajo (ácido) podría provocar acidosis, que a su vez afecta al hígado, riñón, corazón, la insulina y la regulación de la salud celular. Estos problemas pueden llevar rápidamente a un accidente cerebrovascular, infarto de miocardio, aneurisma, problemas cardiovasculares, la osteoporosis, la obesidad y la hipertensión arterial. La acidosis generalmente altera los lípidos y ácidos grasos, los cuales están involucrados en la función nerviosa y cerebral. Esta alteración provoca problemas neurológicos como la esclerosis múltiple, así como problemas con el equilibrio hormonal en el sistema endocrino. Además beber agua con pH muy bajo (ácido) también puede causar úlceras gástricas u otros tipos de daños al estómago u otros órganos, como el cáncer u otras enfermedades malignas. Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS, sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua. Las Normas internacionales de 1963 y 1971 mantuvieron el intervalo 6,5-9,2 del pH como intervalo admisible o permisible. En la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicada en 1984, se estableció como valor de referencia para el pH un intervalo de 6,5 a 8,5, basado en consideraciones relativas a las características organolépticas del agua. Se señaló que el intervalo aceptable de pH podría ser más amplio en ausencia de un

sistema de distribución. En las Guías de 1993 no se propuso ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH. Aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, siendo su valor óptimo generalmente de 6,5 a 9,5. **OMS** para la calidad del agua potable. Ginebra (Suiza), **Organización Mundial de la Salud** (WHO/SDE/WSH/03.04/12).

### **Aportaciones de los científicos más destacados en el campo de la medicina sobre el cloro en el agua.**

**George, W. (2011).** Cancer and Common Sense. Kent State University Press: Cleveland. El cáncer prolifera en un ambiente ácido y las células cancerosas, en su crecimiento destructivo, provocan en el cuerpo aún más acidez. Todas las muertes mal llamadas naturales no son más que el punto terminal de una saturación de ácidos en el organismo. La lucha de la vida es en contra de la retención de ácido. El envejecimiento, la falta de energía, el mal genio y los dolores de cabeza, enfermedades del corazón, alergias, eczemas, urticaria, asma, cálculos y arteriosclerosis no son más que la acumulación de ácidos. Esto aparte de la artritis, la osteoporosis y el cáncer entre otros flagelos; veremos la relación directa que tienen estas manifestaciones con el exceso de ácidos. Se demostró este hecho al lograr crear células cancerosas en un ambiente ácido. De hecho, las sustancias ácidas rechazan el oxígeno; en cambio, las sustancias alcalinas atraen el oxígeno. Un ambiente alcalino detiene a las células cancerosas en su desesperado arranque de multiplicación. Se afirmó que el exceso de acidificación en el organismo es la causa de todas las enfermedades degenerativas. El cloro es venenoso, destruye la vitamina E, altera la flora intestinal, irrita el estómago y puede producir cáncer. La osteoporosis se corrige eliminando el exceso de ácido en el organismo y alimentándose en forma natural.

“El riesgo de contraer cáncer entre la gente que bebe agua clorada es un 93% mayor de aquella que filtra el agua de bebida mediante un alcalinizador”.

El cloro es un veneno tan efectivo que mata todas las bacterias y, admitimos, que es necesario clorar el agua, si no los microorganismos acabarían con nosotros; pero, una vez el agua vaya a entrar en nuestra boca ya no se requiere el cloro, sin embargo lo tomamos he ahí el problema.

Según Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en sólo España pueden estar muriendo 600 personas al año por causa del cloro.

## CONCEPTOS DEL AGUA

**Idarraga, F. (2014).** Universidad Nacional de Colombia. La calidad del agua puede definirse como la composición físico-químico-biológica que la caracteriza y recordado el hecho de que el agua pura no existe en la naturaleza, se habla que un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso, por ejemplo: un agua que no sirve para beber, puede servir para riego. El conocimiento de las propiedades del agua, derivadas de estas características es fundamental para valorar los posibles inconvenientes y perjuicios que su utilización pudiera ocasionar en sus consumidores.

**Barrenechea, M. (2010).** Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión: Lima-Perú. El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. La calidad de cualquier masa de agua depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana y la expansión de la actividad industrial y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico. La baja calidad del agua afecta directamente sobre la cantidad de agua de diversas maneras. El agua contaminada que no puede utilizarse para consumo debido a la contaminación por colorantes por parte de la industria reduce de forma efectiva la cantidad de agua disponible en una determinada zona. Los contaminantes constituyen la principal causa de la degradación de la calidad de agua en el mundo.

## TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

**Arboleda, J. (2000).** Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Editorial Alfaomega: Santafe de Bogota. Para garantizar la potabilización del agua se hacen necesario eliminar todas las impurezas presentes en ella, para lograr este objetivo es preciso combinar

varios tratamientos elementales, cuyas bases pueden ser físicas, químicas o biológicas. A través de estos procesos se remueven las partículas suspendidas, coloidales y disueltas, en el agua dulce superficial. El agua potable, es aquella, que es apta para el consumo humano y debe reunir las siguientes características:

- Ser limpia, Contener oxígeno disuelto.
- Debe contener cierta proporción de sales minerales disueltas.
- No contener materias orgánicas en descomposición.
- No debe contener microbios patógenos.

El proceso de potabilización, empieza con la captación del agua superficial, luego el agua es transportada hasta la planta de tratamiento, donde es retenida en albercas donde se realiza el proceso de desarenación, a partir de ese momento el agua se somete a una serie de procesos físicos y químicos, divididos en primarios y complementarios, estas etapas se explican mejor a continuación:

- **Captación**

En aguas superficiales, esta operación se lleva a cabo mediante bocatomas ubicadas en ríos o diques. El hecho de que, este tipo de agua, se encuentra más expuesta a sustancias y microorganismos contaminantes, implica que, deba ser sometida a un tratamiento de mayor complejidad. La turbiedad, el contenido mineral y el grado de contaminación varían según la época del año. Otra alternativa, esa partir de aguas subterráneas, esta se efectúa por medio de pozos de bombeo o perforaciones, y requiere de un tratamiento menos complejo pero su captación es más costosa.

- **Conducción**

Luego de ser tomada de la fuente de captación, debe ser transportada a través de tubos o por medio de canales abiertos, hasta la planta de tratamiento.

- **Desarenación**

Esta etapa se realiza en albercas acondicionadas para retener la arena, estos sólidos pesados caen al fondo. Estos equipos pueden estar dotados con placas, que permiten remover una mayor cantidad de partículas. El agua tratada pasa a la siguiente etapa por rebose.

- **Desinfección**

Una vez, el agua es filtrada, pasa a ser almacenada, allí se desinfecta según distintos métodos. El más usado es agregándole cloro líquido. El cloro tiene la característica química

de ser un oxidante, al reacciona con el agua libera oxígeno matando los agentes patógenos, ya que por lo general, estas son bacterias anaeróbicas. Otros desinfectantes utilizados son: hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, ozono, luz ultravioleta.

- **Acondicionamiento químico**

La cantidad de procesos realizados en esta etapa varía según las condiciones iniciales del agua cruda o si se le quiere dar un valor agregado al agua potable. Los procesos más comunes son:

- **Estabilización del pH**

Este proceso es realizado con la adición de soluciones estabilizadoras de pH como NaOH para aguas acidas y de HCl para aguas alcalinas, el fin de este proceso es llevar al pH a los rangos óptimos de coagulación y los requeridos por las normas de agua potable.

- **Remoción de metales tóxicos**

Se realiza con el fin de remover metales como plomo, selenio y compuestos como cianuro, entre otros. Se utiliza en su mayoría para aguas de uso industrial, ya que, las fuentes de captación para consumo humano no poseen concentraciones considerables de estos metales. El tratamiento más común es filtración con carbón activado.

- **Fluoración o defluoración**

Si en el proceso se le agrega flúor se llama fluoración, pero si se le retira flúor se llama defluoración. Este proceso se realiza, porque, se ha demostrado que el flúor en concentraciones inferiores a 1 mg/l previenen las caries y excesos de flúor producen fluorosis (manchas marrones en las encías).

- **Acondicionamiento organoléptico**

Se utiliza para retirar los olores y sabores, que poseía el agua al comienzo, o adquirió en los procesos anteriores. Los olores son retirados por aireación del agua durante un periodo no inferior a 12 horas, periodo en el cual el cloro disuelto en agua se volatiliza completamente. Luego de esta etapa el agua alcanza los parámetros requeridos para ser considerada potable y es distribuida a las fuentes de demanda.

## **ARCILLA**

La arcilla es un sedimento o depósito mineral y natural que es plástico cuando se humedece y que consiste de un material muy fino, formado por partículas muy pequeñas

cuyo tamaño es inferior a 4 micras, 0,002 mm, y que se componen principalmente de silicatos de aluminio hidratados. (Angelone, 2007).

### Características de la arcilla

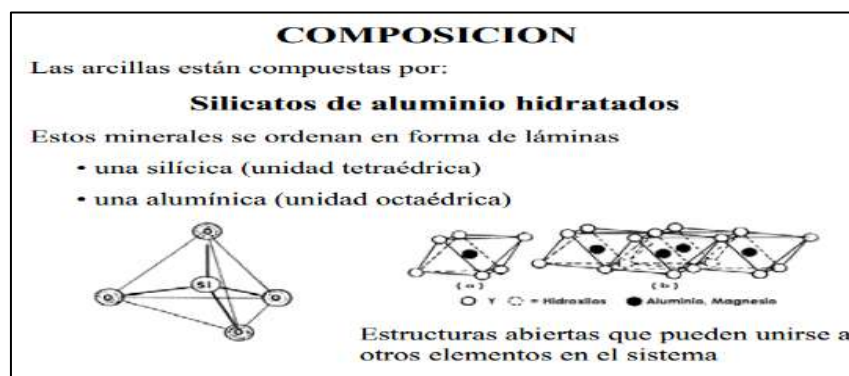
- Material de estructura laminar.
- Sumamente hidrocópico.
- Su masa se expande con el agua.
- Con la humedad se reblandece y se vuelve plástica.
- Al secarse su masa se contrae en un 10%.
- Generalmente se le encuentra mezclada con materia orgánica.
- Adquiere gran dureza al ser sometida a temperaturas mayores a 500°C.

### Composición de la arcilla

La arcilla está compuesta por agregados de silicatos de aluminio hidratados, estos minerales se ordenan en formas de láminas procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, siendo blanca cuando es pura, sus láminas que forma son:

- Una silícica.
- Una aluminica.

### Distribución de la composición de la arcilla



**FIGURA 01:** Composición de la arcilla (Fuente: Angelone, 2014)

### PROPIEDADES DE LA ARCILLA

#### • Capacidad de absorción y retención de líquidos

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que

difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato). La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso. Otra propiedad de las arcillas es como absorbentes de líquidos: son capaces de absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar o en los canales estructurales. Desde el punto de vista medioambiental, estos líquidos pueden ser contaminantes (por ejemplo, vertidos de hidrocarburos), o pueden contener contaminantes en disolución. Presentan unas características que las hacen de gran utilidad en trabajos de descontaminación por su capacidad de adsorción e intercambio iónico. (García, 2000).

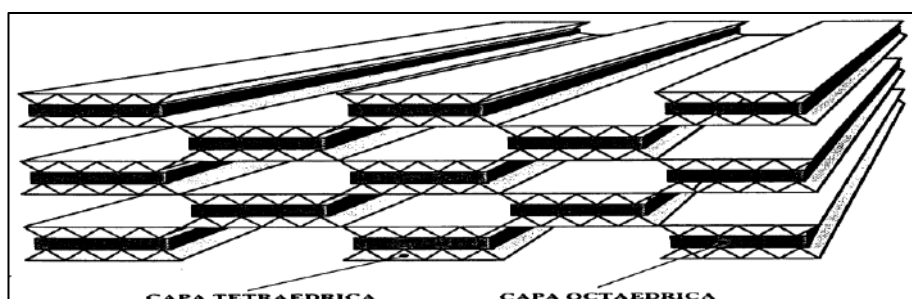


FIGURA 02: Estructura fundamental de la arcilla. (Fuente: P. Higuera y R. Oyarzun, 2000)

#### • Plasticidad

Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico. (Jiménez Salas, et al., 1975).

GRADO DE PLASTICIDAD	
IP	DESCRIPCION
0-3	NO PLASTICO
3-15	LIGERAMENTE PLASTICO
15-30	BAJA PLASTICIDAD
>30	ALTA PLASTICIDAD

TABLA I: Grado de Plasticidad de la arcilla (Sowers, 1979)

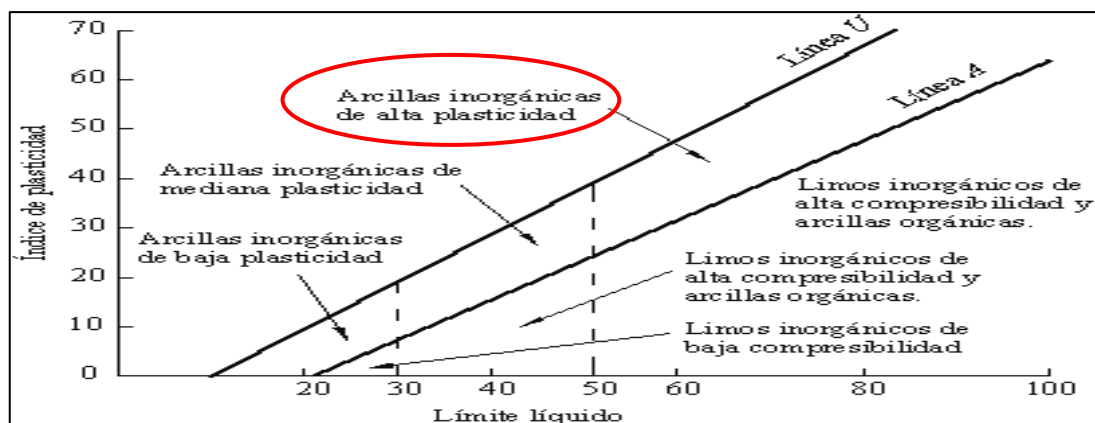


FIGURA 03: Gráfico de plasticidad (Casagrande, 1932).

### • Capacidad de intercambio catiónico

Es una propiedad fundamental de las Arcillas. Son capaces de cambiar, fácilmente, los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares, o en otros espacios interiores de las estructuras, por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH (García, 2000).

MATERIAL	CEC (meq/100g)
Arcillas	
<b>Caolinita</b>	3 – 15
<b>Illita</b>	15 – 40
<b>Montmorillonita</b>	80 – 200

TABLA II: Capacidades típicas de Intercambio catiónico de las arcillas

(Fuente: SMART! Fertilización Inteligente, 2015)

### • Porosidad y permeabilidad

El grado de porosidad varía según el tipo de arcilla. Esta depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción. Las arcillas que cuecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas. (Nathaly Famiglietti, 2014).



	TOTAL	EFICAZ
<b>Arcillas</b>	40 a 60	0 a 5
<b>Limos</b>	35 a 50	3 a 19
<b>Arenas finas, arenas limosas</b>	20 a 50	10 a 28
<b>Arena gruesa o bien clasificada</b>	21 a 50	22 a 35
<b>Grava</b>	25 a 40	13 a 26
<b>Shale intacta</b>	1 a 10	0.5 a 5
<b>Shale fracturada/alterada</b>	30 a 50	
<b>Arenisca</b>	5 a 35	0.5 a 10
<b>Calizas, dolomías NO carstificadas</b>	0.1 a 25	0.1 a 5
<b>Calizas, dolomías carstificadas</b>	5 a 50	5 a 40
<b>Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar</b>	0.01 a 1	0.0005
<b>Rocas ígneas y metamórficas fracturadas</b>	1 a 10	0.00005 a 0.01

**TABLA III:** Valores estimados de la porosidad (%) (*Sanders, 2008*)

Hay diversos factores que influyen en la permeabilidad, incluyendo el tamaño de la partícula (hasta el mismo tamaño de los poros). En general, sedimentos de granulación fina tienen la permeabilidad más baja que los sedimentos de granulación gruesa. (*Nathaly Famiglietti, 2014*).

De esta manera, y en orden decreciente de permeabilidad:

- Grava (Alta Permeabilidad)
- Arena
- Lodo
- Arcilla
- Pizarra (Baja Permeabilidad)

## **USO DE LA ARCILLA**

### **• Tratamiento del agua**

Se emplea en decoloración y clarificación. Tienen gran importancia en los procesos de purificación de aguas que contengan diferentes tipos de aceites industriales y contaminantes orgánicos. (*Tabernero, 2012*).

El tratamiento de aguas residuales, en un área asignada a la elaboración de celdas o fosas, en donde se lleva a cabo un proceso de retención y canalización de aguas negras, las cuales a base de filtros naturales como arcillas, realizan un proceso de limpieza que clarifica los líquidos para así poder rehusarlos. (*Membranas Los Volcanes, 2014*).

### **• Arcillas naturales como adsorbentes de metales pesados**

En los procesos de adsorción de contaminantes juegan un papel importante los sólidos con textura y porosidad adecuada, que no introduzcan otro tipo de contaminación en suelos o aguas y que sean económicamente viables.

Estas características son frecuentemente encontradas en arcillas naturales, preferiblemente esmécticas debido a su capacidad de inflado en medios húmedos y su capacidad de intercambio catiónico. Las arcillas tipo esmécticas son frecuentemente estudiadas en procesos de adsorción de contaminantes, tanto inorgánicos como orgánicos.

### • Mineralogía de arcillas

Cada mineral de la arcilla tiene unos determinados valores de superficie específica y de descompensación eléctrica. Cuanto mayor es la superficie activa de un filosilicato, mayores son sus posibilidades de adsorber metales.

MINERALES DEL SUELO	ÁREA SUPERFICIAL (M <sup>2</sup> /G)
Caolinita	7-30
Illita	65-100
Montmorillonita	700-800
Óxidos de manganeso	30-300
Goethita	40-80
Carbonatos/arenas	0.5-5

*TABLA IV: (Valores de estimación de absorción de minerales)*

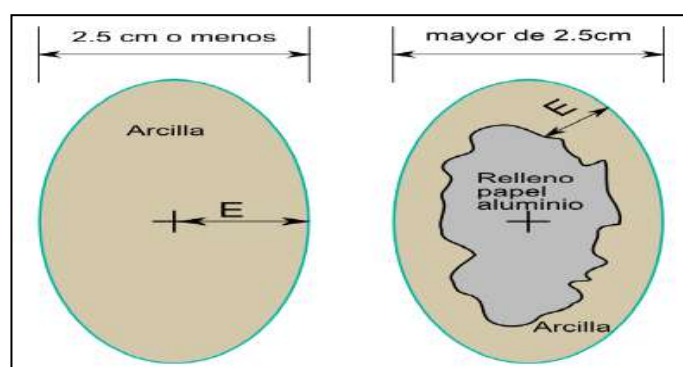
### • Temperatura de activación

La temperatura parece afectar poco dentro del intervalo de 20 a 35°C. Las temperaturas altas generalmente mejoran la adsorción al aumentar la actividad superficial y la energía cinética del soluto. La temperatura es uno de los factores más importantes que afectan la tasa de adsorción y absorción. El efecto de la temperatura en la absorción es insignificante a concentraciones más bajas. Sin embargo, a concentraciones más elevadas, la absorción aumenta primero con el aumento de la temperatura y, a continuación, disminuye con el aumento adicional de la temperatura. Muchos investigadores han demostrado que la adsorción aumenta con el incremento de la temperatura. El incremento de la capacidad de adsorción con el aumento de la temperatura ocurre si el proceso de adsorción es endotérmico y/o la velocidad de difusión controlada. Por otra parte, la capacidad de adsorción disminuye con el aumento de la temperatura si la adsorción es exotérmica. La desorción en general aumenta con el incremento de la temperatura. Debido a estos variados efectos de la temperatura sobre la adsorción en general debe existir una condición óptima. El efecto de la temperatura sobre la adsorción se trata de un fenómeno complejo en el que intervienen conjuntamente diversos factores, la solubilidad en el disolvente del adsorbato, las

características termodinámicas del proceso y la naturaleza química de la superficie, si bien esta último es el de mayor importancia sobre los mecanismos que rigen la adsorción a diferente temperatura. (Volesky, 2003; Park et al., 2010; Das, 2010; Mudhoo et al., 2011).

### • Horneado

Suele ser la más común y la que se recomienda en todas las arcillas, existen ligeras variaciones si el horno es eléctrico o a gas, en ambos casos debemos precalentar el horno a 150°C, si nuestro horno no posee termómetro recomendamos la adquisición de uno, nunca debemos confiarnos en las mediciones marcadas a un lado de la perilla pues casi nunca son fiables. Dependiendo el espesor de la arcilla fresca que vamos a endurecer, variara el tiempo que la figura este en el horno.



**FIGURA 04:** Espesores para horneado. (GaPo Art, 2014)

Por regla general se manejan 10 minutos por cada 0.5cm de espesor.

<b>Tiempo para diferentes espesores</b>	
Espesor " E"	Tiempo
0.5cm	10 min
1cm	20 min
1.5cm	30 min
3cm	1 hora
<b>5cm o mayores</b>	<b>1 hora y media</b>

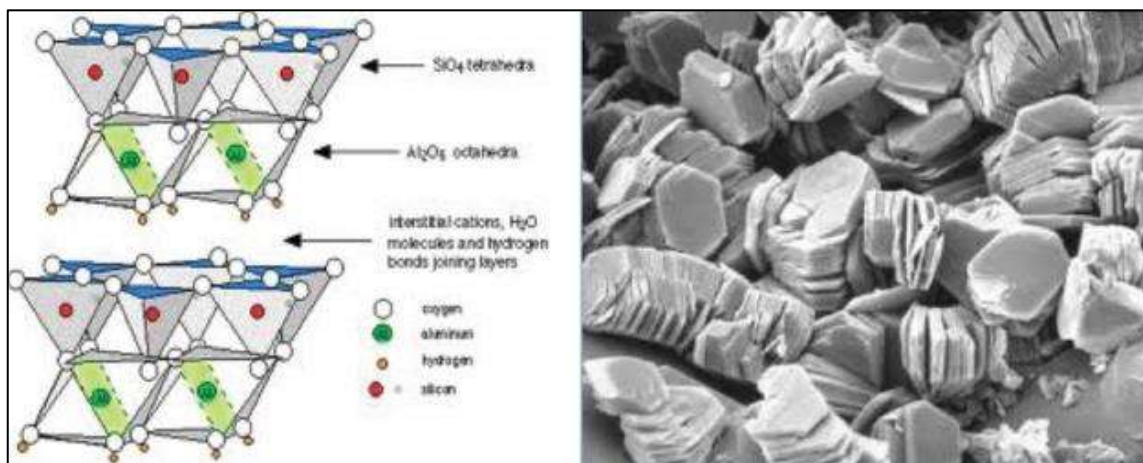
**TABLA V:** Tiempo de horneado según el Espesor de la arcilla. (GaPo Art, 2014)

Una vez transcurra el tiempo correspondiente, se apaga el horno y se deja enfriar la figura adentro, evitaremos mientras sea posible sacar el trabajo hasta que este frío o tibio, esto se

hace con el fin de evitar grietas por el contraste entre la temperatura de la figura y la del ambiente (choque térmico). El material solo alcanza su máxima dureza cuando está frío, mientras está caliente será blando (con una textura parecida al caucho) y es recomendable no manipular la figura en estas condiciones.

### ARCILLA MONTMORILLONITA

La Montmorillonita es una arcilla que es muy usada para la remoción de metales por su alta capacidad de absorción, con la composición química  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Se trata de un mineral tipo silicato estratificado, con una lámina de tetraedros unida a través de átomos de oxígeno en una lámina de octaedros de alúmina.



**FIGURA 05:** Diagrama esquemático y de foto microscopia electrónica de la Montmorillonita.  
(Afterlambe 1953).

### PRODUCTIVIDAD DE LA ARCILLA

La arcilla es un material que tiene una gran productividad a nivel mundial por ser un material que existe casi en todos los países y el cual es utilizado por mucho de ellos para la fabricación de cerámicas y losas en grandes cantidades para exportación. A nivel mundial existen muchas fábricas que explotan este material por su alta trabajabilidad y moldeamiento que este material ofrece al estar en un estado húmedo y que todo lo contrario ofrece al estar seco o al ser sometido a temperaturas elevadas de  $500^{\circ}C$  la cual llega a una resistencia muy alta. La que permite al fabricante elaborar diferentes productos. En el Perú se explota este material para la fabricación de ollas de barro y diferentes cerámicas, y con la ampliación de conocimientos y estudios en la rama de ingeniería civil se empezó a desarrollar ladrillos de arcilla al haber comprobado su capacidad de resistencia. Hoy en la actualidad la arcilla es un

material que es un objeto de estudio a nivel nacional e internacional por sus propiedades y componentes, que por antecedentes se sabe que lo están utilizando como aditivos de remediación para tratamientos de aguas residuales.

### **ACCESIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE LA ARCILLA**

La accesibilidad de este material es mayormente a cielo abierto por encontrarse en los campos lejos de la ciudad y en determinadas canteras, dependiendo el tipo y color de arcilla que se quiera extraer y de acuerdo al lugar. A nivel internacional las mejores y grandes canteras de arcilla pertenecen a prestigiosas empresas como por ejemplo lo es en México. Debido a la explotación de este material para exportación. A nivel nacional existen muchas canteras en la parte sierra donde la disponibilidad y accesibilidad a este material es mucho más fácil y también cuenta con diferentes tipos y color de arcilla.

### **CONCHA DE ABANICO**

Las concha de abanico es un molusco filtrado, conocido científicamente como "Argopecten purpuratus", pertenece a la familia Pectinidae, la misma que engloba un gran número de especies conocidas internacionalmente como "vieiras". Esta especie habita en zonas costeras, entre profundidades que van entre los 5 metros hasta los 30 metros, y bajo temperaturas que varían entre los 13° y 28° C. Se caracteriza por desovar durante todo el año, actualmente, las principales áreas de cultivo de este producto se dan en las costas de Ancash.

La producción de conchas de abanico en el país sigue la tendencia mundial por ser de calidad por eso es explotado a través de la actividad acuícola (maricultura), mostrando así un crecimiento sostenido en la última década, siendo Francia uno de sus principales mercados de exportación. Las mismas se comercializan con un precio internacional, en nuestro caso bajo el tipo de operación exportación, que varía entre 15 y 30 dólares por kilo. Esto se debe a la garantía que ofrecen en tanto salubridad y sostenibilidad económica.

Por otro lado, contamos con una ventaja competitiva en cuanto al cultivo de las mismas pues en nuestro país se da la posibilidad de sembrar conchas de abanico durante todo el año, así como estar salvos de épocas de veda. Esta última razón nos permite aprovechar la demanda insatisfecha existente en el mercado internacional. No obstante, (**Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, n.d.**). Hoy en día la concha de abanico se está utilizando para diferentes tipos de tratamientos de agua.

## **CULTIVO Y PRODUCTIVIDAD**

Aun no se han realizado investigación de cómo afecta el cultivo suspendido de “concha de abanico” a las corrientes en la bahía de Samanco; sin embargo, se puede manifestar que en promedio se utilizan de 3 a 5 líneas de cultivo por hectárea, si solo consideramos 3 líneas de cultivo por hectárea, tendremos que en la bahía de Samanco existen más de 3000 líneas de cultivo, las mismas que perjudican el normal flujo de las corrientes internas en la bahía; debido a que las líneas de cultivo actúan como “cortinas” que impiden el flujo normal de la corriente. El en Perú recién se le da importancia a la concha de abanico en los años ochenta, ya que se dio el fenómeno de El Niño y por ende se incrementó la cantidad de concha de abanico, pero cuando decreció, hubo la necesidad de hacer cultivo por medio de maricultura (acuicultura en el mar). Desde entonces hasta la actualidad, su empleo solo realiza en el ámbito comercial. A nivel de la región Ancash, la Concha de Abanico años atrás era abundante en bahía de Chimbote y de gran accesibilidad para los que extraían este molusco para distintos fines pero por la explotación indiscriminada, hoy en la actualidad para contar con este molusco en las playas de Chimbote se tiene que hacer cultivos en el mar. Ya que en esta ciudad la demanda de Concha de Abanico para la Alimentación es grande, la ciudad de Chimbote también cuenta con fábricas que se dedican a la exportación de este molusco brindando así empleo a muchos ciudadanos pero a la vez afectando el desarrollo y contribuyendo a la extinción de este molusco. Por otra parte se han hecho y se siguen haciendo estudios e investigaciones sobre este molusco y sus grandes propiedades que contiene en su valva o concha, la cual lo están utilizando como aditivos de remediación y tratamiento de aguas superficiales y muchas cosas más. Lo que se espera es seguir con los estudios para así poder explotar los grandes botaderos que existen de valvas o Conchas, volviéndolos alternativas de solución para el desarrollo del país. Después de 21 años se promulgo la ley N° 27460, ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura para beneficiar a los Mari-cultores (**Beneficios para la acuicultura, 2011**).

## **CARACTERISTICAS**

Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), la concha de abanico se presenta como un molusco bivalvo, que se reproduce por si sola (hermafrodita) y son esenciales para reducir el fitoplancton. Estos moluscos bivalvos respiran y se alimentan por branquias que se encuentran en el manto. La “parte comestible” de la concha de abanico

es rica en potasio y por esta razón es buena para el cerebro, corazón, cura y contrarresta inflamaciones, tendencia a la baja en la presión, función del riñón, entre otras.

### **CONCENTRACIÓN DE CARBONATO DE CALCIO EN LA VALVA**

También llamado Carbonato cálcico, viene a ser un compuesto químico ternario, es decir formado por tres elementos distintos: Calcio, Carbono y Oxígeno; representado por la fórmula química  $\text{CaCO}_3$ . Es también una sustancia muy abundante en la naturaleza ya que es el componente principal de algunas rocas y también de los esqueletos y valvas de ciertos organismos como los corales y Conchas de Abanico por ejemplo, (El Carbonato de Calcio de la Valva o Concha de Abanico tiene un nivel de 99,14% de pureza). La Concha de Abanico al ser sometida a temperaturas entre 700 y 900°C el carbonato de calcio presente en la valva se desintegra en Óxido de Calcio ( $\text{CaO}$ ) y Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ).

### **USOS Y APLICACIONES**

Conocido los dos tipos de carbonatos de calcio, es necesario precisar que ambos son considerados como no tóxicos por la Administración de alimentos y drogas de Estados Unidos (Food and Drug Administration). Esta institución también afirma que mientras mantenga ciertos requisitos o parámetros, podrá usarse en la industria farmacéutica y envases de papel que tenga contacto con alimentos. En otras aplicaciones podemos mencionar su participación en:

#### **• INDUSTRIA DEL CAUCHO:**

Es usado en la producción de caucho natural y sintético. La presencia del carbonato disminuye el envejecimiento del caucho, evita fatiga y ruptura del material, todo esto manteniendo la flexibilidad y aumentando la resistencia a la torsión del material. **(El carbonato de calcio, principales usos y aplicaciones, 2011).**

#### **• NUTRICIÓN ANIMAL:**

Se utiliza principalmente en la alimentación de las aves, ya que ayudan a la integridad de las cascara de huevo de las gallinas ponedoras. También ayudan a la fortaleza de huesos y alimentación para pollos de consumo humano.

Por otro lado, la Universidad Nacional Agraria La Molina ha realizado estudios para 21 aplicaciones como alimento para animales donde concluye y recomienda al carbonato de calcio a partir de la concha de abanico y navaja.



- **INDUSTRIA DE LA PINTURA:**

El carbonato de calcio aumenta el rendimiento de la pintura al proporcionar mayor poder de cobertura y además no interfieren en el color de la pintura al tener tono blanco

- **INDUSTRIA DE JABONES Y DETERGENTES:**

La acción de limpieza de jabones y detergentes es mejorada por un específico grado de abrasividad del carbonato de calcio.

- **PARA EL PH Y OTROS USOS:**

El carbonato de calcio es también usado para neutralizar la acidez del pH del agua, también de suelos, además de brindar calcio para la nutrición de los cultivos. De acuerdo a la granulometría del carbonato de calcio es que la velocidad de reacción varía. Así, a menor tamaño de grano, mayor velocidad de reacción con el suelo ácido y viceversa. **(El carbonato de calcio, principales usos y aplicaciones, 2011).**

Las Variables planteadas son:

### **Variable independiente**

- Dosificaciones de solución de agua.

#### ➤ **Definición 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.

#### ➤ **Definición 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 10 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 que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Minam ECA.**

➤ **Dimensiones**

• **Componentes del Agua:**

Es aquello que forma parte de la composición de una solución. Se trata de elementos que, a través de algún tipo de asociación o contigüidad, dan lugar a un conjunto uniforme **SENA y Ministerio de Desarrollo Económico. (2002).**

• **Dosificaciones:**

Determinación de cuál debe ser la dosis de un remediante o aditivo a utilizar. Dosificaciones proporcionales 1:1:1 y 2:1:1 del compuesto bio-orgánico Arcilla Concha de Abanico para elevar el pH del agua, de la Laguna Los Ángeles.

➤ **Indicadores**

- % Porcentaje de Componentes de Soluciones de Agua.
- Proporción de Componentes.

**Variable dependiente**

- Remediación del pH.

➤ **Definición conceptual**

La remediación o proceso de remediación del pH de aguas superficiales o de lagunas contaminadas pasa por su depuración, descontaminación o purificación, antes de ser vertidas a cauces o servicios públicos, en algunos casos esta remediación es relativamente sencilla. Dependiendo los compuestos a utilizar. **Nathaly Famiglietti. (2014).**

➤ **Definición operacional**

La remediación se determinará mediante el ensayo de pH, usando un Phmetro para la medición, el cual nos generará los valores o resultados del promedio del pH en nuestra remediación

El pH se clasifica en grupos:

- Ácido.
- Neutro.
- Alcalino.

Hay que entender que Un pH por debajo de 7 es considerado ácido y por encima de 7 se considera alcalino, y un pH de 7 es neutro, ni ácido ni alcalino.

➤ **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.**

• **Neutro**

Las aguas neutras componen su formación una alta concentración de sulfatos y cloruros que no aportan al agua tendencias ácidas o alcalinas, o sea que no alteran sensiblemente el valor de pH, según tabla del pH el agua en estado neutro esta en el rango 7. El ideal para el consumo humano. **OMS, 2003: Organización Mundial de la Salud.**

• **Alcalino**

El agua alcalina es un tipo de agua ionizada que actúa como un potente y natural antioxidante, con capacidad de ayudar al organismo a eliminar los desechos ácidos que produce el proceso natural de la digestión, según tabla del pH el agua alcalina esta por encima del rango 7. **OMS, 2003: Organización Mundial de la Salud.**

➤ **Indicadores**

- % Porcentaje de pH en el agua.
- Variación y Promedio del pH.

La Hipótesis planteada en la tesis es:

Se remediara el Potencial de Hidrogeno (PH) del agua de la laguna Los Angeles del Distrito de Quiruvilca, usando el material compuesto arcilla-concha de abanico.

Se plantea como Objetivo General:

Determinar el nivel del PH del agua utilizando proporciones 1:1:1 y 2:1:2 del compuesto Bio-organico Arcilla-Concha de Abanico para la remediación natural de las aguas superficiales de la laguna Los Angeles del Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad.

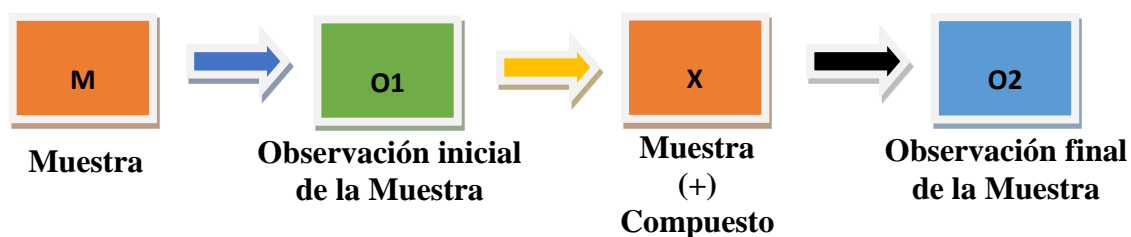
De manera siguiente los Objetivos Específicos:

- Extraer muestras de soluciones de agua de la laguna Los Angeles del Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad.
- Determinar el nivel de pH del agua extraída de la laguna Los Angeles Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad.
- Determinar los límites de Atterberg de la arcilla de la localidad de Santa Clara de Tulpo en el Distrito de Mollebamba Provincia Santiago de Chuco.
- Determinar la temperatura de calcinación de la Arcilla y la Concha de Abanico mediante el análisis térmico diferencial (ATD). En la Universidad Nacional de Trujillo (UNT).
- Determinar la composición química de la Arcilla y la Concha de Abanico, mediante un análisis de Fluorescencia de Rayos X (FRX). En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Elaborar un diseño para la remediación del pH usando proporciones 1:1:1 y 2:1:1 del compuesto bio-orgánico Arcilla-Concha de Abanico en esferas moldeadas de 2mm.
- Activar Térmicamente (calcinar) el compuesto bio-orgánico en esferas de 2mm a una temperatura de 800° C durante 30 minutos para obtener un material microporoso y determinar la capacidad de absorción y eficiencia del híbrido en agua de la laguna Los Ángeles en el Distrito de Quiruvilca Provincia Santiago de Chuco.
- Determinar el nivel de pH del agua extraída de la laguna Los Ángeles, después de aplicar el compuesto bio-orgánico Arcilla-Concha de Abanico activado en proporciones 1:1:1 y 2:1:1 moldeado en esferas de 2mm.

## II. METODOLOGIA DE TRABAJO

- Tipo y nivel de investigación : Aplicada y Explicativa
- Diseño de investigación : Experimental
- Diseño experimental : El diseño de la investigación será Experimental de nivel “Cuasi-Experimental”; porque se va a comparar 2 grupos de estudio; el grupo control y el grupo experimental, para ello estudiaremos un nuevo tratamiento de remediación utilizando el compuesto Arcilla-Concha de Abanico en Proporciones 1:1:1 y 2:1:1 en un volumen de 500 ml de agua de la laguna Los Ángeles, del distrito de Quiruvilca por 1 gramo del Compuesto.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:



### Dónde:

- **M**: Muestra.
- **O1**: Observación inicial de la muestra.
- **X**: Aplicación del compuesto.
- **O2**: Observación final de la muestra. Donde los resultados, pueden ser iguales (=), diferentes ( $\neq$ ), o semejantes ( $\approx$ ).

Las soluciones de agua fueron tomadas de la laguna Los Ángeles ubicada a 4100 m.s.n.m, en el Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad, las muestras fueron conformadas por 3 botellas de 3 litros, para tal fin se tomó como técnica la observación y como instrumento la guía de observación resumen.

Por ser un proyecto de investigación con un Nivel de Investigación aplicada y al ensayar en un laboratorio las muestras, se opta por usar como Técnica de Investigación: “LA OBSERVACION CIENTÍFICA”, porque queremos mediante este instrumento en una primera instancia reconocer, apreciar y comparar las principales características del agua por eso tenemos dos grupos: Control, donde tenemos las muestras de soluciones de agua inicial y el Experimental donde están las Muestras de soluciones de agua adicionando el compuesto Arcilla-Concha de Abanico en proporciones 1:1:1 y 2:1:1 las que serían las muestras finales.

Los materiales a emplearse en esta investigación fueron la arcilla que fue recolectada de la localidad de Santa Clara de Tulpo, perteneciente al distrito de Mollebamba, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad. En el mes de Agosto del 2017. Y los residuos calcáreos de la concha de abanico se colectaron del mercado de peces “La Sirena”, en el mes de agosto del 2017.

Para la preparación de las muestras, en el caso de la arcilla se procedió de la siguiente manera. Para poder eliminar la arena presente en el material se efectuó un lavado ayudándonos con la malla organza para que te permita pasar la arcilla y el limo disuelto en el agua y retenga la arena, se lava 1 Kilo de Arcilla por 20 Litros de agua, El pasante de la malla organza (agua, arcilla y limo) se dejó reposar por 24 horas, al cabo de las cuales, se obtuvo la siguiente separación de fases: en la base del recipiente se ubicó el limo, por encima del limo se ubicó la arcilla (debido a su menor tamaño de grano) gracias al proceso de decantación y por encima de ambos el agua. Para eliminar el agua, ésta se absorbió con la ayuda de una manguera de nivel y una jeringa hipodérmica hasta el ras de la arcilla. Para separar la arcilla del limo nos seguimos ayudando de la jeringa hipodérmica depositando nuestra arcilla en fuentes, hasta llegar al limo que se quedó adherido a la base del recipiente. La arcilla limpia de arena y limo se secó en el horno a una temperatura de 110° C durante 24 horas.

En el caso de la concha de abanico, la limpieza se inició lavando y escobillando en agua potable corriente. El secado de las conchas de abanico se realizó en el horno a una temperatura de 110° C durante 24 horas. La activación mecánica de la arcilla se realizó después del lavado y secado, luego pasamos a la pulverización usando un mortero de porcelana hasta lograr pasar la malla N°200. La activación térmica de la concha de abanico se realizó por calcinación a una temperatura de 800°C durante 1 hora, siguiendo el antecedente

de Vásquez, R (2016) y según ATD. Para disminuir el tamaño de grano generado por la calcinación, la concha calcinada se sometió a una activación mecánica por pulverización hasta pasar la malla N°200. Para medir el potencial Hidrógeno (pH) tanto de la arcilla natural y concha de abanico natural, se procedió de la siguiente manera: para cada muestra, se diluyó 1 g del material en 500mL de agua destilada, luego de agitarlo se procedió a medir el pH de cada una de las soluciones.

Los ensayos realizados para la caracterización de las muestras fueron: Límites de Atterberg en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales de la Universidad San Pedro, para determinar la composición Química de la Arcilla y Concha de Abanico realizamos el ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX) en el Laboratorio de Arqueometria en la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Para determinar el potencial de Hidrógeno (pH) de las soluciones acuosas correspondientes se utilizó un medidor de pH o pHmetro en el laboratorio de Ensayos Clínicos, Biológicos e Industriales COLECBI. De esta manera medimos el pH del agua de la laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad.

El Proceso y Análisis de Resultados se realizará con los programas Excel. Para efectos de clasificar, procesar y resumir información que sea obtenida a través de la técnica e instrumento de recolección aplicada, utilizaremos métodos estadísticos tanto en su fase descriptiva como en su fase inferencial.

Se elaborarán tablas y gráficos estadísticos para analizar y visualizar el comportamiento de la variable estudiada como por ejemplo una gráfica de barras. Por otro lado, para efectos de mostrar y contrastar la hipótesis de trabajo planteada se usarán la metodología estadística inferencial para la cual se dará el uso de la aplicación prueba de hipótesis; en este caso se usará t-student. Para muestras relacionadas y Chi-cuadrado para prueba de diferencia.

### III. RESULTADOS

Se determinó la Composición Estructural mediante el ensayo de Límites de Atterberg.

**TABLA VI: Resultados de Límites de Atterberg de la Arcilla**

(Santa Clara de Tulpo – Santiago de Chuco)

N° DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
<b>PESO TARA+ SUELO HUMEDO(gr)</b>	44.47	57.45	54.72	32.19	31.72
<b>PESO TARA+ SUELO SECO (gr)</b>	38.46	47.69	46.07	30.93	30.65
<b>PESO DE LA TARA (gr)</b>	26.14	27.09	27.34	27.06	27.27
<b>PESO DEL AGUA (gr)</b>	6.01	9.76	8.65	1.26	1.07
<b>PESO SUELO SECO (gr)</b>	12.32	20.60	18.73	3.87	3.38
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	48.78	47.38	46.18	32.56	31.66
<b>N° DE GOLPES</b>	17	23	35		

ENSAYOS	RESULTADOS
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>47.45 %</b>
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>32.11 %</b>
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	<b>15.34 %</b>

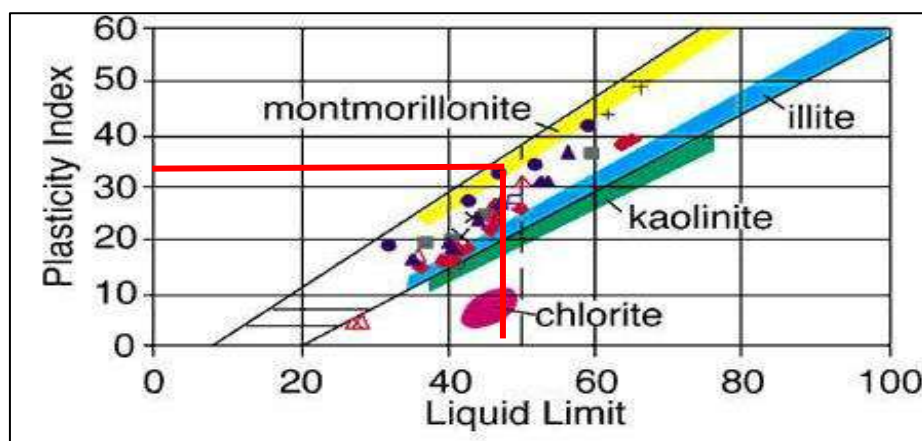
*Fuente: Ensayo de límites de Atterberg. Laboratorio de mecánica de suelos - USP. (2017).*



**FIGURA N° 06: Curva de Flujo.**

*Fuente: Ensayo de límites de Atterberg. Laboratorio de mecánica de suelos – USP. (2017).*





**FIGURA N° 07:** Ubicación de los Límites de Atterberg en el diagrama de Holtz y Kovacs

### pH de la Arcilla de la localidad de Santa Clara de Tulpo

**TABLA VII:** pH de la Arcilla Activada y sin Activar

ENSAYO (pH)	RESULTADO
<b>Arcilla de Tulpo Activada</b>	5.33
<b>Arcilla de Tulpo sin Activar</b>	7.64

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)

### pH de la concha de abanico de la Ciudad de Chimbote

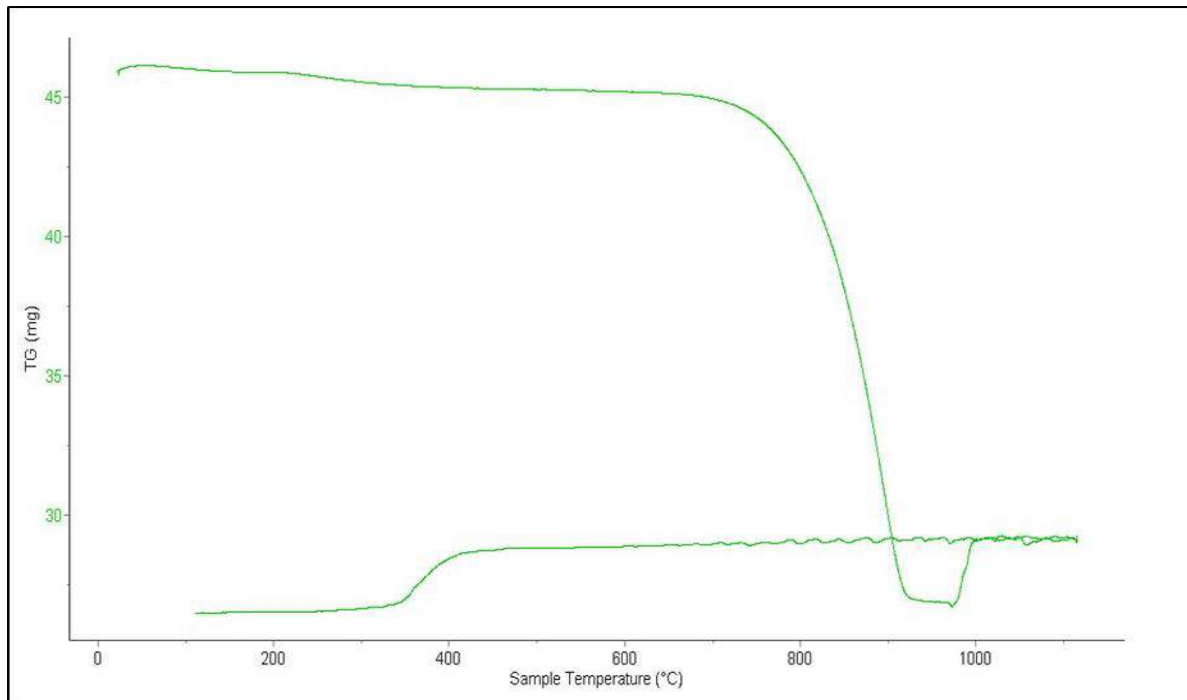
**TABLA VIII:** pH de la Concha De Abanico Activada y sin Activar.

ENSAYO (pH)	RESULTADO
<b>Concha de Abanico Activada</b>	13.65
<b>Concha de Abanico sin Activar</b>	9.88

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)

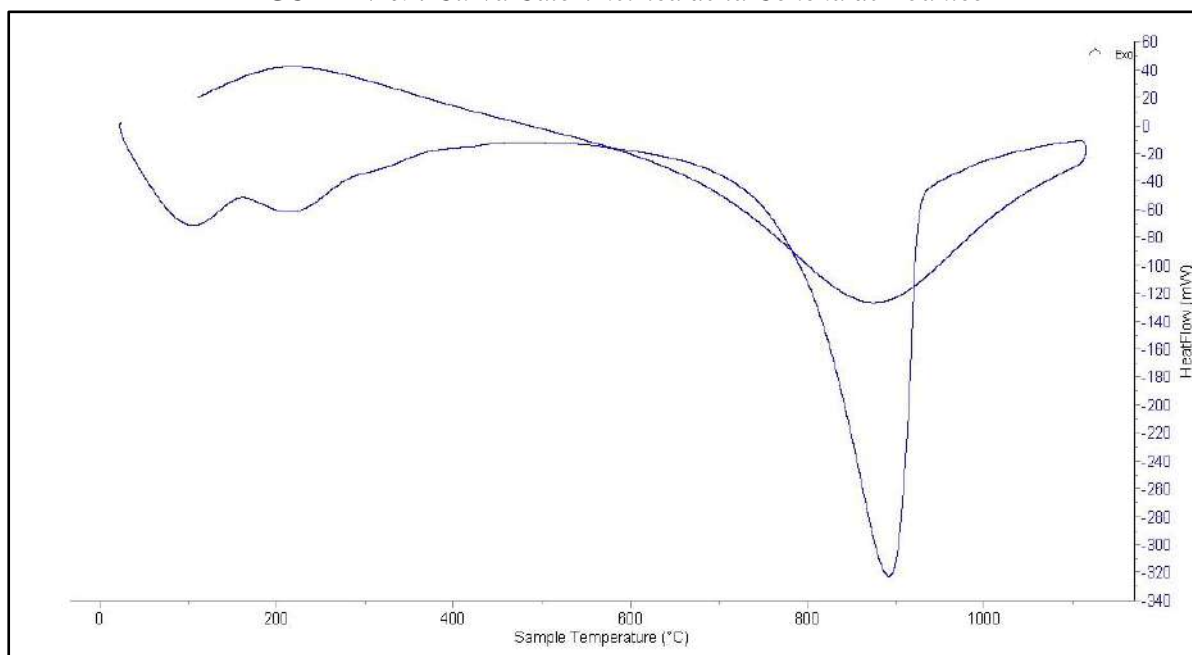
## Ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) de la Concha de Abanico de Chimbote

**FIGURA N°08:** curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la concha de abanico



**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2017)

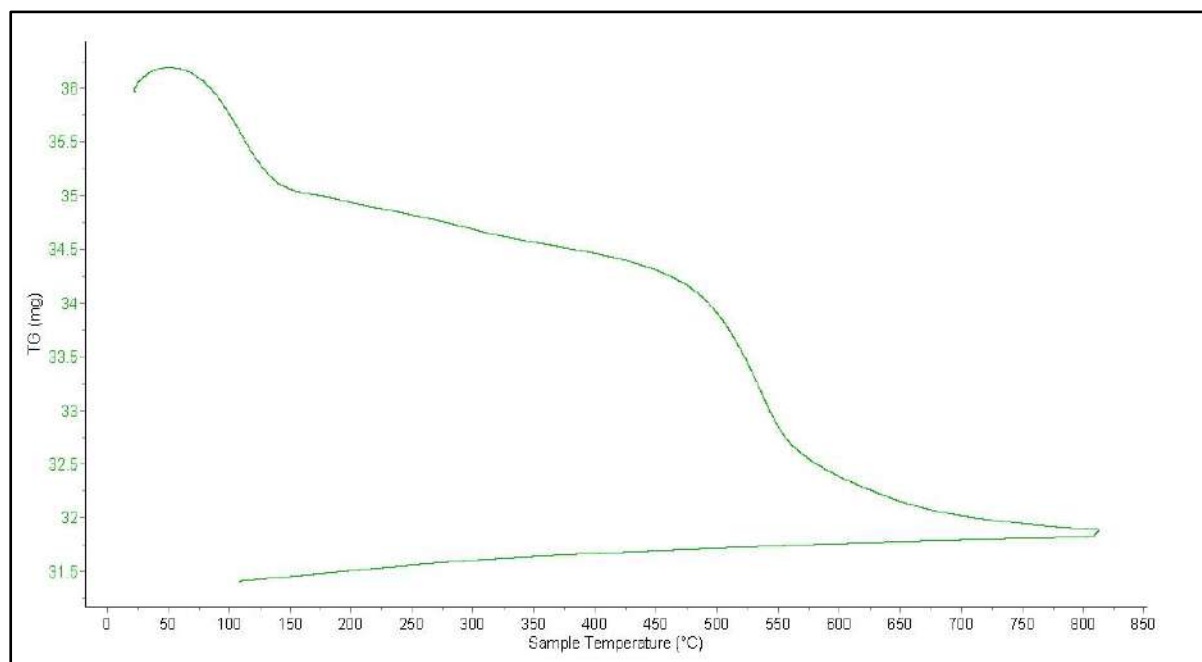
**FIGURA N°09:** Curva Calorimétrica de la Concha de Abanico



**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2017)

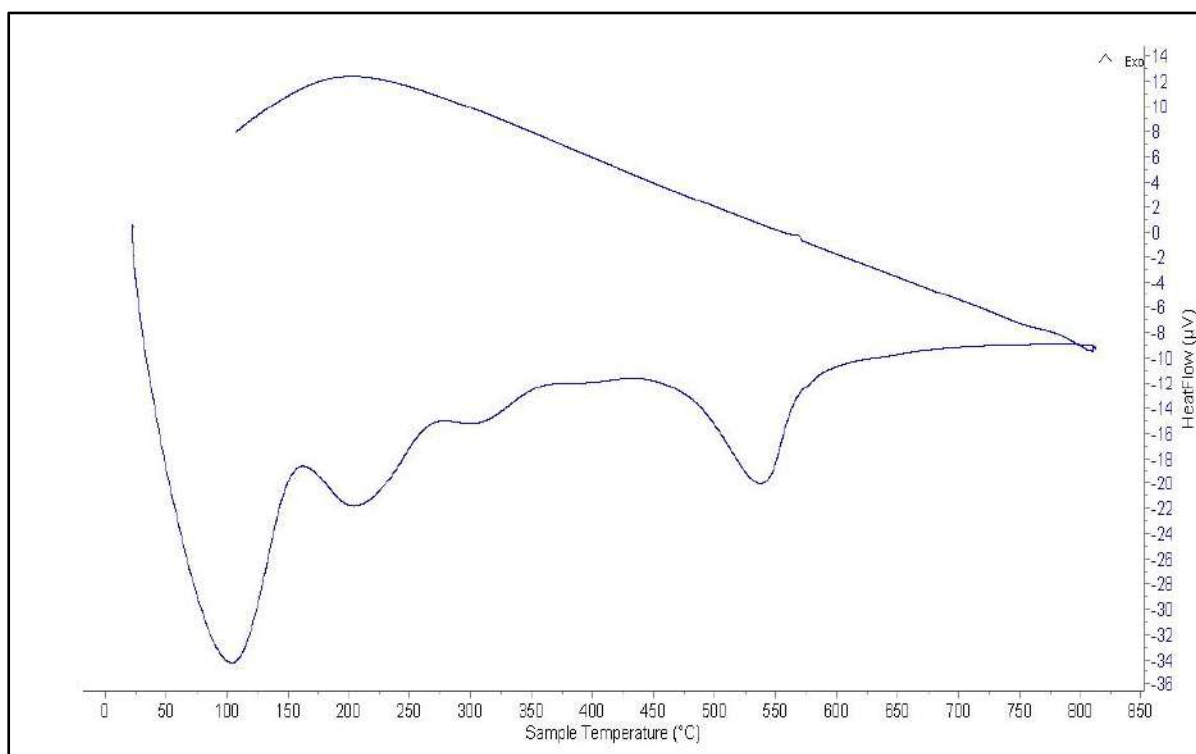
## Ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD) de la Arcilla de Santa Clara de Tulpo

**FIGURA N°10:** curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico de la Arcilla



**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2017)

**FIGURA N°11:** Curva Calorimétrica de la Arcilla



**Fuente:** Laboratorio de Polímeros – Escuela de Ingeniería de Materiales – UNT (2017)

### Ensayo de Fluorescencia De Rayos X de la Concha de Abanico

**TABLA IX:** Composición Química expresada como óxidos de la Concha de Abanico de la Ciudad de Chimbote

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO %
<b>OXIDO DE CALCIO, CaO</b>	83.92
<b>OXIDO DE ALUMINIO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	13.87

*Fuente:* Fluorescencia de rayos X (FRX). Laboratorio de ARQUEOMETRIA Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2017)

### Ensayo de Fluorescencia De Rayos X de la Arcilla

**TABLA X:** Composición Química expresada como óxidos de la Arcilla de la Localidad de Santa Clara de Tulpo.

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADO %
<b>OXIDO DE SILICIO, SiO<sub>2</sub></b>	80.05
<b>OXIDO DE CALCIO, CaO</b>	9.71
<b>OXIDO DE ALUMINIO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	8.28

*Fuente:* Fluorescencia de rayos X (FRX). Laboratorio de ARQUEOMETRIA Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (2017)

### Ensayo de pH para la conformación del híbrido Arcilla-Concha de Abanico

**TABLA XI:** pH Del agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca, Provincia Santiago de Chuco, Departamento La Libertad.

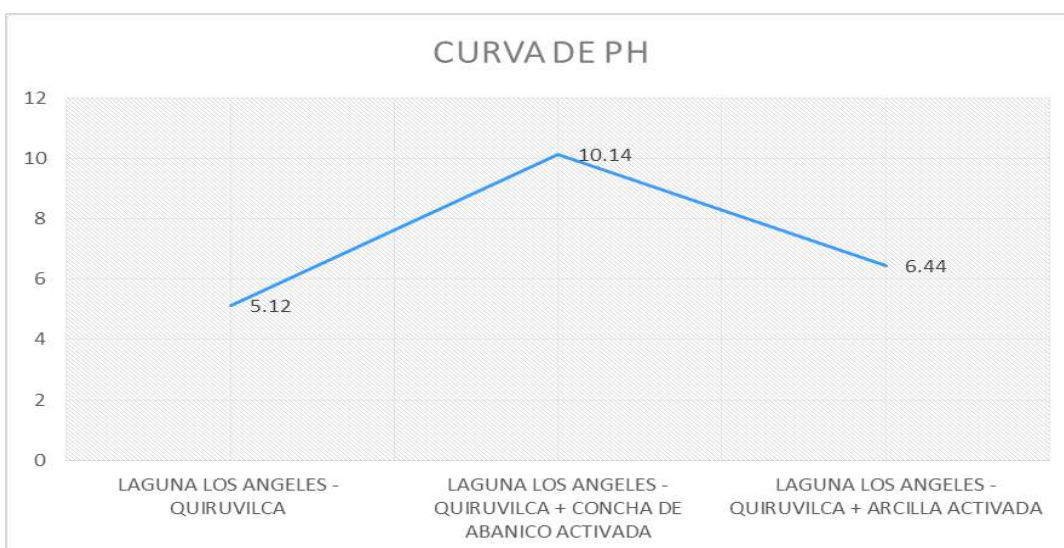
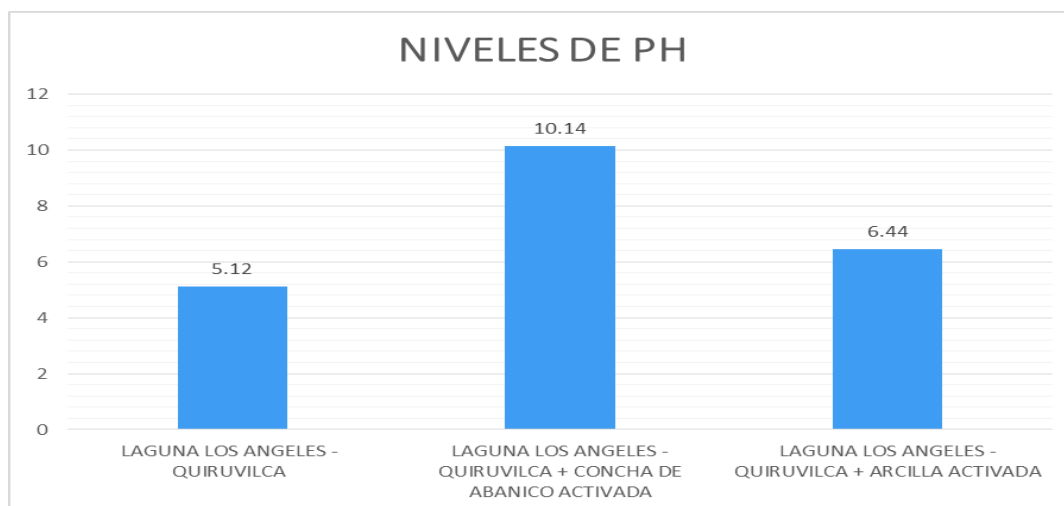
DESCRIPCION	pH
Agua de la Laguna Los Ángeles - Quiruvilca	5.12

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)

**TABLA XII:** pH Del agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca solo y adicionando materiales activados por separado.

DESCRIPCION	pH
<b>Agua Patrón- de la Laguna Los Angeles</b>	5.12
<b>Agua + Concha de Abanico Activada</b>	10.14
<b>Agua + Arcilla Activada</b>	6.44

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)

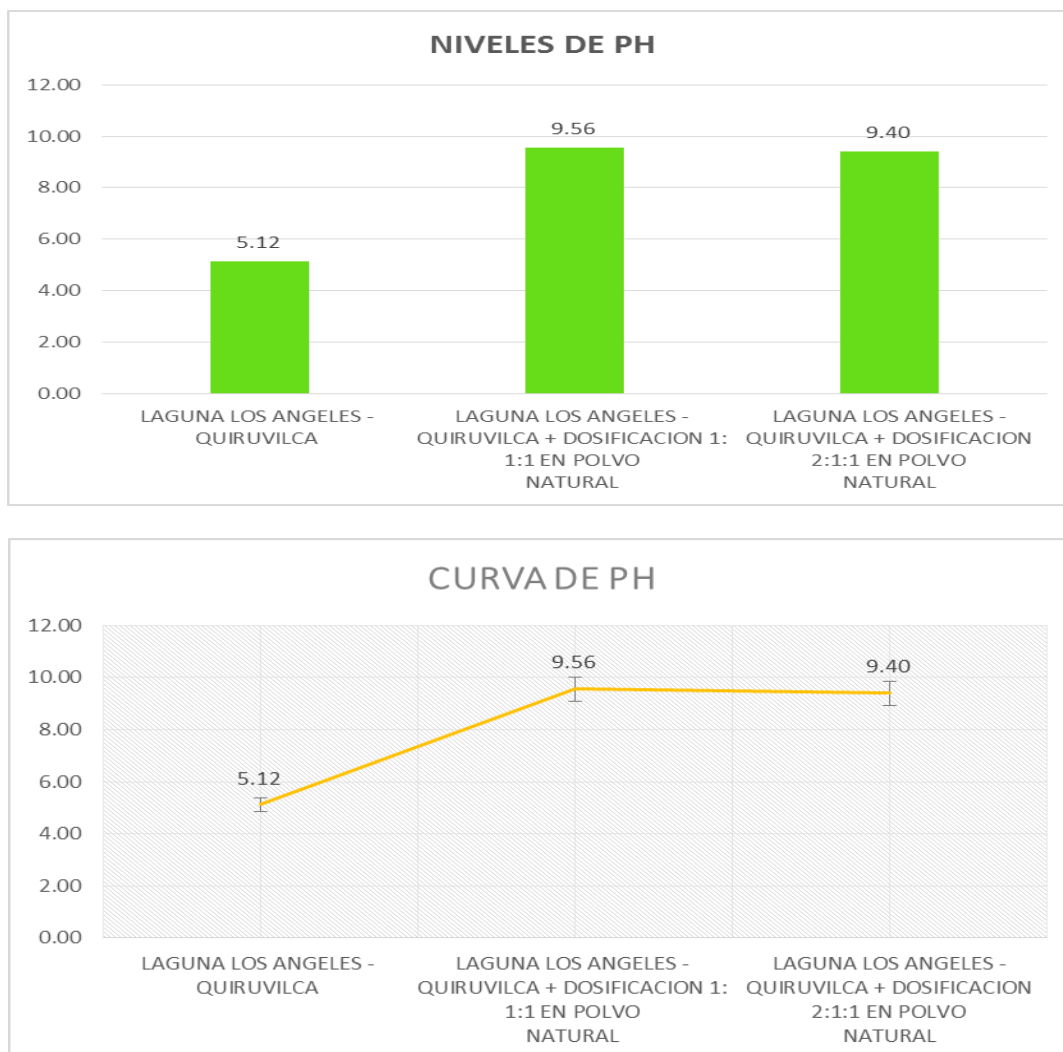


**FIGURA N°12:** pH de Agua Patrón solo y pH de Agua adicionando Materiales Activados por separado

**TABLA XIII:** pH Del agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca solo y adicionando el Compuesto Arcilla Concha de Abanico en Proporciones 1:1:1 y 2:1:1 en polvo sin activar

DESCRIPCION	pH
<b>Agua Patrón- de la Laguna Los Angeles</b>	5.12
<b>Agua + Dosificación 1:1:1 en polvo sin activar</b>	9.56
<b>Agua + Dosificación 2:1:1 en polvo sin activar</b>	9.40

*Fuente: Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)*

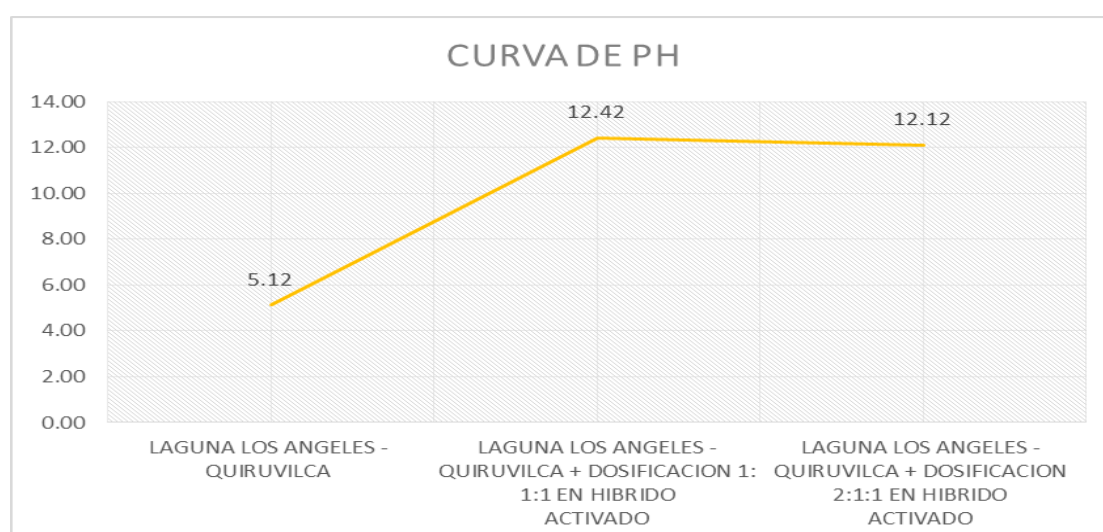
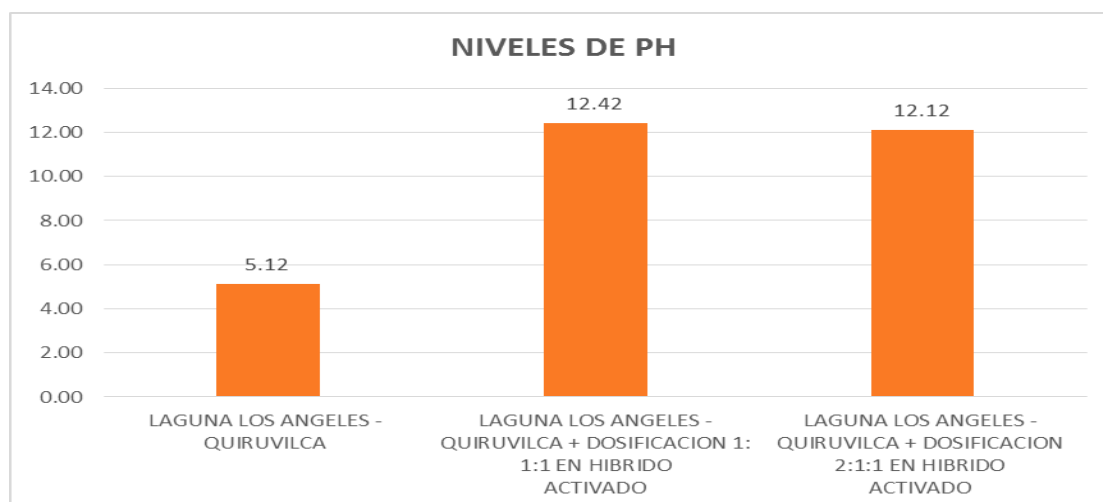


**FIGURA N°13:** pH de Agua Patrón y pH de Agua adicionando Compuestos 1:1:1 y 2:1:1 en polvo sin Activar

**TABLA XIV:** pH Del agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca solo y adicionando el Híbrido Arcilla-Concha de Abanico en esferas de 2mm en Proporciones 1:1:1 y 2:1:1 Activados

DESCRIPCION	pH
<b>Agua Patrón- de la Laguna Los Angeles</b>	5.12
<b>Agua + Dosificación 1:1:1 en Híbrido Activado</b>	12.42
<b>Agua + Dosificación 2:1:1 en Híbrido Activado</b>	12.12

*Fuente:* Laboratorio de Ensayos "COLECBI S.A.C" Nuevo Chimbote (2017)



**FIGURA N°14:** pH de Agua Patrón y pH de Agua adicionando Compuestos 1:1:1 y 2:1:1 en Híbrido de 2mm Activado

## Aplicación de las pruebas de hipótesis t- Student y Chi-cuadrado

### Para nuestros resultados

**TABLA XV:** Prueba de hipótesis t- Student para resultados de pH del agua según proporciones de Arcilla y Concha de Abanico en diferentes momentos. Laguna Los Ángeles - Distrito de Quiruvilca.

Tratamiento	Momento		
	Antes	Después	Diferencia
<b>M 1:1:1</b>	5.12	12.42	-7.30
<b>M 2:1:1</b>	5.12	12.12	-7.00
<b>Media</b>	5.12	12.27	-7.15

*Fuente: Elaboración propia.*

$t = -47.667$	$p = 0.013$	$p < 0.05$
---------------	-------------	------------



**TABLA XVI:** Prueba de hipótesis Chi-cuadrado para resultados de pH del agua patrón y agua con Híbrido de Arcilla y Concha de Abanico en una proporción de 1:1:1. Laguna Los Ángeles, Distrito de Quiruvilca.

Tratamientos	Nivel de PH
M patrón	5.12
M 1:1:1	12.42

$$X^2_{\text{obs}} = 3.038199 \quad \text{gl}=1 \quad \text{p}=0.081$$

**TABLA XVII:** Prueba de hipótesis Chi-cuadrado para resultados de PH del agua patrón y agua con Híbrido de Arcilla y Concha de Abanico en una proporción de 2:1:1. Laguna Los Ángeles, Distrito de Quiruvilca.

Tratamientos	Nivel de PH
M patrón	5.12
M 2:1:1	12.12

$$X^2_{\text{obs}} = 2.842228 \quad \text{gl}=1 \quad \text{p}=0.09181$$

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La arcilla de Santa Clara de Tulpo – Quiruvilca que fue lavada, secada en horno de laboratorio a 110°C por 24 horas se determinó los límites de Atterberg (Tabla 11). Con estos valores obtenidos se puede apreciar que el índice de plasticidad fue de 15.34%, graficando este índice de plasticidad y el límite líquido de 47.45% en el diagrama de Holtz y Kovacs (figura N°08), se puede apreciar que se trata de una arcilla de alta plasticidad. Dicho diagrama también nos indica en una primera aproximación que la arcilla es una Montmorillonita, pero aún no se sabe en qué proporciones y a que otros minerales esta asociada.

En la (figura N°09) en la curva Termo Gravimétrico (TGA). De la Concha de Abanico. Se puede observar la pérdida de masa de la concha de abanico con el incremento de temperatura de 700°C a partir del cual el material comienza a descomponerse y a perder un total de 45% de masa respecto al inicial. Cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.

En la (figura N°10) en la curva Termo Calorimétrico (DSC). De la Concha de Abanico. Se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 100 y 200° C posteriormente se muestra una intensa absorción de calor a 900° C con gran posibilidad de ocurrir cambio estructurales y en la propiedad del material. De acuerdo a estas 2 curvas que nos brinda el (ATD) determinamos que la temperatura de calcinación de la Concha de Abanico será entre 700 y 900° C.

En la (figura N°11) en la curva Termo Gravimétrico (TGA) de la Arcilla. Se puede observar la pérdida de masa de la Arcilla indicando dos perdidas mas pronunciadas en los rangos de temperatura entre 70 y 120° C y entre 460 y 550° C a partir del cual el material comienza a descomponerse y a perder un total de 13% de masa respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

En la (figura N°12) en la curva Termo Calorimétrico (DSC) de la Arcilla. Se muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 110° C y a 205° C, posteriormente se muestra un pico endotérmico ligero a aproximadamente 540° C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material. De acuerdo a estas 2 curvas que nos brinda el (ATD) determinamos que la temperatura de calcinación de la Arcilla será entre 460 y 550° C.

Estos dos análisis de ATD tanto de la Concha de Abanico como de la Arcilla fueron hechos utilizando un equipo SetSys - Evolution, con capacidad máxima de 1600° C. Donde la tasa de calentamiento fue de 20°C/min, en un rango de trabajo de 25-900° C.

En los resultados de los análisis de Fluorescencia De Rayos X de la Concha de Abanico. (Tabla 14). El proceso de activación nos permite obtener un biomaterial altamente reactivo con un 83.92% de Oxido de Calcio (CaO) y un 13.87% de Oxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Lo más importante de esta activación empleada es que permitió obtener un material extremadamente limpio. Es decir, es un material con una pureza de 83.92% de Oxido de Calcio (CaO). Este material libre de impurezas y con esa temperatura de activación 800° C permitiría combinarse adecuadamente con la arcilla para dar paso a un compuesto micropososo aglomerante.

En los resultados de los análisis de Fluorescencia De Rayos X de la Arcilla. (Tabla 15). El proceso de activación nos permite obtener un biomaterial con un 80.05% de Oxido de Sílice (SiO<sub>2</sub>) y un 9.71% de Oxido de Calcio (CaO) también un 8.28% de Oxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Lo más importante de esta activación empleada es que permitió obtener un material limpio. Es decir, es un material con una pureza de 80.05% de Oxido de Silicio. Este material libre de impurezas y con esa temperatura de activación 530° C permitiría combinarse adecuadamente con la Concha de Abanico para dar paso a un compuesto micropososo aglomerante.

En los resultados del pH inicial del agua de la laguna Los Ángeles – Quiruvilca, se reporta un nivel de 5.12 de pH. (Tabla 16). Según este resultado apreciamos que el agua de la laguna Los Ángeles – Quiruvilca no se encuentra dentro de los límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica, por lo tanto no cumple con el reglamento de la calidad del agua para el consumo humano. DS N° 031-2010-SA. Este resultado refleja un pH ligeramente ácido lo cual tiene efecto en la salud de los seres vivos, porque cuando hay un desequilibrio en el pH, aparecen enfermedades y cuando se pierde este equilibrio, nuestro cuerpo no puede seguir trabajando, pudiendo llegar hasta la muerte. El exceso de ácido en el cuerpo crea un ambiente en el que se favorece la descomposición celular, debilitando todos los sistemas del cuerpo, y permitiendo prosperar a enfermedades. El consumo de una agua con un pH ácido hace que nuestro cuerpo comience a buscar la manera de abastecerse de minerales (principalmente calcio, carbonato y magnesio) para lograr recuperar la neutralidad. El inconveniente es que para hacer esto, extraerá estos minerales de nuestros huesos, llegando

así a enfermedades como la (osteoporosis) y vasos sanguíneos (arteriosclerosis asociada). Organización Mundial de la Salud (WHO/SDE/WSH/03.04/12).

En los resultados de pH de los análisis que se hizo en el laboratorio de Control de Calidad “COLECBI S.A.C”. Se usó un gramo de cada material por separado, de manera independiente en 500ml de agua de la laguna Los Ángeles – Quiruvilca. Dichos resultados son favorables para elevar el pH siendo el valor inicial de 5.12 que se observa en la (Tabla 16); al adicionarle la Arcilla activada mecánicamente el pH se elevó a 6.44 y adicionando polvo de Concha de Abanico activada mecánicamente el pH se elevó a 10.14. (Tabla 17).

En los resultados para determinar la eficiencia del compuesto en polvo sin activar en aguas de la laguna Los Ángeles – Quiruvilca. Se realizó el método de juego de jarras (Patricia G, et al - 2009). En nuestro caso utilizamos el equipo de juego de jarras de la Universidad San Pedro, del laboratorio de Química. Empleamos 3 tiempos de trabajo (3corridas). El compuesto en polvo sin activar fue mezclado a 100rpm por 2 minutos. (Para remover de manera rápida el material). A 50rpm por 15minutos. (Para homogenizar las soluciones) y el reposo por 15minutos (Para que los sólidos se precipiten, decanten). Se observa que obtenemos como resultado que con 1gr de compuesto en polvo sin activar en 500ml de agua en proporción 1:1:1 elevamos el pH a 9.56 y en proporción 2:1:1 elevamos el pH a 9.40. (Tabla 18).

En los resultados para determinar la eficiencia del Híbrido activado en esferas de (2mm) en aguas de la laguna Los Ángeles – Quiruvilca. Se realizó el método de juego de jarras (Patricia G, et al - 2009). En nuestro caso utilizamos el equipo de juego de jarras de la Universidad San Pedro, del laboratorio de Química. Empleamos 3 tiempos de trabajo (3corridas). El Híbrido activado en esferas de (2mm) fue mezclado a 100rpm por 2 minutos. (Para remover de manera rápida el material). A 50rpm por 15minutos. (Para homogenizar las soluciones) y el reposo por 15minutos (Para que los sólidos se precipiten, decanten). Se observa que obtenemos como resultado que con 1gr de Híbrido activado en esferas de (2mm) en 500ml de agua en proporción 1:1:1 elevamos el pH a 12.42 y en proporción 2:1:1 elevamos el pH a 12.12. (Tabla 19).

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 el híbrido de Arcilla y Concha de Abanico es diferente de 0, por lo que podemos indicar que el material

compuesto es efectivo para la elevar el Potencial de Hidrógeno (pH) en el agua de la Laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca. (Tabla 20).

Después de aplicar la prueba de hipótesis Chi-cuadrado para prueba de diferencia de una muestra, podemos decir que las cantidades de pH en el agua de la laguna Los Ángeles de Quiruvilca, tiende a ser mayor cuando se aplica el híbrido de Arcilla y Concha de Abanico en proporciones de 1:1:1. (Tabla 21).

Después de aplicar la prueba de hipótesis Chi-cuadrado para prueba de diferencia de una muestra, podemos decir que las cantidades de pH en el agua de la laguna Los Ángeles de Quiruvilca, tiende a ser mayor cuando se aplica el Híbrido de Arcilla y Concha de Abanico en proporciones de 2:1:1. (Tabla 22).

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Se realizó el ensayo de Límites de Atterberg para conocer el grado de plasticidad de la Arcilla de la localidad de Santa Clara de Tulpo, el cual es una arcilla de alta plasticidad, según diagrama de Holtz y Kovacs es una Montmorillonita.
2. El rango de calcinación de la concha de abanico esta entre 700° C a 900° C según ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
3. El rango de calcinación de la Arcila esta entre 460° C a 550° C según ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
4. Según el ensayo de fluorescencia de rayos X el Polvo de la Concha de Abanico que fue activado a 800<sup>0</sup> C durante 1 hora. Nos indica que es un material con alta pureza de óxido de calcio (CaO). Obteniendo la capacidad estructural necesaria para los ensayos.
5. Según el ensayo de fluorescencia de rayos X el Polvo de la Arcilla que fue activado a 530<sup>0</sup> C durante 1 hora. Nos indica que es un material con alta pureza de Oxido de Sílice (SiO<sub>2</sub>). Obteniendo la capacidad estructural necesaria para los ensayos.
6. El agua de la laguna los Ángeles del Distrito de Quiruvilca de la Provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad. En la actualidad tiene un pH de 5.12 por eso no cumple con el parámetro del límite máximo permisible de la calidad organoléptica según el Decreto supremo N° 031-2010-SA.
7. La proporción 1:1:1 es la más relevante porque eleva el pH de 5.12 a 12.42 de igual manera no cumple con el límite máximo permisible de acuerdo al Reglamento de la calidad de agua para Consumo Humano. Pero resultado ser la proporción más efectiva.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer investigaciones en diferentes tipos de arcillas con alta plasticidad y con el pH más elevado, para que a la hora de conformar el híbrido su alcalinidad nos ayude en el momento de nuestra remediación.
2. Probar con temperaturas de calcinación mayor a 800 ° C para la concha de abanico.
3. Probar con temperaturas de calcinación mayor a 530 ° C para la Arcilla.
4. Se recomienda tener precaución con el tiempo de almacenamiento del agua natural cuanto más pronto se analiza mejor, si no puede haber errores en los análisis a realizarse, de ser de otro modo se recomienda refrigerar la muestra.
5. Se recomienda tener mayor cuidado con el híbrido activado, evitar los choques térmicos, no dejar que adquiera humedad, conservarlo herméticamente ya que podría cambiar sus propiedades funcionales.
6. Se recomienda realizar un análisis físico – químico del agua de la laguna Los Ángeles del Distrito de Quiruvilca de la Provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad. Para así conocer su composición química de esta agua.
7. Se recomienda buscar otras fuentes de aguas superficiales en otros lugares donde la muestra sea mas acida, a fin de que pueda emplearse de mejor manera el híbrido remediador.
8. Probar con más dosificaciones y menos peso del híbrido, para ver la eficiencia del material y no solo lograr elevar el pH si no estabilizarlo que sería lo mejor a la hora de cumplir con los estándares del reglamento de Calidad del agua para consumo humano DS N°031 – 2010 – SA.

## VI. DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día, a mi familia por apoyarme en cada decisión, en cada trabajo, por creer en mí, por estar en los días más difíciles como estudiante. No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a su apoyo incondicional, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos.

También expresar mi agradecimiento a mi docente de tesis, Ing. Rogelio Castañeda Gamboa, y al Dr. Cesar Julián Benítez por su asesoramiento, orientación y apoyo incondicional, en el desarrollo de este proyecto de investigación. De igual manera a los docentes en general de la escuela de Ing. Civil de la universidad San Pedro.

*Harlin Haydin Valderrama Meza.*



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abastecimiento y Calidad de Agua (2001).** Tecnologías Apropriadas de Agua y Saneamiento.
- Antipolis S, Valrose P.** (2015), del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Química y Biotecnia –Marruecos, en su artículo: *“las propiedades de arcillas marroquíes para el retiro de arsénico (v) de solución acuosa”*
- Arboleda Valencia Jorge.** (2000). Teoría y Práctica de la Purificación del Agua. Editorial Alfaomega: Santafe de Bogota.
- Barrenechea Alvarado M.** (2004). Tratamiento del agua. Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión: Lima-Perú.
- Blas, W., Avendaño, S. & Prieto, M.** (2002). Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*) en la Bahía de Paracas. Recuperado de [www.unfv.edu.pe/site/ocinv/pdf\\_catalogo/2002.pdf](http://www.unfv.edu.pe/site/ocinv/pdf_catalogo/2002.pdf)
- Decreto Supremo 2009 que aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – Minam ECA.**
- Gadd, G.** (2008). Biosorción: *“Revisión crítica de la lógica científica, importancia ambiental e importancia para el tratamiento de la contaminación”* J Chem TechnoloBiotechnol.
- García, E.** (2012). *Las arcillas: propiedades y usos.* Recuperado de: <http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm>
- George Washington "Barney" Crile.** (2011). Cancer and Common Sense. Kent State University Press: Cleveland.

**Hurtado Angel, Augusto.** (2016). Tratamiento de agua ácida, mediante fitorremediación. Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad de Ingeniería Ambiental: Lima-Perú.

**Idarraga. F. (2014). Universidad Nacional de Colombia**

**Ingeniería de Tratamiento de Aguas Residuales, (2009), “Mecanismos depurativos típicos en tratamientos de fitodepuración”.**

**ITGE (1988). Aporte en Minería y Medio Ambiente.** Del Instituto Geológico y Minero de España.

**Lima, (2012).** Ministerio del ambiente, Viceministerio de gestión ambiental. **Dirección general de calidad ambiental.**

**Masdeu, J. 2013. Los efectos de la acidez en la salud.** Recuperado de <http://www.naturopatamasdeu.com/los-efectos-de-la-acidez-en-la-salud/>

**Maximo Villon Béjar.** (2010). Hidráulica de Canales. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Agrícola: Lima-Perú.

**Ministerio de Producción (PRODUCE).** Recuperado de <http://www.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/publicaciones/informe-sobre-la-acuicultura-en-el-peru.pdf>

**Nathaly Famiglietti.** (2014). caracterización y composición de la arcilla. Universidad Simón Bolívar: Missouri.

**OMS, 2003:** pH in drinking-water. 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).

**ORDÓÑEZ SUÁREZ, José Luis. (2001)** con su investigación titulada “**procesos y tecnologías emergentes de remediación de aguas subterráneas contaminadas con disolventes clorados**”

**PNUMA, ERCE, UNESCO. 2008.**

**Quím. Barrenechea. A. (2010).** “**Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua**”.

**R.J. N° 010-2016-ANA, AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA.**

**Rodríguez Mayor, L. (2001).** Tratamiento de aguas: procesos biológicos. Documentación Curso de Verano UCLM “**Procesos tecnológicos en el tratamiento de aguas**”.

**Sandra Marcela Vidal Henao. (2010).** Evaluación de la efectividad del filtro a base de arcilla y plata coloidal en la potabilización de agua. Universidad Tecnológica de Pereira de la facultad de Tecnología Química: Pereira-Colombia.

**SENA y Ministerio de Desarrollo Económico. (2002).**

**Sowers, (1979).** Grado de plasticidad del suelo. Recuperado de:  
<http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/11/normal-0-false-false-false.html>

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

**USGS. EPA. (2004).** **La Ciencia del Agua.**

**Villaseñor, J. (2001).** Tratamiento físico-químico de aguas. Documentación Curso de Verano UCLM “**Procesos tecnológicos en el tratamiento de aguas**”.

**Volesky, 2003; Park et al. 2010; Das, 2010; Mudhoo et al., 2011.**

# ANEXOS

**ANEXO 01**  
**ENSAYO DE LÍMITES**  
**DE ATTERBERG**



# USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40 (NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"REMEDIACION DEL PH DE LA LAGUNA LOS ANGELES USANDO ARCILLA Y CONCHA DE ABANICO TULPO - SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD"		
SOLICITA:	VALDERRAMA MEZA, HARLIN		
DISTRITO:	LA LIBERTAD	HECHO	USP
PROVINCIA:	LA LIBERTAD	FECHA	03/07/2017
		FORMATO	-

### DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA	: N° 01
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	: 1.60

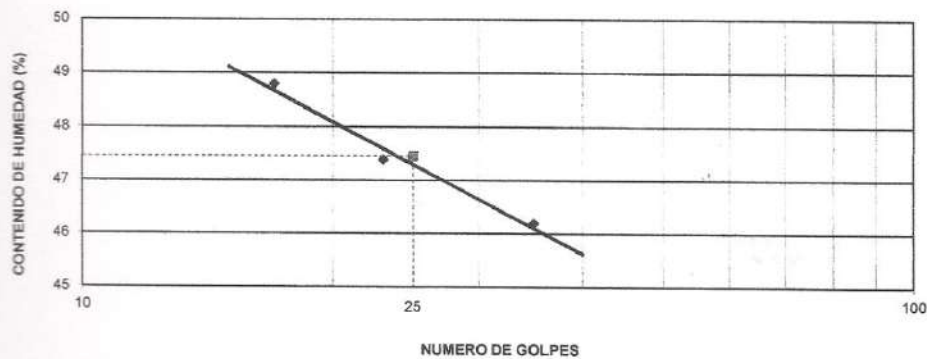
### LÍMITE LÍQUIDO

N° TARRO		10	20	32
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		44.47	57.45	54.72
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		38.46	47.69	46.07
PESO DE AGUA (g)		6.01	9.76	8.65
PESO DEL TARRO (g)		26.14	27.09	27.34
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.32	20.60	18.73
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		48.78	47.38	46.18
NUMERO DE GOLPES		17	23	35

### LÍMITE PLÁSTICO

N° TARRO		35	36
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		32.19	31.72
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30.93	30.65
PESO DE AGUA (g)		1.26	1.07
PESO DEL TARRO (g)		27.06	27.27
PESO DEL SUELO SECO (g)		3.87	3.38
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		32.56	31.66

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	47.45
LIMITE PLASTICO	32.11
INDICE DE PLASTICIDAD	15.34



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FILIAL HUANUCO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
Y BIENIO DE MATERIALES

*Inq. Lucio Y. Depaz Bailón*  
CIP: 169453  
JEFE



**ANEXO 02**  
**REPORTE DE CALCINACION**  
**DE HIBRIDO EN ESFERAS DE 2mm**



**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

SOLICITADO POR : VALDERRAMA MEZA HARLIN  
 ASUNTO : Calcinación de Muestras  
 FECHA DE RECEPCION : 18/12/17  
 FECHA DE ENTREGA : 19/12/17

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Hibrido de arcilla y concha de abanico 1:1:1	Calcinación	800	30 min	13.90	7.4

Chimbote, 19 de diciembre de 2017



*Osland*





**UNIVERSIDAD  
SAN PEDRO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ANÁLISIS DE LABORATORIO**

SOLICITADO POR : VALDERRAMA MEZA HARLIN  
 ASUNTO : Calcinación de Muestras  
 FECHA DE RECEPCION : 18/12/17  
 FECHA DE ENTREGA : 19/12/17

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Hibrido de arcilla y concha de abanico 2:1:1	Calcinación	800	30 min	17.10	10.5

Chimbote, 19 de diciembre de 2017



*[Handwritten signature]*

**ANEXO 03**  
**ENSAYO DE ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL**  
**(ATD)**  
**DE LA CONCHA DE ABANICO**



Trujillo, 23 de octubre del 2017

**INFORME N° 116 - OCT 17**

Solicitante: Valderrama Meza Harlin-- Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

**1. MUESTRA:** Concha de abanico (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-116O	47.6 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: 47.6 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

*Danny M. Chávez Novoa*  
  
 Danny M. Chávez Novoa

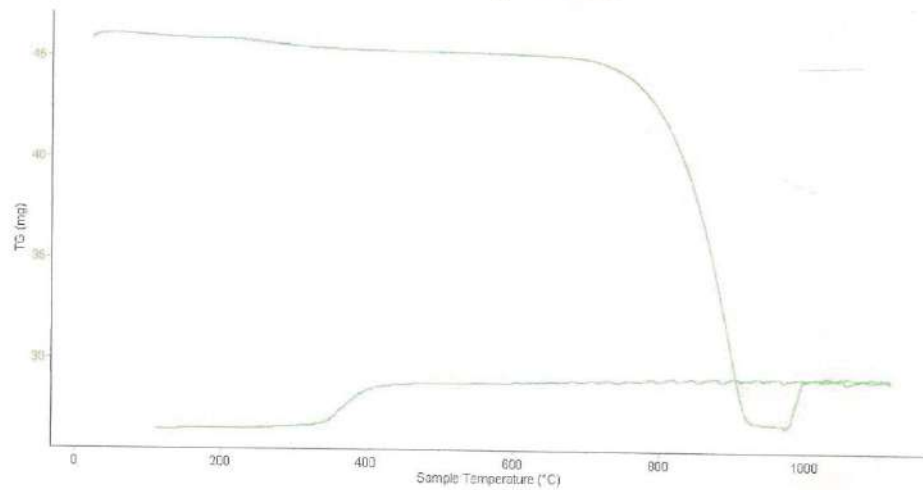


Trujillo, 23 de octubre del 2017

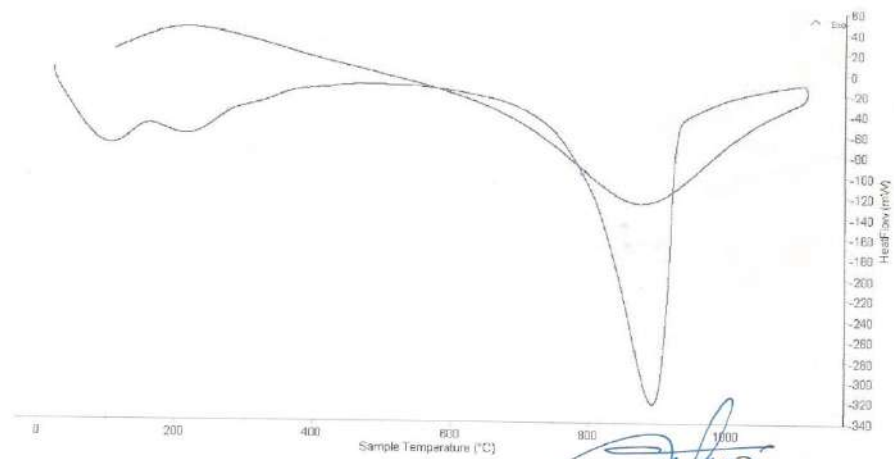
INFORME N° 116 - OCT 17

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD



*Danny M. Chávez Novoa*  
Danny M. Chávez Novoa



Trujillo, 23 de octubre del 2017

**INFORME N° 116 - OCT 17**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una importante estabilidad térmica correspondiente a una mantención de la masa del material a altas temperaturas hasta aproximadamente 700°C a partir del cual el material comienza a descomponerse térmicamente. El material llega a perder un total de 45% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 100°C y en torno a 220 °C, posteriormente se muestra una intensa absorción de calor a 900°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 23 de octubre del 2017



Danny M. Chávez Novoa

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

**ANEXO 04**  
**ENSAYO DE ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL**  
**(ATD)**  
**DE LA ARCILLA**



Trujillo, 31 de Mayo del 2017

**INFORME N° 71 - MAY 17**

**Solicitante:** Valderrama Meza Harlin - Universidad San Pedro

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

**Supervisor:** .....

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

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	AM-71M	36.2 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: 36.2 mg.

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa

Danny M. Chávez Novoa

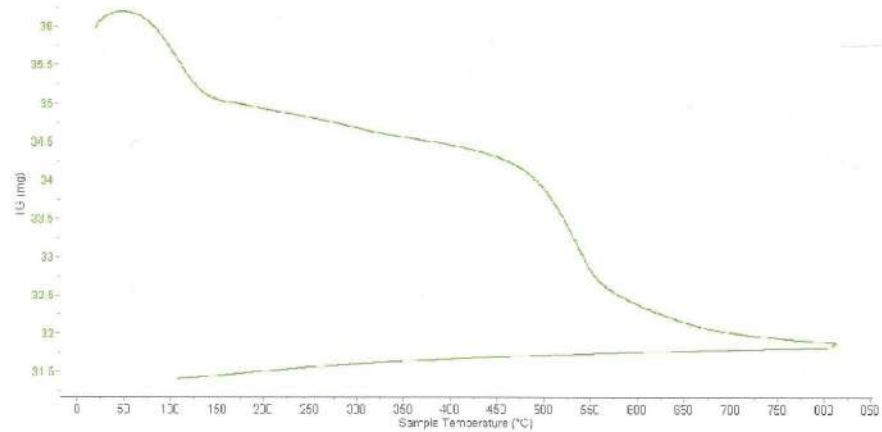


Trujillo, 31 de Mayo del 2017

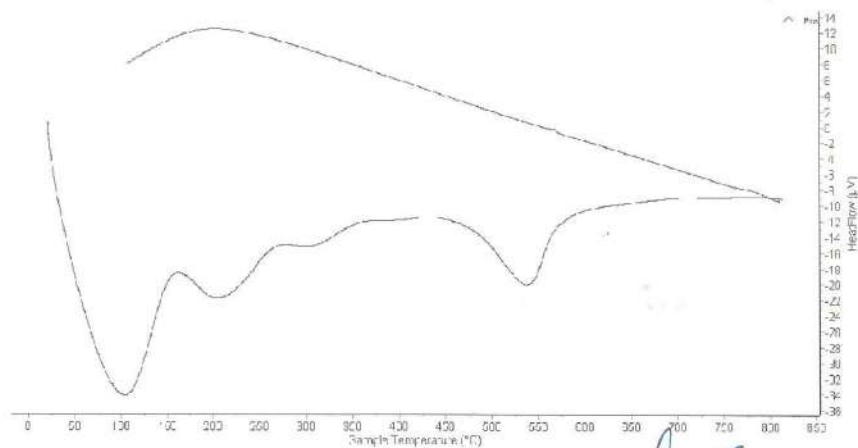
INFORME N° 71 - MAY 17

#### 4. Resultados:

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



##### II- Curva Calorimétrica ATD



*Danny M. Chávez*  
Danny M. Chávez N.º





Trujillo, 31 de Mayo del 2017

**INFORME N° 71 - MAY 17**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos pérdidas más pronunciadas en los siguientes rangos de temperatura entre 70 y 120°C y entre 460 y 550°C, el material llega a perder un aproximado de 13 % de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico de absorción térmica a aproximadamente 110°C y a 205°C, posteriormente se muestra un pico endotérmico ligero a aproximadamente a 540°C lo que podría demostrar posibilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 31 de Mayo del 2017



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

*Danny M. Chávez Novoa*  
R. O. P. 19873

**ANEXO 05**  
**ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE**  
**RAYOS X**  
**DE LA CONCHA DE ABANICO**



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

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

**Informe N°114-LAQ/2017**

**Análisis de una muestra de ceniza de concha de abanico por FRXDE**

**Introducción.**

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. **Valderrama Meza, Harlin Haydín**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Remediación del pH en la Laguna de Los Ángeles Usando Arcilla y Concha de Abanico.”**

La muestra está en forma de grano fino de: color blanco.

**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 7780 cts/s

Esta técnica 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 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

#### **Resultados.**

En la Figura 1se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de concha de abanico. 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.*

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



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

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

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de concha de abanico en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
$Al_2O_3$	10.075	13.875
$SiO_2$	0.501	0.690
$SO_2$	0.667	0.919
$ClO_2$	0.089	0.123
$K_2O$	0.075	0.104
$CaO$	60.988	83.920
$TiO_2$	0.008	0.011
$Cr_2O_3$	0.006	0.008
$Fe_2O_3$	0.016	0.022
$Ni_2O_3$	0.008	0.011
$CuO$	0.005	0.007
$ZnO$	0.009	0.012
$SrO$	0.130	0.179
$ZrO_2$	0.007	0.010
$BaO$	0.069	0.095
Totales	72.566	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la ceniza puede contener compuestos de Na y Mg que esta técnica no detecta y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.



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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

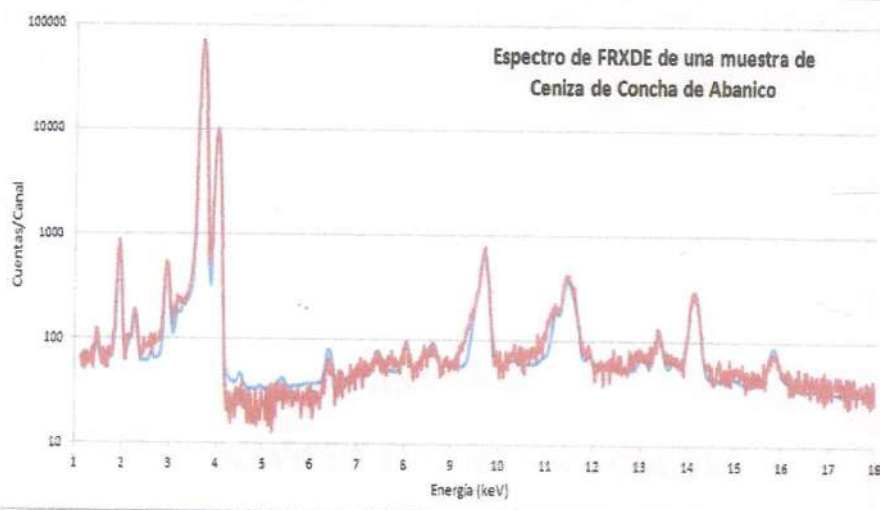


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de ceniza de concha de abanico en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Archeometría



Lima, 18 de diciembre del 2017

**ANEXO 06**  
**ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE**  
**RAYOS X**  
**DE LA ARCILLA**



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

#### Informe N°115-LAQ/2017

#### Análisis de una muestra de arcilla de Tulpo por FRXDE

##### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de arcilla de Tulpo a pedido del Sr. Valderrama Meza, Harlín Haydín, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

**“Remediación del pH en la Laguna de Los Ángeles Usando Arcilla y  
Concha de Abanico.”**

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

##### Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 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 2900 cts/s

Esta técnica 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 0a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la





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

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
**Laboratorio de Archeometría**

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

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

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

**Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de arcilla de Tulpo. 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.

La Tabla I muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalcarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



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

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

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de arcilla de Tulpo en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.690	8.288
SiO <sub>2</sub>	54.961	80.057
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.087	0.126
SO <sub>2</sub>	0.354	0.515
ClO <sub>2</sub>	0.085	0.124
K <sub>2</sub> O	0.398	0.580
CaO	6.671	9.717
TiO <sub>2</sub>	0.028	0.041
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.005	0.009
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.006	0.009
MnO	0.007	0.010
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.316	0.460
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.002	0.002
ZnO	0.007	0.011
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.007	0.011
SrO	0.012	0.018
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.003	0.004
ZrO <sub>2</sub>	0.011	0.019
Totales	68.552	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% indicando que la ceniza puede contener compuestos de Na y Mg que esta técnica no detecta y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para aclarar esta situación se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra.



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

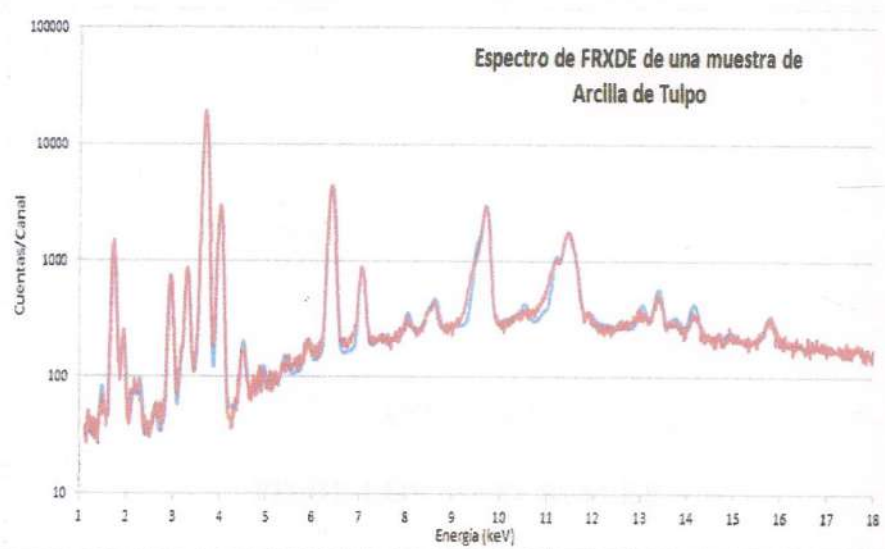


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de arcilla de Tulpo en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 18 de diciembre del 2017

**ANEXO 07**  
**PH DE LOS MATERIALES**



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° 20170626-009

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: HARLIN VALDERRAMA MEZA.
DIRECCIÓN	: Villa España Mz W Lote 18 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA NATURAL SUPERFICIAL.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-06-26
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-06-26
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2017-06-26
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 170626-7

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Laguna Los Angeles – Quiruvilca	5,12

(\*\*) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

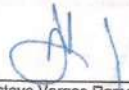
**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Junio 27 del 2017.  
GVR/jms

  
A. Gustavo Vargas Ramos  
Gerente de Laboratorios  
C.B.P. 326  
COLECBI S.A.C.



**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° 20171219-005**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: HARLIN VALDERRAMA MEZA.
DIRECCIÓN	: Villa España Mz W Lote 18 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: <b>ABAJO INDICADOS.</b>
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-12-19
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-12-19
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2017-12-19
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 171219-3

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Concha de Abanico Natural - Chimbote	9,86
Concha de Abanico Activada - Chimbote	13,85

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value, Electrometric Method.

**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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Percible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 20 del 2017.  
GVR/jms

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 326  
 COLECBI-S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

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



**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° 20170626-009A**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : HARLIN VALDERRAMA MEZA.  
DIRECCIÓN : Villa España Mz W Lote 18 Chimbote.  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestra.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-06-26  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-06-26  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-06-26  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 170626-7

**RESULTADOS**


MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Arcilla Natural - Tulpo	7,64
Arcilla Activada - Tulpo	5,33

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**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.
  - No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.
- Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Junio 27 del 2017.  
GVR/jms

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

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

**ANEXO 08**  
**PH DEL AGUA ADICIONANDO LOS MATERIALES**





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° 20170630-006A**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: HARLIN VALDERRAMA MEZA.
DIRECCIÓN	: Villa España Mz W Lote 18 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-06-30
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-06-30
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2017-06-30
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 170630-5

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Laguna Los Angeles – Quiruvilca + Concha de Abanico Activada	10,14
Laguna Los Angeles – Quiruvilca + Arcilla Activada	6,44

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

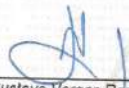
pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Julio 01 del 2017.

GVR/jms

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 326  
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



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° 20171219-004**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : HARLIN VALDERRAMA MEZA.  
DIRECCIÓN : Villa España Mz W Lote 16 Chimbote.  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.  
CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frasco de plástico con tapa.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-12-19  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-12-19  
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-12-19  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 171219-3

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Laguna Los Angeles + Dosificación 1:1:1 en polvo	9,56
Laguna Los Angeles + Dosificación 2:1:1 en polvo	9,40

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEVWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**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.
- No afecta al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 20 del 2017.

GVR/jms

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 326  
 COLECBI S.A.C.

LG-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



**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° 20171219-004A**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: HARLIN VALDERRAMA MEZA.
DIRECCIÓN	: Villa España Mz W Lote 18 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: ABAJO INDICADOS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 02 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En frasco de plástico con tapa.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2017-12-19
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2017-12-19
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2017-12-19
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio de Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 171219-3

**RESULTADOS**

MUESTRAS	ENSAYO
	PH
Laguna Los Angeles + Dosificación 1:1:1 en híbrido	12,42
Laguna Los Angeles + Dosificación 2:1:1 en híbrido	12,12

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

**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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 20 del 2017.  
GVR/jms

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

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

**ANEXO 09**  
**REPORTE DE MONITOREO DE LA LAGUNA LOS**  
**ANGELES**  
**(BARRIDO DE METALES)**



Registro N° LE - 011

**Información General**

Matriz: Agua  
 Solicitud de Análisis: Contrato N° 40-2015-ANA-OA (Set-1143)  
 Muestreado por: Cliente  
 Procedencia: Cuenca Tablachaca - Afluente del Santa - ALA Santiago de Chuco

Identificación de Laboratorio: S-0001195019  
 Tipo de Muestra: Agua Superficial  
 Identificación de Muestra: LAng1  
 Fecha de Recepción/Inicio de Análisis: 2015-09-25  
 Fecha y hora de Muestreo: 2015-09-24 12:00

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).			
<b>Microbiología</b>			
# Coliformes Termotolerantes (N)- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed.	2015-09-28		
Num. Coliformes Termotolerantes		ND(<1,8)	NMP/100 mL
<b>Química</b>			
Aceites y Grasas en Agua. EPA Method 1664 A-1999	2015-10-01		
Aceites y Grasas (2L)		ND(<1)	mg/L
Cianuro Libre en Agua. Analysis Chemistry-CN (Validado), Junio 2008	2015-10-05		
Cianuro Libre		ND(<0,004)	mg/L
DBO5 en Aguas. EPA Method 405.1, Revised March 1983	2015-09-30		
DBO5		ND(<3)	mg/L
Fenoles en Agua. SMEWW Part 5530-C, 22nd Ed 2012	2015-09-29		
Fenoles (Rango Bajo)		ND(<0,000 7)	mg/L
Mercurio Total en Agua. EPA Method 245.7(Val), Febrero 2005	2015-10-10		
Mercurio Total		ND(<0,000 1)	mg/L
Metales Totales en Agua. EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	2015-10-10		
Aluminio Total		0,363	mg/L
Antimonio Total		ND(<0,006)	mg/L
Arsénico Total		ND(<0,007)	mg/L
Bario Total		0,009 7	mg/L
Berilio Total		ND(<0,000 5)	mg/L
Boro Total		ND(<0,008)	mg/L
Cadmio Total		ND(<0,001)	mg/L
Calcio Total		2,441	mg/L
Cobalto Total		ND(<0,001)	mg/L
Cobre Total		ND(<0,002)	mg/L

F120151014190857

J-00186127

pág 3 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.



Registro N° LE - 011

Análisis	Fecha de Fin de Análisis	Resultado	Unidad
N.D.: Significa No Detectable al nivel de cuantificación indicado en el paréntesis ( ).			
<b>Química ( Continúa... )</b>			
Cromo Total		ND(<0,001)	mg/L
Estaño Total		ND(<0,003)	mg/L
Estroncio Total		0,011 5	mg/L
Fósforo Total		0,01	mg/L
Hierro Total		0,232	mg/L
Litio Total		ND(<0,001)	mg/L
Magnesio Total		0,306	mg/L
Manganeso Total		0,048	mg/L
Molibdeno Total		ND(<0,002)	mg/L
Níquel Total		ND(<0,002)	mg/L
Plata Total		ND(<0,002)	mg/L
Plomo Total		ND(<0,001)	mg/L
Potasio Total		0,26	mg/L
Selenio Total		ND(<0,006)	mg/L
Sodio Total		0,62	mg/L
Talio Total		ND(<0,007)	mg/L
Titanio Total		ND(<0,001)	mg/L
Vanadio Total		ND(<0,001)	mg/L
Zinc Total		0,089	mg/L
N-Amoniacal en Agua. SMEWW Part 4500-NH3-F, 22nd Ed 2012	2015-10-01		
N - Amoniacal		0,02	mg/L
N-Nitrato en Agua. EPA Method 352.1, Revised March 1983	2015-10-30		
N - Nitrato		0,10	mg/L
Sólidos Totales en Suspensión en Agua. SMEWW Part 2540-D, 22nd Ed 2012	2015-10-05		
Sólidos Totales en Suspensión		11	mg/L

F/20151014190857

J-00186127

pág 4 de 5

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito de NSF Envirolab. Solamente los documentos originales son válidos y NSF Envirolab no se responsabiliza por la validez de las copias. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto ni la autorización de uso de la Marca NSF. Los resultados se refieren únicamente a los elementos analizados, en la condición de muestra recibida por el laboratorio.

## 12. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

### SUBCUENCA DEL RIO TABLACHACA

#### Laguna Verde 1

En el punto LVerd1 ubicado en el sector Callacuyan, distrito de Quiruvilca, a la salida de la Laguna Verde 1; se observaron aguas claras, con escasa vegetación y poca espuma en las orillas (Fotografía N° 1). No se verifica actividad acuícola, ni presencia de actividad ganadera adyacente a la laguna. Tampoco se pudo identificar algún tipo de vertimiento industrial o poblacional.

En el agua superficial de la laguna, se encontró el parámetro pH fuera del rango del ECA-Agua, con un valor ácido (pH: 4.57), así como el zinc (Zn: 0.043 mg/L); los demás parámetros evaluados si cumplieron con los ECA para agua.

#### Laguna Verde 2

El punto LVerd2, se ubica en el sector Callacuyan, distrito de Quiruvilca y recibe aporte de las aguas de la Laguna Verde 1; en la salida del cuerpo de agua evaluado, se observaron aguas claras, con escasa vegetación y poca espuma en las orillas (Fotografía N° 2). No se verifica actividad acuícola, ni presencia de actividad ganadera adyacente a la laguna. Tampoco se pudo identificar algún tipo de vertimiento industrial o poblacional.

El parámetro pH se encontró fuera del rango del ECA-Agua, con un valor ácido (pH: 4.50); por otro lado se registró el valor de OD: 4.87 mg/L, inferior al valor establecido por la norma, en tanto los parámetros zinc (Zn: 0.066 mg/L) y nitrógeno amoniacal (N-NH3: 0.03 mg/L), se encontraron sobre el valor establecido; los demás parámetros evaluados si cumplieron con los ECA para agua.

#### Laguna Verde 3

En el punto LVerd3 ubicado en el sector Callacuyan, distrito de Quiruvilca, a la salida de la Laguna Verde 1; se observaron aguas claras, con escasa vegetación y poca espuma en las orillas (Fotografía N° 3). No se verifica actividad acuícola, ni presencia de actividad ganadera adyacente al cuerpo de agua evaluado; tampoco se pudo identificar algún tipo de vertimiento industrial o poblacional.

El parámetro pH se encontró fuera del rango del ECA-Agua, con un valor ácido (pH: 4,19); por otro lado se registró el valor de zinc (Zn: 0.054 mg/L) y nitrógeno amoniacal (N-NH3: 0.03 mg/L), sobre el valor establecido; los demás parámetros evaluados si cumplieron con los ECA para agua.

#### Laguna Los Ángeles

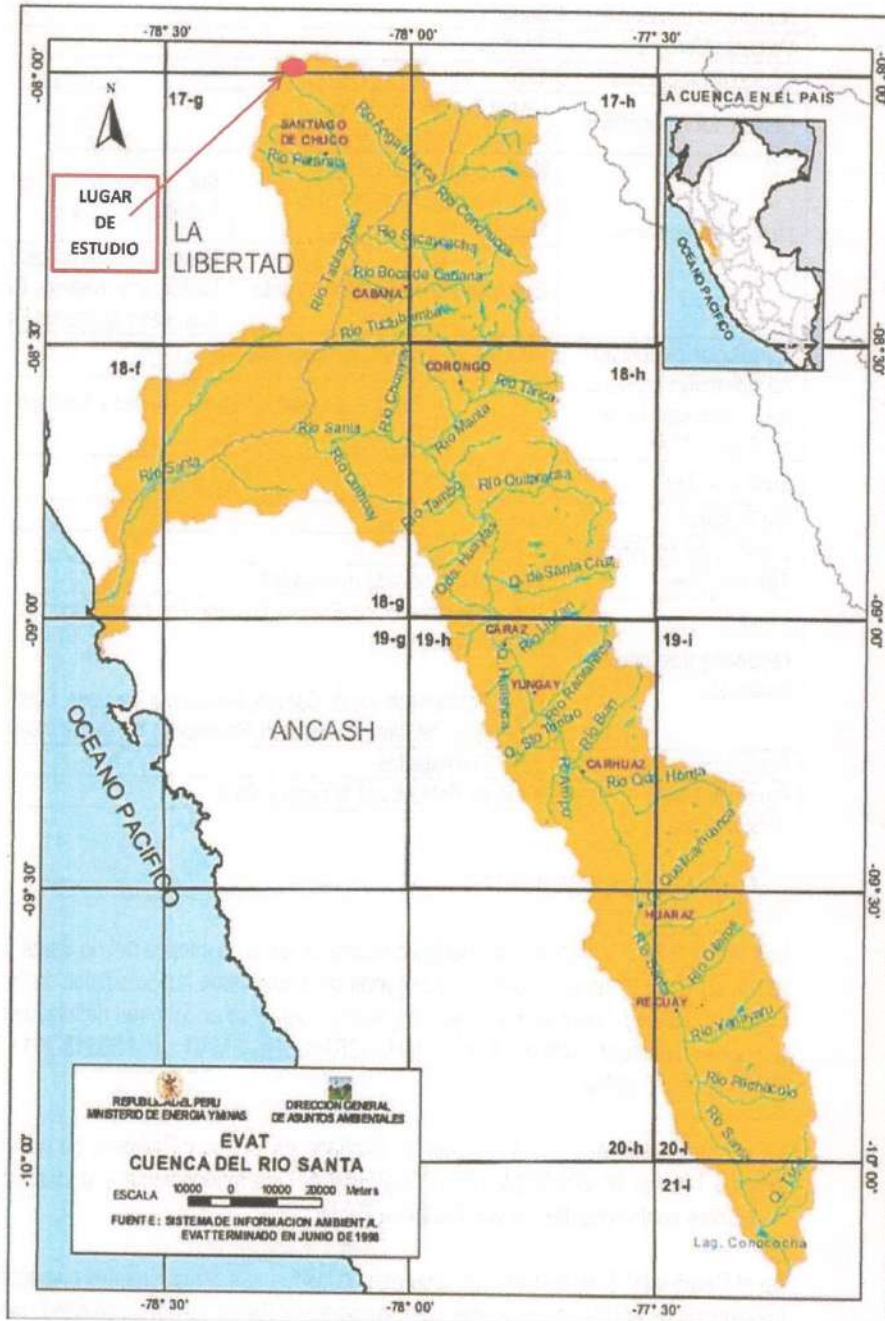
La Laguna Los Ángeles se ubica en el sector Callacuyan, distrito Quiruvilca y recibe aporte de las aguas de la Laguna Verde 2 y la Laguna Verde 3. En el punto LAng1 ubicado a la salida de la laguna Los Ángeles; se observaron aguas claras, con escasa vegetación y poca espuma en las orillas (Fotografía N° 4). No se verifica actividad acuícola, ni presencia de actividad ganadera adyacente a la laguna. Tampoco se pudo identificar algún tipo de vertimiento industrial o poblacional.

En el punto LAng1 del agua superficial de la laguna se encontró el parámetro de campo pH fuera del rango del ECA-Agua, con un valor ácido (pH: 4,46) así como el zinc (Zn: 0.089 mg/L), el cual superó lo establecido en la norma; los demás parámetros evaluados si cumplieron con los ECA para agua.



**ANEXO 10**  
**PLANO DE UBICACIÓN DE LA LAGUNA LOS**  
**ANGELES**







**PANEL  
FOTOGRAFICO**

## EXTRACCIÓN DE LA ARCILLA

- **DATOS DE LA ZONA**
- **Ubicación** : SANTA CLARA DE TULPO.
- **Distrito** : MOLLEBAMBA.
- **Provincia** : SANTIAGO DE CHUCO.
- **Departamento** : LA LIBERTAD.
- **Elevación** : 3.134 m.s.n.m.



*Foto N° 01: Mapa de la ubicación de la Zona en donde se realizara la calicata para extraer la Arcilla de Santa Clara de Tulpo (Google Eart 2018)*



*Foto N° 02: Localización en la cantera de Arcilla*



*Foto N° 03: Extracción de la muestra de Arcilla*

- **EXTRACCION DE MUESTRA DE AGUA SUPERFICIAL**

- **DATOS DE LA ZONA:**

- **Ubicación** : LAGUNA LOS ANGELES
- **Provincia** : SANTIAGO DE CHUCO
- **Departamento** : LA LIBERTAD
- **Elevación** : **4100** m.s.n.m



*Foto N° 04: Ubicación de la zona en donde se muestrea el Agua de la Laguna Los Ángeles - Quiruvilca*



*Foto N° 05: Laguna Los Ángeles - Quiruvilca*



*Foto N° 06: extracción de las muestras de agua de la laguna Los Ángeles - Quiruvilca*

- LAVADO DE LA ARCILLA



*Foto N° 07: Arcilla Natural Pulverizada en mortero antes de lavarlo*



*Foto N° 08: Lavando la Arcilla*





*Foto N° 09: Arcilla lavada y puesta en reposo por 24 horas*



*Foto N° 10: Retirando el agua con ayuda de una manguera y luego usamos una jeringa hipodérmica.*

- **SECADO DE LA ARCILLA**



*Foto N° 11: Colocamos la Arcilla Lavada al horno para su respectivo secado por 24 horas a 110° C*



*Foto N° 12: Retiramos la Arcilla secada por 24 horas en el horno, Observamos que la Arcilla adquirió la forma de galletas.*

- **PULVERIZACIÓN DE ARCILLA**

Luego de que la arcilla se secó al horno, se pulverizó con ayuda de un mortero y se guardó herméticamente en bolsa de papel y frascos de vidrio.



*Foto N° 13: mortero utilizado para la pulverización de la arcilla*



*Foto N° 14: pulverizando la arcilla y pasado por la tela organza.*

- ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG



*Foto N° 15: Limite líquido*



*Foto N° 16: colocación de las  
muestras al horno*

- ENSAYO DE ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (ATD) UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO



**Foto N° 17:** Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT)



**Foto N° 18:** Equipo Analizador Térmico Simultáneo. Donde se realizó el (ATD) en el Laboratorio de Polímeros. Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

- CONCHA DE ABANICO



*Foto N° 19: Obtención de la Concha de Abanico en el mercado de peces de Chimbote. (2017).*



*Foto N° 20: Lavado de las Conchas de Abanico con agua pura y ayudándonos de una escobilla dejando bien limpias para su posterior utilización*



*Foto N° 21: Secado de la Concha de Abanico  
en un horno por 24 horas a 110° C*



*Foto N° 22: Programando el horno para  
secar por 24 horas*



*Foto N° 23: Retirando la Concha de Abanico después de 24 horas de secado*



*Foto N° 24: Molienda de la Concha de Abanico en estado Natural*



• **CALCINACION DE MIS MATERIALES PARA SU FLUORESCENCIA**



*Foto N° 25: pesado de los materiales antes de su calcinación*



*Foto N° 26: Calcinación de la Concha de Abanico a 800° C por 1 hora*



*Foto N° 27: Calcinación de la Arcilla a 530°  
C por 1 hora*



*Foto N° 28: Los 2 materiales después de ser calcinados por 1 hora, pasamos a  
dejar enfriar, con la ayuda del secador para evitar un Choque Térmico.*

• **MOLIENDA Y TAMIZADO POR LA MALLA N°200 DE MATERIALES  
ACTIVADOS PARA LA FLUORESCENCIA**



*Foto N° 29: Molienda de la Arcilla Activada y pasado por la tela organza. Para ayudarnos en el momento de tamizar por la malla N° 200.*



*Foto N° 30: Arcilla Tamizada por la malla N° 200 y depositado en las bolsas de papel para que no adquiera humedad y este conservado.*



*Foto N° 31: Molienda de la Concha de Abanico Activada y pasado por la tela organza. Para ayudarnos en el momento de tamizar por la malla N° 200.*



*Foto N° 32: Concha de Abanico tamizada por la malla N° 200 y depositado en las bolsas de papel para que no adquiera humedad y este conservado.*



*Foto N° 33: Pesado de materiales listos para el ensayo de  
**FLUORESCENCIA DE RAYOS X***

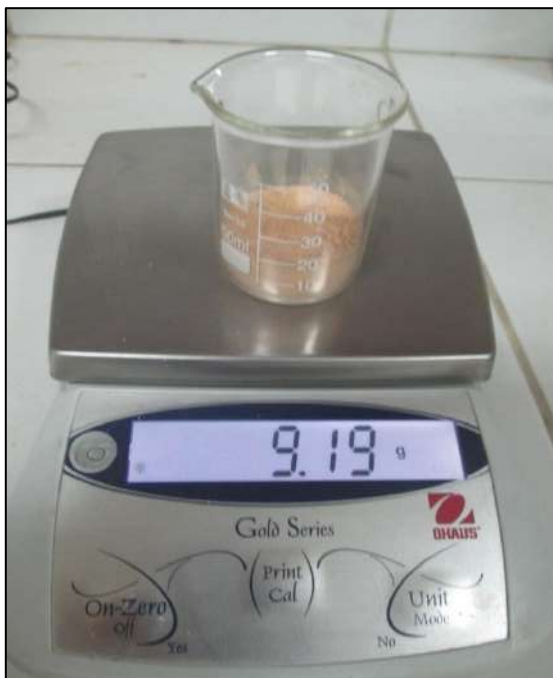


*Foto N° 34: Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de  
san Marcos, donde realizamos el ensayo de **FLUORESCENCIA DE RAYOS X***

- ELABORACION DE LAS ESFERAS DE 2 MM DE DIAMETRO.



*Foto N° 35: Materiales listos, usamos una balanza y un vaso de 50ml donde pesaremos nuestros materiales pero solo usaremos el volumen de 20ml para cada material*



*Foto N° 36: Pesamos de la Arcilla, empleamos un vaso de 50ml pero solo medimos 20ml de material y lo pesamos*



**Foto N° 37:** Pesamos de la Concha de Abanico, empleamos un vaso de 50ml pero solo medimos 20ml de material y lo pesamos



**Foto N° 38:** Pesamos de la Maicena, empleamos un vaso de 50ml pero solo medimos 20ml de material y lo pesamos



**Foto N° 39:** Después de pesar, pasamos a mezclar los 3 materiales de manera uniforme. Según la proporción que vamos a utilizar, en esta imagen apreciamos la proporción 1:1:1 Arcilla: Concha de Abanico: Maicena



**Foto N°40:** Una vez que la mezcla este completamente uniforme, Agregamos agua destilada en relación al Índice de Plasticidad de la arcilla para las diferentes proporciones a utilizar.





*Foto N°41: Después de agregar el agua moldeamos la mezcla en forma manual hasta hacerla en forma de una esfera y luego colocar en la prensa papas.*



*Foto N° 42: Presionamos la prensa papas poco a poco, hasta ver salir el material y con la ayuda de una aguja retiramos, para con la ayuda de la yema de nuestros dedos formar las esferas de 2mm*



*Foto N° 43: Obtención de esferas de 2mm. En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Listas para su respectiva Calcinación a 800° C durante 30min*



*Foto N° 44: Utilización del vernier para el control de calidad de nuestras esferas elaboradas en la medida de 2mm*



*Foto N° 45: Después de pasar el control de calidad con el vernier con la ayuda de una balanza pesamos el Híbrido en esferas de 2mm. Para su respectiva Activación Térmica*



*Foto N° 46: El Híbrido en esferas de 2mm. En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Se Activan Térmicamente a 800° C durante 30min*



*Foto N° 47: El Híbrido en esferas de 2mm. En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Activados Térmicamente, podemos observar como cambio su color*



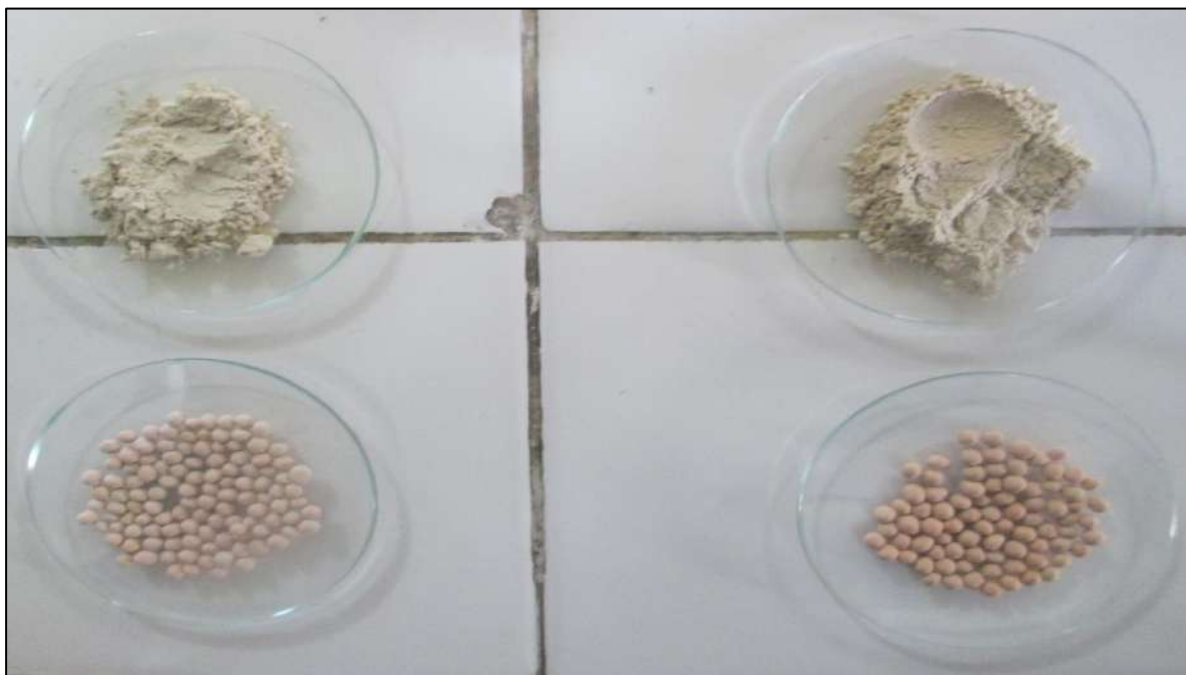
*Foto N° 48: Pasamos a pesar el Híbrido en esferas de 2mm. En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Activados Térmicamente después de salir de la mufla*



**Foto N° 49:** Pesamos 1 gramo del Compuesto en Polvo sin activar En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Para aplicar en los vasos de 500ml que estarán con agua de la laguna los Ángeles – Quiruvilca. En el equipo de juego de jarras de la USP.



**Foto N° 50:** Pesamos 1 gramo del Híbrido activado en esferas de 2mm en proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Para aplicar en los vasos de 500ml que estarán con agua de la laguna los Ángeles – Quiruvilca. En el equipo de juego de jarras de la USP.



*Foto N° 51: Materiales pesados en polvo sin Activar y en esferas de 2mm. Activados En proporciones 1:1:1 y 2:1:1. Listos para colocar dentro de los vasos del equipo de juego de jarras de la USP*



*Foto N° 52: Llenamos Agua de la Laguna Los Ángeles – Quiruvilca en cada vaso, solo 500ml de agua para luego aplicar el compuesto*



*Foto N° 53: Pasamos a colocar cada compuesto en un vaso apuntando el vaso respectivamente para luego hacer su análisis de pH de cada vaso*



*Foto N° 54: Observamos como cada compuesto aplicado en cada vaso se empieza a decantar y queda todo listo para empezar el trabajo*



*Foto N° 55: Empezamos con la primera corrida de 100 rpm por 2 minutos para remover de manera rápida el material*



*Foto N° 56: Empezamos con la segunda corrida de 50 rpm por 15 minutos para homogenizar las soluciones*





*Foto N° 57: Después de las 2 corridas, damos comienzo al reposo para que los sólidos se precipiten (decanen)*



*Foto N° 58: En el tiempo de reposo tenemos que ser muy cuidadosos con el tiempo ya que el control lo llevamos nosotros mismos*



**Foto N° 59:** Observamos como queda el compuesto decantado después de retirar el Agua de la Laguna Los Ángeles - Quiruvilca remediada



**Foto N° 60:** Una vez listas nuestras soluciones de Agua remediadas en el equipo de Juego de Jarras de la USP y bien identificadas. Lo llevamos al Laboratorio COLECBI para su respectivo Análisis de pH.