



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE
ALUMINOSILICATOS EN LA MINA DE LA COMUNIDAD SUCRE
PARA SU EVALUACIÓN EN LA ADSORCIÓN DE PLOMO”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: GLORIA ESTHEFANIA MIRANDA TORRES

DIRECTOR: Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez

Riobamba – Ecuador

2021

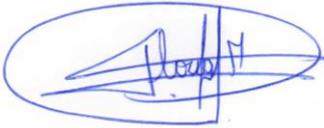
©2021, Gloria Esthefania Miranda Torres

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Gloria Esthefania Miranda Torres, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación: El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de enero del 2021



Gloria Esthefania Miranda Torres

060543411-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación técnico: **“CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ALUMINOSILICATOS EN LA MINA DE LA COMUNIDAD SUCRE PARA SU EVALUACIÓN EN LA ADSORCIÓN DE PLOMO.”**, de responsabilidad de señorita **GLORIA ESTHEFANIA MIRANDA TORRES** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Alcibar Medina Serrano PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: CARLOS ALCIBAR MEDINA SERRANO	2021/01/15
Ing. Diego Fernando Mayorga Pérez DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	DIEGO FERNANDO MAYORGA PEREZ Firmado digitalmente por DIEGO FERNANDO MAYORGA PEREZ Fecha: 2021.02.01 22:17:46 -05'00'	2021/01/15
Ing. Adrián Alejandro Rodríguez Pinos MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 Firmado electrónicamente por: ADRIAN ALEJANDRO RODRIGUEZ PINOS	2021/01/15

DEDICATORIA

A Dios a mis padres Carlos y Gloria, a mis hermanos Janneth e Ivan quienes han sido el pilar fundamental de mis logros estando conmigo en todo momento siempre apoyándome y brindándome su amor incondicional, a mi sobrina Sofía la niña de mis ojos, a mi cuñado Jonney por sus consejos, a mi mascota copito mi pequeño amor, a mi familia y a mi bello ángel Leticia Torres quien trajo luz a este mundo y esa luz permanecerá viva dentro de nuestros corazones.

Gloria

AGRADECIMIENTO

El crecimiento personal no se logra solo con esfuerzo individual, agradezco a todas las personas que me han acompañado en todo momento, a mi familia y amigos motivándome a seguir adelante.

Agradezco a la ESPOCH por brindarme sus conocimientos y darme la oportunidad de formarme como profesional, además esta institución me permitió conocer a personas maravillosas que me han acompañado durante todo el camino universitario, en particular Carlita que nunca me dejó sola.

Muy especialmente agradezco a mi tutor de tesis Ing. Diego Mayorga quien me ayudó para que este trabajo se realice de la mejor manera, brindándome su apoyo incondicional.

Agradezco al Ing. Adrián Rodríguez por el soporte, la acertada orientación crítica que me permitió un buen aprovechamiento al presente trabajo.

Agradezco al Dr. Jorge Silva por su inestimable ayuda y paciencia desde el comienzo de este trabajo de investigación, sus aportaciones han sido de mucha importancia.

Gloria

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	2
1.1 Identificación del Problema.....	2
1.2 Justificación de la Investigación.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	5
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2 Marco Conceptual.....	8
2.2.1 <i>Contaminación del agua</i>	8
2.2.1.1 <i>Tratamientos de aguas residuales con plomo</i>	8
2.2.2 <i>Mineral</i>	10
2.2.4.1 <i>Clasificación de los minerales</i>	10
2.2.4.2 <i>Silicatos</i>	11
2.2.3 <i>Aluminosilicatos</i>	11
2.2.4 <i>Metales tóxicos</i>	12

2.2.5	<i>Propiedades químicas del plomo</i>	12
2.2.5	<i>Adsorción</i>	12
2.2.5.1	<i>Isoterma de adsorción</i>	13
2.3	Hipótesis y especificación de variables	15
2.3.1	<i>Hipótesis General</i>	15
2.3.2	<i>Hipótesis Específicas</i>	15
2.4	Identificación de variables	15
2.4.1	<i>Variables Independientes</i>	15
2.4.2	<i>Variables Dependientes</i>	16
2.5	Operacionalización de variables	17
2.6	Matriz de consistencia	19
2.7	Tipo y diseño de la investigación	21
2.8	Unidad de Análisis	21
2.9	Población de estudio	21
2.10	Tamaño de la muestra	21
2.11	Selección de muestra	22
2.12	Técnicas de recolección de datos	22
2.12.1	<i>Secado</i>	24
2.12.2	<i>Eliminación de carbonatos</i>	26
2.12.3	<i>Eliminación de materia orgánica</i>	28
2.12.4	<i>Análisis de granulometría por mallas, Norma ASTM D422-63</i>	28
2.12.5	<i>Granulometría por Hidrómetro, Norma ASTM D 422-63</i>	29
2.12.5.1	<i>Curva granulométrica</i>	30
2.12.6	<i>Microscopia electrónica de barrido</i>	30
2.12.7	<i>Análisis por Difracción de Rayos x</i>	30
2.12.8	<i>Análisis por Fluorescencia de Rayos X</i>	31
2.12.9	<i>Estudio Cinético de adsorción</i>	31
2.12.9.1	<i>Preparación de solución acuosa de plomo</i>	31
2.12.9.2	<i>Dosificación del adsorbente</i>	31

2.12.10	<i>Isoterma de adsorción</i>	32
2.12.11	<i>Determinación de plomo por absorción atómica</i>	32
CAPÍTULO III		
3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	34
3.1	Aislación y purificación de los aluminosilicatos	34
3.2	Composición, morfología, tamaño de los aluminosilicatos	36
3.3	Capacidad de adsorción del aluminosilicato	41
CONCLUSIONES		45
RECOMENDACIONES		46
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Tipo de mineral en las provincias y su aplicación.....	6
Tabla 2-2: Tabla Operacionalización de variables.....	17
Tabla 2-3: Tabla Matriz de consistencia.....	19
Tabla 2-4: Condiciones experimentales para la adsorción de Plomo con Aluminosilicato	32
Tabla 2-5: Concentraciones iniciales del Plomo para el estudio de las isothermas	32
Tabla 3-1: Resultado del análisis químico del aluminosilicato.....	35
Tabla 3-2: Resultado del análisis de granulometría por tamizaje	35
Tabla 3-3: Resultado del análisis de granulometría por hidrometría	36
Tabla 3-4: Composición mineralógica del Aluminosilicato	38
Tabla 3-5: Análisis químico del Aluminosilicato	41
Tabla 3-6: Datos para la construcción de la curva de masas del aluminosilicato.	42
Tabla 3-7. Valores de pH del Aluminosilicato en la solución.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1. Mapa de ocurrencias de minerales no metálicos	6
Figura 2-2. Sistema de clasificación de isotermas	14
Figura 3-1. Mina Sucre	22
Figura 3-2. Tamizaje de la muestra.....	23
Figura 3-3. Disgregación de muestra	24
Figura 3-4. Pesaje de la muestra	25
Figura 3-5. Secado de la muestra	25
Figura 3-6. Adición de ácido acético a la muestra	26
Figura 3-7. Sedimentación de la muestra.....	27
Figura 3-8. Centrifugación de la muestra.....	27
Figura 3-9. Eliminación de materia orgánica.....	28
Figura 4-1. Micrografía de la muestra a magnificación de X1500	37
Figura 4-2. Micrografía de la muestra a magnificación de X1900	37
Figura 4-4. Estructura tridimensional del cuarzo	39
Figura 4-5. Estructura tridimensional de la Illita	40
Figura 4-6. Estructura tridimensional de la Dolomita.....	40

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1. Espectro de rayos X obtenidos por SEM-EDS	38
Gráfico 3-2. Efecto de la concentración inicial de Pb vs % de remoción de la muestra A	43
Gráfico 3-3. Efecto de la concentración inicial de Pb vs % de remoción de la muestra B	43
Gráfico 3-4. Isotherma de adsorción del Plomo con el aluminosilicato, muestra A	44
Gráfico 3-5. Isotherma de adsorción del Plomo con el aluminosilicato, muestra B	44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A RESULTADO DE ANÁLISIS DE TEXTURA DEL ALUMINOSILICATO EN EL
LABORATORIO ANAVANLAB

ANEXO B RESULTADO DEL ANALISIS DE GRANULOMETRIA POR HIDRÓMETRO EN
EL LABORATORIO ANAVANLAB

ANEXO C RESULTADO DEL ANALISIS DE GRANULOMETRIA POR HIDRÓMETRO EN
EL LABORATORIO ANAVANLAB

ANEXO D CERTIFICADO DE ANALISIS DE GRANULOMETRÍA ASTM DEL
LABORATORIO ANAVANLAB

ANEXO E RESULTADO DEL ANALISIS 18745 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO F RESULTADO DEL ANALISIS 18746 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO G RESULTADO DEL ANALISIS 18747 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO H RESULTADO DEL ANALISIS 18748 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO I RESULTADO DEL ANALISIS 18749 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO J RESULTADO DEL ANALISIS 18750 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU

ANEXO K RESULTADOS DE FRX DEL ALUMINOSILICATO

ANEXO L RESULTADOS DE DRX DEL ALUMINOSILICATO

RESUMEN

El trabajo de titulación tiene como objetivo la caracterización e identificación de los aluminosilicatos presentes en la comunidad Sucre perteneciente a la provincia de Tungurahua para su evaluación en la adsorción de plomo. Se tomó una muestra puntual, el material fue tratado para la eliminación de humedad, materia orgánica y carbonatos, a la muestra se tamizó por granulometría e hidrometría para obtener un tamaño de partícula inferior a 5µm. posteriormente la muestra fue tratada por difracción de rayos X, microscopia electrónica de barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva de rayos X y fluorescencia de rayos X. los resultados por difracción de rayos X mostro la presencia en mayor porcentaje de; cuarzo (33,7%), illita (31,74%), y dolomita (19,69%) además de otros componentes en pequeños porcentajes; puzolana amorfa, calcita, flogopita, andesina, hematita y hornblenda. En la microscopia electrónica de barrido se pudo observar partículas laminares que correspondían a la illita, mientras que en el análisis por espectroscopia de energía dispersiva de rayos X junto con la fluorescencia de rayos X mostraron el predominio de silicio sobre aluminio en composición además de la presencia de otros elementos como hierro, calcio, potasio, magnesio y sodio en menores concentraciones y titanio, manganeso, vanadio en concentraciones <1%. Después de la caracterización de la muestra se realizó la capacidad de adsorción para la remoción de plomo en agua utilizando 10 gramos de muestra obteniendo a una concentración inicial de 12 mg/L un 99% de remoción presentando una fuerte atracción intermolecular entre las moléculas del adsorbato.

Palabras clave: <IDENTIFICACIÓN>, <CARACTERIZACIÓN>, <PURIFICACIÓN>, <ALUMINOSILICATO> <ADSORCIÓN DE PLOMO>, <TUNGURAHUA (PROVINCIA)>.

DIEGO
FERNANDO
MAYORGA
PEREZ

Firmado
digitalmente por
DIEGO
FERNANDO
MAYORGA PEREZ
Fecha: 2021.02.01
22:17:46 -05'00'



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



22/12/2020

0518-DBRAI-UPT-2020

ABSTRACT

This study aims to characterize and identify the aluminosilicates present in the Sucre community in the province of Tungurahua for their evaluation in the adsorption of lead. A specific sample was taken, the material was treated to remove moisture, organic matter and carbonates, the sample was sieved using the granulometry and hydrometry method to obtain a particle size of less than 5 μ m. The sample was subsequently treated using X-ray diffraction, scanning electron microscopy (SEM), X-ray energy dispersive spectroscopy and X-ray fluorescence. The results by X-ray diffraction showed the presence in a higher percentage of; quartz (33.7%), illite (31.74%), and dolomite (19.69%), in addition to other components in small percentages; amorphous pozzolan, calcite, phlogopite, andesine, hematite, and hornblende. In the scanning electron microscopy, it was possible to observe laminar particles that corresponded to illite, while in the analysis by X-ray energy dispersive spectroscopy together with the X-ray fluorescence they showed the predominance of silicon over aluminium in composition in addition to the presence of other elements such as iron, calcium, potassium, magnesium and sodium in lower concentrations and titanium, manganese, vanadium in concentrations <1%. After characterization of the sample, the adsorption capacity for the removal of lead in water was performed using 10 grams of sample, obtaining at an initial concentration of 12 mg / L a 99% removal, presenting a strong intermolecular attraction between the adsorbate molecules.

Keywords: <CHARACTERIZATION>, <PURIFICATION>, <ALUMINOSILICATE>
<LEAD ADSORPTION>, <TUNGURAHUA (PROVINCE)>

INTRODUCCIÓN

Los aluminosilicatos son materiales que conforman las rocas de la corteza terrestre, están formados por óxidos de silicio, aluminio y otros compuestos de oxígeno como carbonatos en cantidades mínimas (Mendoza et al., 2007: pag. 647-651), al ser abundantes son baratos y constituyen la base del gran porcentaje de productos en la industria, debido a sus propiedades como hidratación, buena capacidad de adsorción, intercambio iónico entre otros. Presentan cargas negativas estructurales siendo adsorbentes naturales adecuados para inmovilizar componentes catiónicos. La contaminación de agua por los iones de metales pesados se ha convertido en un problema debido a la alta toxicidad ocasionando afectaciones al medio ambiente y a la salud pública. Típicamente la contaminación se genera por la actividad antropogénica asociadas a la metalurgia, minería, curtiembres, refinerías, fabricaciones de pinturas y agricultura es por ello que se desea emplear aluminosilicatos para la remoción de estos metales. Algunos iones de metales pesados son el Pb (II), Cu (II), Hg (II), Cr (VI), Cd (II) y Zn.

En el transcurso de los años en Ecuador se han impulsado estudios de aluminosilicatos para obtener estadísticas e inventarios relativos a la disponibilidad de minerales no metálicos, pero no se ha llegado a todos los sitios del país (Uribe, 2015). Es por ello que el presente trabajo tiene como finalidad identificar y caracterizar el aluminosilicato de la mina Sucre perteneciente a la provincia de Tungurahua examinar la capacidad de adsorción utilizando plomo. Se espera que el presente trabajo de titulación contribuya a obtener información de los tipos de minerales no metálicos que se encuentran en la mina Sucre y a futuras investigaciones a partir de este material de estudio.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1 Identificación del Problema

Las arcillas son uno de los componentes más abundantes de la superficie terrestre, contienen varios constituyentes formados por erosión de rocas y sedimentos, sus usos y propiedades dependen de su estructura y composición (Mineralogical, Physico-Chemical and Technological, 2017 pág. 3). Debido a su capacidad catalítica de neutralizar elementos químicos contaminantes, han sido usados para la adsorción de contaminantes, particularmente de metales pesados; visto que, en la actualidad, debido a la intensa actividad industrial y minera se genera aguas residuales que producen diferentes metales pesados ocasionando afectaciones al ecosistema debido a su vertimiento de estas aguas sin tratar a ríos. En Ecuador la Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE), es una actividad altamente dañina al medio ambiente, por ejemplo en la cuenca del río Puyango y en las proximidades a las zonas de minería de Portovelo y Zaruma, se han detectado problemas ambientales como la presencia de concentraciones altas de metales como el plomo en las aguas, sedimentos y biota acuática debido al vertimiento de estas (Foro Intergubernamental sobre Minería, Minerlaes, Metales y Desarrollo Sostenible (IGF), 2019 pág. 49).

Durante los últimos años el proceso de adsorción en el tratamiento de aguas se ha convertido en un método sencillo y económico para la remoción de contaminantes, puesto que es eficiente y económico en la remoción de iones metálicos de las aguas residuales (Carbonel, 2018). Se estima que en Ecuador el 50 % de los minerales de tipo arcilloso se utilizan para la fabricación artesanal de ladrillos y tejas satisfaciendo la demanda local, mientras que solamente un 15% de la riqueza mineral arcillosa es utilizada por el sector industrial productor de cerámica fina, el resto se encuentra en fase de determinación de factibilidad de uso y aplicación en el sector cerámico (Uribe, 2015 pág. 39). En la mina de la parroquia Sucre perteneciente a la provincia de Tungurahua, se encuentra un recurso no renovable, el cual, por desconocimiento de la población aledaña no se ha realizado un estudio adecuado para caracterizar los aluminosilicatos presentes en esta localización y su utilización en el tratamiento de aguas residuales. Por ello se desea realizar análisis pertinentes para determinar los tipos de aluminosilicatos con la finalidad de ver su utilidad y evaluar la capacidad de adsorción de plomo.

1.2 Justificación de la Investigación

La arcilla al ser un elemento con numerosas propiedades físico-químicas, tiene un amplio campo de aplicación como: alfarería, cerámica, agricultura, geo polímero de remediación ambiental, cuidado del cuerpo (máscaras y enjuague bucal), para uso médico (tratamiento de diarrea y úlcera gástrica) hasta en los procesos de remoción de metales, debido a su estructura porosa. En Ecuador, se encuentra una mina perteneciente a la comunidad Sucre del cantón Patate, la misma que no ha sido estudiada hasta el día de hoy, por tal motivo se ha considerado importante la identificación y caracterización del aluminosilicato para ver su efectividad en la adsorción de plomo.

Mediante la caracterización del aluminosilicato se podrá determinar el mineral que está presente en la mina, el cual beneficiará a la comunidad perteneciente a la zona antes mencionada, ya que la población del sector tendrá conocimiento del tipo de material que ellos poseen, y podrán darle una aplicación; esto generará beneficios económicos y creará fuentes de trabajo, mediante la aplicación de este recurso y su explotación del yacimiento.

Los equipos a utilizar para la identificación y caracterización del aluminosilicato son los siguientes: equipo Espectrofotómetro Infrarrojo (FT-IR) presente en el laboratorio de instrumental, Facultad de Ciencias ESPOCH, el cual se usará para el análisis cualitativo; el Microscopio Electrónico de Barrido para ver la forma, textura y composición química del aluminosilicato, el cual será utilizado en la Facultad de Mecánica ESPOCH, el equipo de Adsorción Atómica que nos generará datos de la concentración de plomo, este equipo será utilizado en la facultad de Recursos Naturales; el equipo de Difracción de Rayos X, para determinar la estructura cristalina que posee; el análisis por Fluorescencia de Rayos X para el análisis cuantitativo y cualitativo del mineral, al no encontrarse estos dos últimos equipos disponibles en la institución, los análisis serán realizados en laboratorios externos.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Caracterizar e identificar aluminosilicatos presentes en la mina de la Comunidad Sucre para su evaluación en la adsorción de plomo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Aislar y purificar los aluminosilicatos para su identificación.
- Determinar la composición, morfología, tamaño de los aluminosilicatos, mediante técnicas instrumentales.

- Establecer la capacidad de adsorción de los aluminosilicatos para la remoción de plomo en agua mediante un estudio batch.

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

El estudio de los aluminosilicatos en la última década ha dado un impulso notable, debido a sus interesantes propiedades para uso industrial: “En las comunidades de Ecuador estos minerales eran utilizados para alfarería y construcción, hasta inicios del siglo 90, cuando un grupo de cubanos arribaron al país recorriendo la costa ecuatoriana donde encontraron indicios de aluminosilicatos importantes para la industria. A finales de los años 90 se desarrolló un proyecto de investigación sobre las aplicaciones de las zeolitas naturales de la Formación Cayo, y comenzó a desarrollarse el proyecto denominado “Sustratos Ecológicos a Base de Zeolitas Naturales”, en el cual, dieron pautas para futuras investigaciones de este campo. En el 2006 investigadores de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), quienes cooperaron con el proyecto científico realizaron con el muestreo de rocas zeolitizadas del Cayo e involucraron a una nueva aplicación, la adsorción de contaminantes orgánicos” (Morante, 2004).

Conforme los años pasan en Ecuador se ha ido potenciando investigaciones de los aluminosilicatos, aun así, no se ha llegado a todos los territorios del país, ya que finales de la década noventa, en Ecuador se realizaron algunos esfuerzos para la obtención de estadísticas de inventarios relativos a la disponibilidad de minerales no metálicos, entre los que destacan el trabajo realizado por el extinto Instituto Ecuatoriano de Minería (INEMI), actual Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), en los que se encuentra un mapa de ocurrencias de minerales no metálicos en el Ecuador (Fig.2-1).

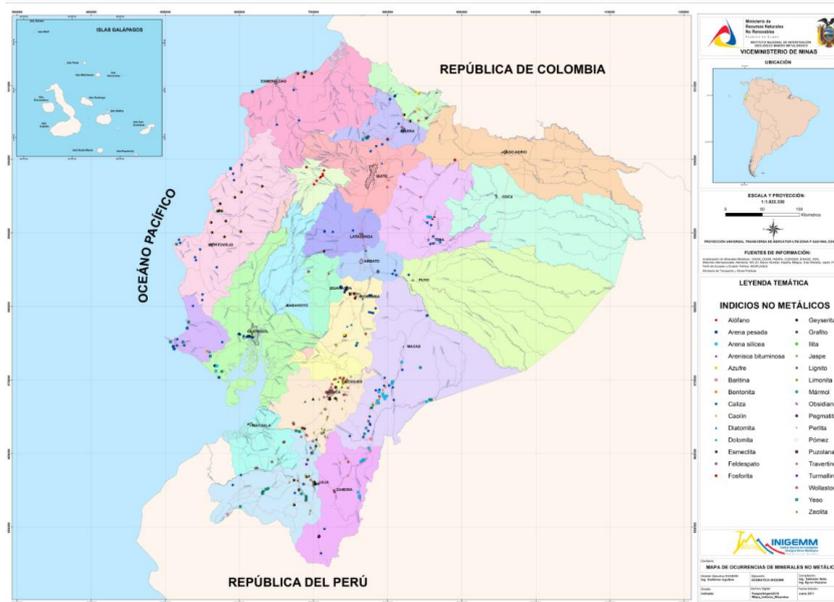


Figura 2-1. Mapa de ocurrencias minerales no metálicas en Ecuador

Fuente: IIGE, 2011.

Dentro de esta recolección se determinó el tipo de mineral y sus aplicaciones en las diferentes provincias (Tabla 2-1).

Tabla 2-1: Tipo de mineral en las provincias y su aplicación

Provincia	Tipo de mineral y aplicación
Azuay	Depósito de arcillas caoliniticas, esmécticas, su aplicación en fábricas de cerámica plana, artística y de vajillas.
Bolívar	Arcillas caoliniticas y feldespatos, exportan para ciudades como Riobamba y Guayaquil, y aplican en la fabricación de ladrillos
Cañar	Utilizan afloramiento de arcillas caoliniticas y feldespato. En Azogues y Pancho Negro se utilizan para la fabricación de ladrillos.
Carchi	Posee una industria cerámica, fabrican tejas ladrillos.
Cotopaxi	Se dedican a la fabricación artesanal de barro y alfarería
Chimborazo	Este sector está constituida por extensos depósitos de ceniza volcánica con componentes feldespáticos, en este sector se realizan la fabricación de ladrillos
El Oro	Posee materiales para la construcción como arcilla, gravas y rocas macizas; después del oro su segundo producto para la explotación es el feldespato.
Esmeraldas	Este sector se dedica a la fabricación de ladrillos artesanales
Guayas	En este sector se realiza la explotación de la piedra caliza, ya abundantes cuencas de arcilla, además en esta zona se realiza la fabricación artesanal de ladrillos o mecanizada.
Imbabura	Se encuentra la piedra caliza como materia prima para la fabricación del cemento.
Loja	Se explota materiales para la construcción como arcilla, arenas, gravas y rocas macizas y caolín.
Manabí	La industria minera no metálica no está muy desarrollada, sin embargo la demanda está satisfecha por la producción artesanal.

Morona Santiago	Se encuentran depósitos de arcillas caoliníticas de buena plasticidad como el cuarzo, caolinita y muscovita, además se encuentran afloramientos de arcilla común para la fabricación de ladrillos y tejas.
Napo	Existe afloramientos de calizas y arcillas, carbonato de calcio, yeso, bentonita, y diatomita, se detectó feldespatos y caolín de buena calidad.
Pastaza	Importantes reservas de caolín, sílice, arcillas y calizas.
Pichincha	Es una provincia no muy rica en minerales, ahí se realiza la fabricación de ladrillos y tejas, la mayoría de los producto viene de fábricas artesanales.
Zamora Chinchipe	Existen material de arena sílicea y feldespato
Tungurahua	Se encuentra la principal ladrillera mecanizada que elabora ladrillos prensados.

Fuente: Uribe, Rafael, 2015

Realizado por: Miranda, Esthefania, 2020.

En Ecuador en la comunidad Sucre perteneciente a la provincia de Tungurahua se encuentra una mina (Fig. 2-2), en la cual no se ha identificado sus componentes en cuanto al tipo de aluminosilicato, por lo que se pretende realizar su análisis respectivo y aportar con información de esta zona. Está mina está ubicada al norte del cantón Patate a 2 km del parque nacional Llanganates, su poblado se desarrolla a una altura de 2740 m.s.n.m. Sus límites son: norte: parroquia Marcos Espinel y la provincia del Napo; sur: Patate y la parroquia el Triunfo; este: parroquias Rio Negro y Rio Verde (cantón Baños de Agua Santa); oeste: parroquia Baquerizo Moreno (cantón Píllaro) y parroquia Los Andes.(Pazmiño, 2015).

Según el Censo de Población de Vivienda (CPV) realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la Parroquia Sucre tiene una población de 1800 habitantes, sus actividades diarias mayoritariamente están enfocadas en la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, un porcentaje muy bajo se dedica a la alfarería, el cual utilizan como materia prima el aluminosilicato de la mina que se encuentra a 45 minutos caminando desde la parroquia ya mencionada.

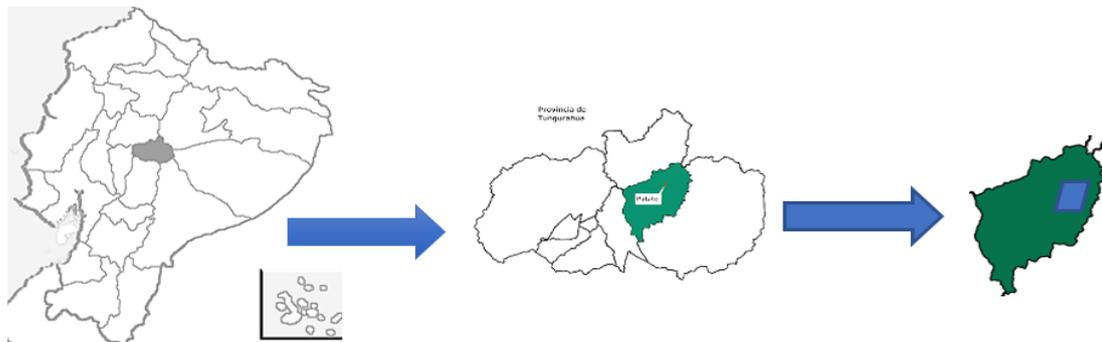


Figura 2-2. Recorrido desde la Parroquia Sucre hasta la mina

Fuente: Google, 2020.

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Contaminación del agua

La contaminación del agua se puede clasificar por su naturaleza o por origen, dentro de su origen se distinguen distintas fuentes naturales como el aporte de sal a un lago por el arrastre desde yacimientos sedimentarios salinos y otras fuentes artificiales como el vertido de aguas residuales en un río (Hierro et al., 2017: pag.7).

En la actualidad las aguas residuales producidas por intensas actividades industriales contienen diversos metales pesados como el plomo; ocasionando contaminación del ecosistema acuático, el resultado del vertimiento de estas aguas sin tratar es una de las principales preocupaciones de los gestores ambientales, debido a su alta toxicidad y persistencia (Carbonel Ramos, 2018 pág. 253). Existe contaminación por plomo en los flujos de residuos acuosos de muchas industrias como la fabricación de baterías de almacenamiento, impresión, pinturas, pigmentos, vidrio emplomado, en la minería, metalurgia y reciclaje.

En la afectaciones de la salud el plomo tiene la particularidad de acumularse en la sangre, y tiene un alto grado de toxicidad sus efectos neurotóxicos hace que una intoxicación más leve que sea, pueda ocasionar un daño cerebral (Carbotecnia, 2020), además el envenenamiento por este metal ocasiona afectaciones al riñón, hígado, reducción en la formación de hemoglobina, retraso mental, infertilidad y anomalías en las mujeres embarazadas (Ismael et al., 2011: pag.123). La organización mundial de la salud ha incluido al plomo dentro de una lista de 10 elementos productos químicos causantes de graves problemas de salud pública que exige la intervención de los Estados Miembros para proteger la salud de los trabajadores, niños y los niños de la edad fecunda (Organización Mundial de la Salud, 2019).

En el Ecuador en la zona de Ponce Enríquez, esta zona pertenece a los distritos mineros de Bella Rica y San Gerardo, generando la contaminación de los ríos Gala, Tenguel, Siete y Chino desembocando en la cuenca del río Guayas, mostrando una contaminación de metales pesados ocasionando peligro para el ecosistema (Carbonel Ramos, 2018).

2.2.1.1 Tratamientos de aguas residuales con plomo

Para la eliminación de plomo del agua se emplean métodos físico-químicos, estos son los que producen un cambio en la calidad del agua mediante la aplicación de fuerzas físicas o reacciones químicas (Hierro et al., 2017: pag.7).

- **Precipitación química:** aprovecha una de sus propiedades y es que precipitan a un pH básico del medio, en forma de hidroxilo, el sulfuro se utiliza generalmente como precipitante.
- **Coagulación-Floculación:** la coagulación consiste en desestabilizar cargas eléctricas alrededor de una molécula con la finalidad de obtener, coágulos cargados positiva o negativamente, dando lugar agregados del material. Se adiciona sales de aluminio y hierro y polímeros sintéticos muy complejos que favorecen procesos de puente intra partícula. La floculación consiste en la aglomeración de material coloidal coagulada y materia dividida del resultado de colisión de choque entre partículas.
- **Sedimentación/Flotación:** en el agua los metales se encuentran en estado iónico en el agua, deben aplicarse técnicas que sedimenten o flotar el floculo del metal pesado, en ocasión en la flotación se inyecta aire para hacer flotar el floculo.
- **Filtración por membranas:** consiste en la separación de partículas de determinado tamaño de un fluido empleando la ultrafiltración o la osmosis inversa.
- **Cambio iónico:** aprovecha el principio de equilibrio químico para el intercambio de cargas semejantes entre una disolución y un sustrato solido (pueden ser resinas sintéticas) con grupos funcionales ácidos o básico, este sustrato se lo coloca en una columna donde pasa el fluido a tratar, donde cada resina es selectiva para cada metal.
- **Técnicas electrolíticas:** por la aplicación de una corriente se da una reacción tipo redox con los iones de una disolución, provocando su precipitación sobre el cátodo
- **Biorremediación:** la utilización de biomasa activa para la eliminación de metales pesados como el plomo es una técnica económica, ya que utilizan microorganismos los cuales se realizan por tres procesos: acumulación biológica, mineralización por actividad y la biotransformación.
- **Adsorción:** se basa en la extracción del material de una solución, dentro de la adsorción se encuentran tres tipos de adsorción según el tipo de atracción que haya entre el adsorbente y el adsorbato: atracción de tipo eléctrico, van der Waals o de naturaleza química.

En el Ecuador se han realizado varios estudios para la eliminación de plomo de las aguas, utilizando diferentes métodos como:

- La utilización del bagazo de caña como bioadsorbente para la eliminación de metales pesados, en este estudio fueron estudiados el efecto del pH, tiempo de contacto, concentración de la especie metálica y cinética de biosorción; el mejor porcentaje de remoción de plomo fue del 99,76% a un pH de 5 el cual se alcanzó a los 10 minutos,

observando que a medida que se aumenta la concentración del metal aumenta la cantidad de metal adsorbido por gramos de adsorbente (Vera et al., 2015: pag.43).

- Optimización del proceso de adsorción de plomo con quitosano modificado para ser utilizado en tratamiento de aguas: el quitosano es extraído y modificado a partir de los caparazones del camarón *Penaeus Vannamei* con el cual se prepararán dos materiales adsorbentes quitosano-glteraldehido(QGD) y quitosano-nitrato férrico(QFe), en la realización del estudio se toma como material adsorbente QGD presentando un mayor porcentaje de adsorción, donde analizaron factores como el pH, la dosificación del adsorbente, velocidad de agitación, temperatura y tiempo de contacto obteniendo una eficiencia de remoción de plomo del 98,40%, encontrándose a partir del estudio isotérmico que la capacidad del adsorbente de este material es de 282,61 mg Pb²⁺/g QGD (Dávila y Bonilla, 2011).
- Tratamiento de aguas contaminadas con Plomo (III) Mediante una técnica en continuo de bioadsorción en columna de corcho: esta es una técnica para aguas contaminadas a bajas concentraciones reteniendo este agente mediante el uso de un material inerte el corcho, que se emplea como adsorbente este material es triturado y colocado en una columna a un caudal y concentración de entrada constante, mediante el estudio realizado la eficiencia de adsorción de plomo (III) fue del 97,5% para un periodo de tiempo de una hora (Hierro et al., 2017: pag.7).

2.2.2 Mineral

Es una sustancia producida por procesos de naturaleza inorgánica, con una composición química característica y una estructura cristalina, generalmente suele presentarse en formas o contornos geométricos (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

2.2.4.1 Clasificación de los minerales

Su clasificación se basa en la composición química del mineral y en la estructura interna ordenada de los átomos, que son determinantes de sus propiedades físicas de los minerales. Según Strunz se clasifican en:

- **Elementos nativos.** Están constituidos por átomos de un solo elemento, que se encuentran en la naturaleza en estado nativo como el oro (Wherry, 1917 pág. 448).
- **Sulfuros.** Son minerales formados por la combinación del azufre con metales y semimetales, presentando enlaces iónicos como covalentes y metálicos.
- **Sulfosales.** Son sulfuros complejos en los que el Arsenio, el antimonio y el bismuto juegan un papel importante similar al de los metales.

- **Óxidos e Hidróxido.** son minerales en los que el oxígeno y el grupo hidroxilo [OH⁻], respetivamente aparecen combinados con uno o más metales por ejemplo la magnetita, aquí se excluye el SiO₂.
- **Halogenuros.** Forman parte de esta clase los minerales en cuya composición los elementos halógenos se combinan con metales formando sales por ejemplo la fluorita.
- **Carbonatos.** Son compuestos de carbono y oxígeno que tienen como unidad estructural fundamental el complejo aniónico CO₃²⁻, por ejemplo, la calcita.
- **Nitratos.** Está presente el anión NO₃⁻, estos se descomponen en medio ácido con mayor facilidad que los carbonatos, por ejemplo, el salitre.
- **Boratos.** El anión BO₃⁻, son fácilmente hidratados y relativamente blandos como la boracita.
- **Fosfatos.** Son minerales que tienen como grupo estructural el anión (PO₄)³⁻, por ejemplo, la vanadinita.
- **Sulfatos y Wolframatos.** Comprende los minerales cuya fórmula contiene el radical SO₄²⁻ y WO₄²⁻ respectivamente.
- **Silicatos**

2.2.4.2 Silicatos

Los silicatos constituyen el 95% de la corteza terrestre, se encuentran como los componentes principales de la mayoría de las rocas ígneas y también en cantidades apreciables en variedades sedimentarias y metamórficas (Cornelius, K; Cornelius, S, 2007), su unidad estructural es el tetraedro de silicio donde un átomo de silicio está rodeado por cuatro átomos de oxígeno, cada uno en la esquina de un tetraedro regular (Besoin, 1985). La topología de esta estructura es la base para la clasificación de estos silicatos:

- Nesosilicatos
- Sorosilicatos
- Ciclosilicatos
- Inosilicatos
- Filosilicatos

2.2.3 Aluminosilicatos

Son compuestos minerales constituidos principalmente por óxidos de silicio y aluminio con cationes como calcio, potasio, sodio, etc. (Paredes, 2014 pág. 8). Su estructura consiste en un ordenamiento tridimensional de tetraedros MO₄ (M puede ser Al o Si), se unen compartiendo

átomos de oxígeno hasta formar una red tridimensional, pueden ser de origen natural o artificial y su composición química es variable (Pineda, 2013).

Los aluminosilicatos son complejos de los filosilicatos hidratados como aluminio que presentan plasticidad al humedecerse, en su estructura a nivel químico les otorga elevada área superficial y alta capacidad de adsorción e intercambio de iones características ideales para tratamientos sostenibles y económicos (Lara, 2019).

2.2.4 Metales tóxicos

Son componentes naturales de la corteza terrestre, algunos de estos elementos son esenciales como el hierro, cobre, zinc y manganeso para mantener el metabolismo del cuerpo humano, otros no esenciales tales como cromo, cadmio y plomo son perjudiciales ya que no tienen un rol biológico, estos metales al bioacumularse entendiéndose como un aumento en de su concentración ocasionan daño al ser humano y a la mayoría de formas de vida (Gobierno de la Rioja, 2016).

2.2.5 Propiedades químicas del plomo

El plomo su símbolo Pb, se encuentra de forma natural en la corteza terrestre, este es un metal de color gris azulado que pierde su brillo cuando está en contacto con el aire siendo suave y maleable con gran facilidad para ser fundido. El plomo forma compuestos en los que sus estados de oxidación son Pb(II) y Pb(IV); los compuestos de Pb⁴⁺ son covalentes, se asocian principalmente a bases duras como O⁻, Cl⁻ y F⁻, mientras que Pb²⁺ son iónicos y se asocian a bases más blandas tales como S⁼, I⁻ y Br⁻ (UNAM, 2016).

Como óxidos PbO existe en dos formas, una estable de color rojo y simetría tetragonal y una amarilla ortorrómbica, el PbO₂, con estructura tipo rutilo resulta ser un buen agente oxidante y se obtiene por hidrólisis ácidas de sales de plomo divalente (UCO, 2015 págs. 3-4).

2.2.5 Adsorción

Es un proceso que involucra el incremento de la concentración de masa del gas o líquido (adsorbato) en la superficie del material adsorbente (generalmente un sólido), este proceso puede ocurrir en la región entre dos fases, conocida como interfase y puede ser de tipo gas-sólido o líquido-sólido (Aylas, 2018 pág. 8).

La adsorción puede ser química, física o producirse por intercambio. La adsorción química ocurre por fuerzas intensas, su proceso es escasamente reversible el cual requiere un tratamiento para

remover el material que fue adsorbido. La adsorción física sucede por débiles fuerzas de Van der Waals la adsorción es comúnmente reversible y la atracción electrostática del adsorbato con la superficie solida (adsorbente) se realiza por el proceso de adsorción por intercambio; los iones son atraídos hacia lugares de cargas opuestas acumulándose en la superficie (Rueda, 2015 pág. 61).

La adsorción es el enriquecimiento de especies químicas de un fluido en la superficie de un líquido o sólido, el emplear arcillas o zeolitas en la adsorción de metales pesados tiene como ventaja su elevada capacidad de adsorción e intercambio de iones, baja permeabilidad, capacidad de hinchamiento, estabilidad química y física y elevada área superficial (Ismadji y Ayucitra, 2015).

2.2.5.1 Estudios de la cinética de adsorción en aluminosilicatos

La adsorción de metales pesados es un proceso complejo indicando la tendencia de aluminosilicatos como las arcillas de forman enlaces covalentes (Carbonel, 2018).

En (Ismael, 2011), estudiaron la capacidad de adsorción de Plomo (II) empleando zeolitas tratadas a un pH 6, dosis de adsorbente de 2 g/L y una variación en la concentración de plomo de 10 a 50 mg/L; la cantidad de plomo adsorbida aumento conforme la concentración de plomo aumento de 10 a 50 mg/L, sin embargo la eficiencia de remoción de plomo disminuyo cuando la concentración de Pb(II) vario de 50 a 100 mg/L.

En (Radheshyam et al., 2015) utilizaron bentonita activada para la eliminación de Cu (II) y Pb (II) de soluciones acuosas en sus resultados mostraron que la eliminación de estos metales se ve influenciada por: aumentos en el pH ya que es el parámetro más influyente en la remoción de metales porque afecta en gran medida a la carga superficial del adsorbente así como la especiación de los metales en la solución acuosa; la concentración inicial de iones metálicos en la solución es importante como fuerza impulsora para superar la resistencia de transferencia de masa entre fase acuosa y sólida; el tiempo de contacto y la dosis del adsorbente.

En (Donat, 2005) en sus investigaciones utilizo bentonita natural para la eliminación de Pb(II) y Ni (II), llevando a cabo sus resultados en función del tamaño de partícula 53 μm , la cantidad de bentonita 0,25 g, el pH seleccionado fue de 3, la concentración del metal 100 mg/L, tiempo de contacto 15 minutos y la temperatura 303K, concluyendo que la bentonita puede ser utilizada con éxito bajo estos parámetros para la adsorción de Pb(II) y Ni (II) de soluciones acuosas.

2.2.5.1 *Isoterma de adsorción*

Los isotermas de adsorción es la representación matemática de la relación entre la masa del soluto adsorbido por unidad de masa del adsorbente y la concentración del soluto en la solución cuando se ha alcanza el equilibrio a una temperatura determinada.

Según Rueda (2015) los isotermas de adsorción son divididas en cuatro grupos principales (S,L,H y C), en función de la pendiente de la porción inicial de la curva y luego de los subgrupo (1,2,3,4 y 5) dependiendo de las formas que las curvas adquieren al alejarse del origen (Fig. 2-3).

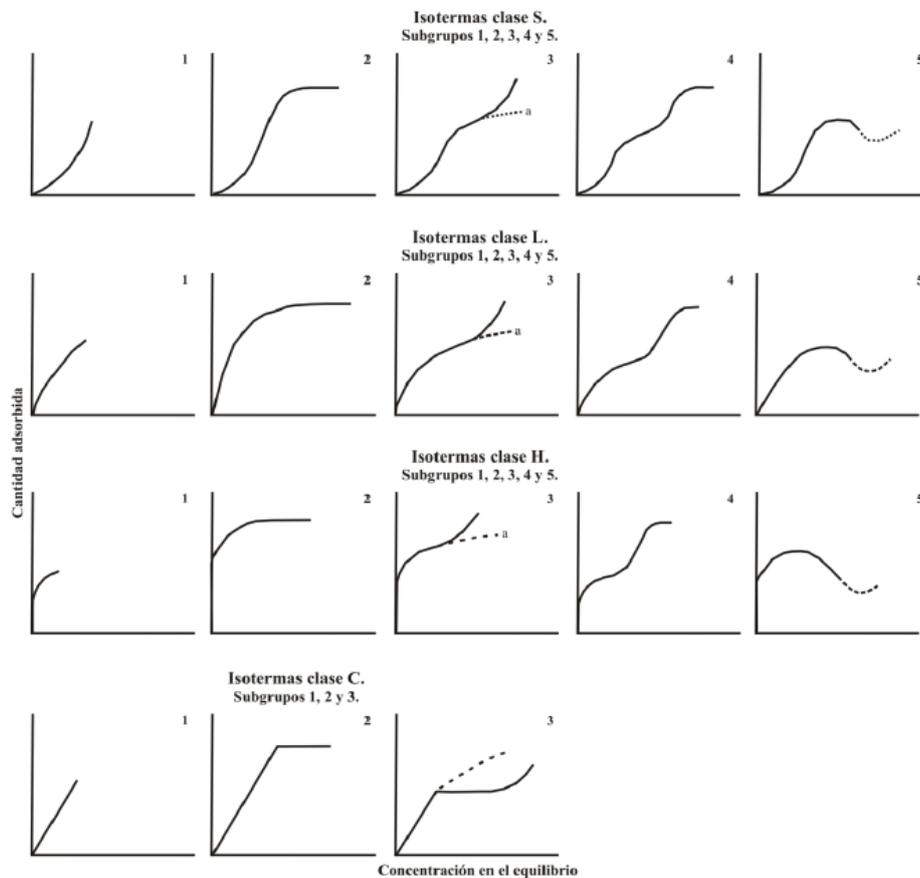


Figura 2-2. Sistema de clasificación de isotermas

Fuente: (Rueda, 2015)

- Isoterma clase “S”: La curva que presenta es cóncava. Su formación se puede generar por dos causas, la primera por una asociación cooperativa entre moléculas adsorbidas y la segunda como consecuencia de la inhibición de la adsorción de un soluto por una reacción de competición en el seno de la disolución (Evaluación de la Capacidad de Adsorción de las Arcillas Organofílicas para la Adsorción de Nitratos y Nitritos en Soluciones Acuosas, 2017).
- Isoterma clase “L”: Son cóncavas respecto al eje de las abscisas, la forma inicial de la curva muestra una gran afinidad entre el soluto y el adsorbente para bajas concentraciones, la cual decrece mientras aumenta la concentración en la fase líquida (Rueda, 2015 pág. 67).
- Isoterma clase “H”: Es el caso extremo de la isoterma tipo L y sugiere una fuerte interacción entre adsorbato y adsorbente. En este tipo de curvas se observa una pendiente inicial muy elevada (Mallaupoma, 2018 pág. 27).

- Isoterma clase “C”: Es una curva donde la relación entre la concentración del compuesto remanente en la solución y el adsorbido es constante independiente de cual sea la concentración, esta isoterma usualmente es utilizada para una aproximación más que para una descripción exacta (Mallaupoma, 2018 pág. 27).

La mayoría de las curvas tiene un plateau, inflexión o conocida como rodilla, las isotermas que no la tengan claramente están incompletas (subgrupo 1) indicando que no han alcanzado a la saturación de la superficie, en los siguientes subgrupos se puede apreciar un plateau indicando el primer grado de saturación. La formación de una segunda pendiente (subgrupo 3 y 4) genera una nueva superficie en el cual se produce adsorción; un declive en la pendiente puede ocurrir ocasionalmente después de la primera inflexión (subgrupo 5) probablemente esto se debe que al aumento de la concentración la atracción soluto-soluto aumenta más rápido que la atracción sustrato-soluto (Rueda, 2015).

2.3 Hipótesis y especificación de variables

2.3.1 Hipótesis General

Con la “caracterización e identificación de aluminosilicatos en la mina de la comunidad sucre para su evaluación en la adsorción de plomo” se pretenderá analizar el mineral y evaluar su eficiencia.

2.3.2 Hipótesis Específicas

- Con la aislación y purificación de la muestra, se eliminará agentes cementantes y componentes amorfos, para que no interfieran en su análisis.
- Mediante técnicas instrumentales se logrará identificar la morfología del aluminosilicato así como su tamaño y composición.
- Al evaluar la adsorción de los aluminosilicatos para la remoción de plomo, se podrá determinar qué tan eficientes son los aluminosilicatos para la adsorción de plomo en agua.

2.4 Identificación de variables

2.4.1 Variables Independientes

- Tamaño de partícula del aluminosilicato
- Cantidad de la muestra
- Humedad en el aluminosilicato
- Concentración de carbonatos presentes en el aluminosilicato
- Concentración de materia orgánica en el aluminosilicato
- Concentración de plomo en la muestra de agua
- Tiempo de saturación del adsorbente.

2.4.2 *Variables Dependientes*

- Capacidad de adsorción del aluminosilicato

2.5 Operacionalización de variables

Tabla 2-2: Tabla Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	CONCEPTO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	INDICADOR	INSTRUMENTO
Independientes	Tamaño de partícula del aluminosilicato	Se define como la dimensión física de cualquier objeto o partícula	Física	Diámetro de partícula	Milímetro (mm)	Tamiz
	Cantidad de muestra	Es una porción significativa del material a utilizar, representa la magnitud de una propiedad medible	Física	Peso	Gramo (g)	Balanza digital
	Humedad en el aluminosilicato	Esta determinado como la cantidad de agua contenida en un cuerpo	Física	Volumétrica	%	
	Concentración de carbonatos presentes en el aluminosilicato	Es la cantidad de carbonatos presentes en una muestra	Química	Concentración de carbonatos	mg/kg	Balanza digital
	Concentración de materia orgánica en el aluminosilicato	Es la cantidad de materia orgánica presentes en una muestra	Química	Volumétrica	%	

	Concentración del plomo en la muestra de agua.	La concentración de una solución nos indica la cantidad de soluto presente en una cantidad de solución.	Química	Concentración del plomo	ppm (mg/l)	Absorción atómica
	Tiempo de saturación del adsorbente.	Es el tiempo que toma en alcanzar el equilibrio entre la disolución y la fase sólida	Física	Tiempo	(min, horas, días)	Cronómetro
Dependientes	Capacidad de adsorción del aluminosilicato	Es la cantidad en gramos de adsorbato que puede ser removido por el adsorbente.	Química	Concentración en el equilibrio	q_e (mg*g)	Absorción atómica

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020.

2.6 Matriz de consistencia

Tabla 2-3: Tabla Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL		OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
¿Cómo se realiza la caracterización e identificación de los aluminosilicatos presentes en la mina de la comunidad Sucre?		Caracterizar e identificar aluminosilicatos presentes en la mina de la Comunidad Sucre para su evaluación en la adsorción de plomo.	Con la “CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ALUMINOSILICATOS EN LA MINA DE LA COMUNIDAD SUCRE PARA SU EVALUACIÓN EN LA ADSORCIÓN DE PLOMO” se pretenderá analizar el mineral y evaluar su eficiencia.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES
- ¿Con que método se utilizaría para aislar y purificar el aluminosilicato?	-Aislar y purificar los aluminosilicatos para su identificación.	- Con la aislación y purificación de la muestra, se eliminará agentes cementantes y componentes amorfos, para que no interfieran en su análisis.	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de muestra • Tamaño de partícula del aluminosilicato • Concentración de carbonatos • Concentración de materia orgánica • Humedad
¿Mediante que técnicas instrumentales se lograría identificar la morfología, tamaño y composición del aluminosilicato?	Determinar la composición, morfología y tamaño de los aluminosilicatos, mediante técnicas instrumentales.	Mediante técnicas instrumentales se logrará identificar la morfología del aluminosilicato, así como su tamaño y composición.	<ul style="list-style-type: none"> • Composición química del aluminosilicato.

<p>¿Cómo se determinaría la eficiencia de adsorción de los aluminosilicatos para la remoción de plomo?</p>	<p>Establecer la capacidad de adsorción de los aluminosilicatos para la remoción de plomo en agua mediante un estudio batch.</p>	<p>Al evaluar la adsorción de los aluminosilicatos para la remoción de plomo, se podrá observar la eficiencia de este mineral mediante un estudio batch.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de adsorción del aluminosilicato • Concentración del plomo en la muestra de agua. • Tiempo de saturación del adsorbente.
--	--	--	--

Realizado por: Miranda, Esthefania, 2020.

2.7 Tipo y diseño de la investigación

El método de investigación es cuantitativo, ya que se manejarán métodos estadísticos para el análisis de variables como es el tiempo en el que se satura el adsorbente, capacidad de adsorción. Según el objeto es aplicada dado que se implementará procesos metodológicos por los cuales se aprobará o rechazará la hipótesis propuesta, según el nivel de profundización en el objeto de estudio es exploratoria ya que en la comunidad Sucre no se han realizado análisis sobre el mineral perteneciente al lugar. Según la manipulación de variables es experimental, puesto que al trabajar con más de una variable se establecen parámetros de control.

Según el tipo de inferencia es inductivo ya que partimos de la observación, estudio y experimentación del aluminosilicato con su aplicación en la adsorción de plomo.

Según el periodo temporal es de tipo transversal ya que realizara un lapso corto de tiempo en la ejecución del análisis de adsorción de plomo. Adicionalmente la condición de estudio se realizará a nivel de laboratorio.

2.8 Unidad de Análisis

Para la presente investigación el objeto de análisis será el aluminosilicato presente en la mina de la parroquia Sucre para su identificación y aplicación.

2.9 Población de estudio.

La población de estudio será la mina perteneciente a la comunidad Sucre, cantón Patate, para identificar el aluminosilicato presente en el yacimiento.

2.10 Tamaño de la muestra

Se utilizará 4 kilogramos de aluminosilicato para su identificación, caracterización y en la adsorción de plomo.

2.11 Selección de muestra

En la mina Sucre (Fig. 2-3) se eligió como punto de muestreo las zonas que presentaban características propias de aluminosilicatos: suelos de color plomo y amarillo, lugares identificados como fuente de aluminosilicatos y sensación adherente y sedosa al tacto.



Figura 2-3. Mina Sucre

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020.

2.12 Técnicas de recolección de datos

La presente investigación se realizó de la siguiente manera

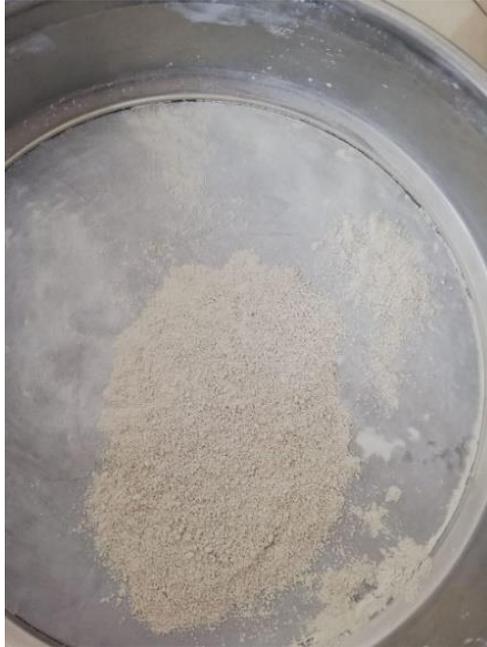
- **Toma de muestra**

Para la toma y recolección de muestra de los aluminosilicatos de la mina Sucre, se tomó como referencia de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 695:2010 del Apéndice X Exploración de Fuentes Potenciales de Áridos (INEN, 2010).

El procedimiento de la norma se resume en: inspección de la superficie, muestreos y tamaño de muestreo, registro, cantidad disponible aproximada, cantidad y naturaleza del material de recubrimiento y un registro de las muestras de campo.

- **Reducción y preparación de muestra**

Para la reducción del tamaño de la muestra se seleccionó suelo de apariencia homogénea realizando una reducción de tamaño manual con la ayuda de un mortero con el fin de obtener pequeñas fracciones de las mismas, la cual fue vertida en un tamiz #200 para separar la fracción



solida retenida (Fig. 2-4).

Figura 2-4. Tamizaje de la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

- **Aislación y purificación de la muestra**

Debido a los factores que influyen en la identificación de los aluminosilicatos la muestra es sometida a tratamientos previos para eliminar agentes cementantes (Fig. 2-5) y componentes amorfos, el cual incluye eliminación de humedad, carbonatos y materia orgánica. La eliminación de estos agentes es importante ya que evitan una dispersión adecuada, reducen la intensidad de las líneas de difracción de los minerales, evitan una orientación adecuada de los minerales laminares cuando se preparan agregados orientados, incrementan la difusión de los rayos X en la muestra analizada y disminuyen la intensidad del haz primario (Justo y Gonzáles, 1999).



Figura 2-5. Disgregación de muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

2.12.1 Secado

Se realizó mediante el método ASTM D4959, el cual cubre los procedimientos para determinar el contenido de agua de los suelos mediante el secado con calor directo como el uso de una placa calefactora, estufa, soplete, etc.

Como primer paso se ingresan los crisoles a la estufa programada a 60 °C durante 24 horas, pasado este tiempo se retira y se enfría dentro de un desecador por 25 minutos. A continuación, se pesa el crisol vacío registrando su peso, después se pesa 40 gramos de muestra en el crisol (Fig. 2-6) y se vuelve a introducir a la estufa a la misma temperatura y por el mismo periodo de tiempo (Fig. 2-7), finalmente se retiran el crisol con la muestra y se lo deja enfriar en el desecador por 25 minutos registrando su peso y se procede a realizar los cálculos de humedad.



Figura 2-6. Pesaje de la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020



Figura 2-7. Secado de la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

Calculo contenido de agua:

$$w = \left[\frac{M_1 - M_2}{(M_2 - M_c)} \right] \times 100 = M_w / M_s \times 100 \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

w= agua contenida %

M_1 = Masa del recipiente y muestra húmeda, g.

M_2 =Masa del recipiente y muestra seca, g.

M_c =Masa del recipiente, g.

M_w =Masa del agua, g.

M_s =Masa de partículas sólidas, g.

2.12.2 Eliminación de carbonatos

Para la eliminación de carbonatos, se utilizó ácido acético a una concentración del 10%. La dilución de este ácido a la muestra fue en cantidades sucesivas de 5ml observando la presencia de un leve burbujeo (Fig. 2-8), se continuo con este procedimiento hasta no observar reacción alguna (Servicio Geológico de EE.UU, 2001).



Figura 2-8. Adición de ácido acético a la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

Pasado el periodo de 24 horas, se adicionó ácido acético a la muestra para verificar que no exista reacción (Fig. 2-9).



Figura 2-9. Sedimentación de la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

Se prosiguió a un lavado con agua destilada para eliminar concentración de sales que se encuentren en la muestra, seguido de este paso se colocó en la centrifuga a 5000 rpm durante 2 minutos para separar la fase solida de la liquida (Fig. 2-10) a continuación se llevó a la estufa para eliminar la humedad restante de la muestra a una temperatura de 60 °C durante 24 horas.



Figura 2-10. Centrifugación de la muestra

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

2.12.3 Eliminación de materia orgánica

Para la eliminación de materia orgánica, se utilizó peróxido de hidrogeno a una concentración del 3%. La dilución de peróxido de hidrogeno a la muestra fue en cantidades sucesivas de 5 ml hasta que la mezcla aluminosilicato-peróxido de hidrogeno no genere efervescencia (Fig. 2-11), el proceso se aceleró calentado en baño maría a 60 °C, luego de dejar la muestra en reposo durante la noche a la muestra se agregó agua oxigenada, sin observar burbujeo se procedió a un lavado y se colocó la muestra en la centrifuga a 5000 rpm durante 3 minutos para separar la fase solida de la liquida (Servicio Geológico de EE.UU, 2001).



Figura 2-11. Eliminación de materia orgánica

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020.

2.12.4 Análisis de granulometría por mallas, Norma ASTM D422-63

Para el análisis granulométrico del aluminosilicato se realizó mediante el método ASTM D422-63, el cual cubre la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de partícula; mayores a 75 μ m (malla N.200) es determinado mediante tamizado (ASTM, 2007).

Equipos

- Balanzas: una balanza con una precisión de 0,01g para pesar el material pasando la malla N. 10 (2.0 mm), y una balanza con precisión del 0,1% de la masa de la muestra para pesar la parte que quedó retenida en la malla N.10

- Juego de tamices

Procedimiento

Se separa la porción retenida en la malla N.200, en una serie de fracciones usando las mallas: 3" (75mm), 2" (60mm), 1 ½" (37,5mm), 1" (25,0mm), ¾" (19,0mm), 3/8" (9,5mm), N.4 (4,75mm), N.10 (2,0mm), N.40 (0,42mm) y N.200 (0,07mm) se realizará el tamizaje hasta la malla N.200 debido que su tamaño de abertura es el más pequeño, continuando con el procedimiento se prosigue con un movimiento lateral y vertical de la malla acompañado de sacudidas con el fin de mantener la muestra en continuo movimiento sobre la superficie de la malla, se prosigue con el tamizaje hasta que no más del 1% de la masa del residuo de la malla pase a través de ella durante un minuto de tamizaje, se determinará la masa de cada fracción en una balanza, al final del pesado la suma de las masas retenidas en todas las mallas usadas debe ser aproximadamente igual a la masa original de la cantidad tamizada.

2.12.5 Granulometría por Hidrómetro, Norma ASTM D 422-63

Se realizará mediante el método ASTM D422-63, donde la distribución del tamaño menor a 75µm es utilizado por un proceso de sedimentación usando un hidrómetro.

Este método de prueba cubre las determinaciones cuantitativas de la distribución del tamaño de partículas de suelo en el agua obteniendo el porcentaje de arcilla, la ley fundamental para realizar este análisis se basa en la Ley de Stokes, el cual anuncia que si una partícula esférica cae dentro del agua adquiere pronto una velocidad uniforme que depende del diámetro de la partícula, de su densidad y de la viscosidad del agua (Medina, 2007 pág. 12).

$$v = \frac{g(\rho_p - \rho_{sol})}{18\eta} d^2 \quad (\text{Ec.2})$$

Donde

v es la velocidad de caída de la partícula

g es la aceleración de la gravedad

ρ_p es la densidad de la partícula

ρ_{sol} es la densidad de la solución

d^2 es el diámetro de la partícula

η es la viscosidad del fluido

Se asume que la ley de Stokes puede ser aplicada a una muestra de suelo dispersado con partículas de varias formas y tamaños.

2.12.5.1 Curva granulométrica

Es la representación gráfica cuando se analiza el tamaño de partícula de los suelos donde el porcentaje que pasa es graficado en las ordenadas y el diámetro de partícula en las abscisas, la forma de la curva da una idea de la distribución granulométrica del suelo, si la gráfica da una línea vertical nos indica que la muestra está contenida en un solo tamaño de partícula, si daría una curva nos indicaría que la muestra tiene una gran variedad de tamaños (Molina, 2016 pág. 77).

2.12.6 Microscopia electrónica de barrido

El principio del microscopio electrónico de barrido es utilizar un haz de electrones que son acelerados a grandes velocidades mediante un cañón, en su interior se encuentra un filamento de tungsteno generando un haz de electrones, este haz se concentra en atravesar unas lentes electromagnéticas condensadoras, el haz pasa por unas bobinas deflectoras que permite el barrido de la muestra punto por punto, la interacción del haz de electrones con la muestra genera una señal (electrones secundarios) que es captada por un detector que amplifica la señal y le envía al monitor de visualización de la imagen (Ipohorski y Bozzano et al., 2013: p. 46-50).

Para el análisis del aluminosilicato por el SEM-EDS, la muestra aislada, purificada y tamizada se colocó una mínima cantidad en la cinta de carbono de doble adhesivo, con la ayuda de una pinza fina un lado de la cinta se coloca sobre el portamuestras verificando que el elemento de recubrimiento no se encuentre sobre la muestra. El análisis de microscopia de barrido tuvo lugar en el laboratorio de materiales, de la facultad de mecánica de la ESPOCH, este análisis se realizó a una magnificación de X1500 y X1900 el valor de HV (High Voltage) fue de 7 y 9 KV respectivamente.

2.12.7 Análisis por Difracción de Rayos x

La difracción de rayos X en muestras de polvo cristalino es una técnica no destructiva que permite la identificación cuantitativa y cualitativa de las diferentes fases cristalinas existentes en la muestra como la caracterización estructural y microestructura de sólidos. Debido que las longitudes de onda de los rayos X son del mismo orden que las distancias interatómicas de los cristales, estos actúan como redes de difracción, difractando los rayos X en zonas determinadas y con intensidades características en función de su estructura cristalina (ICMUV, 2020).

El proceso de análisis de la muestra se coloca sobre un portamuestras, la superficie de la muestra debe quedar plana y tangente al plano del portamuestras, el cual se lleva hasta el punto goniométrico, la muestra se compacta mediante un pistón macizo debiendo quedar esta firme y

homogéneo y se introducirá en el carro portamuestras del difractómetro, los rayos de rayos X monocromáticos de longitud de onda adecuada alcanzan al plano cristalino, los rayos X son reflejados por los átomos de cristal, la dirección se refuerza en una dirección particular si los rayos reflejados en diferentes planos están en fase se mide el ángulo de reflexión, hace posible para determinar los espacios inter-reticulares, (Pansu y Gauthetrou, 2003).

2.12.8 *Análisis por Fluorescencia de Rayos X*

La fluorescencia de rayos X es una técnica analítica utilizada para determinar la composición química de una variedad de muestras, este es un método de emisión atómica que permite medir la longitud de onda y la intensidad de la luz emitida por átomos energizados proporcionando información cualitativa y cuantitativa de la muestra (Malvern Panalytical, 2020).

La muestra se coloca en el portamuestras, se utiliza un haz de radiación que excita los electrones de las moléculas, la irradiación por un haz de rayos X primario procedente de un tubo de rayos X provoca la emisión de rayos X Fluorescentes con energías discretas características de los elementos presentes de la muestra. (Pansu y Gauthetrou, 2003).

2.12.9 *Estudio Cinético de adsorción*

2.12.9.1 *Preparación de solución acuosa de plomo*

A partir del nitrato plumboso $Pb(NO_3)_2$ se obtiene una concentración de plomo de 1000 mg/L (solución madre). Aplicando la fórmula de la dilución se obtiene el volumen inicial a una concentración de 0,2; 0,5; 1;3; 6; 12 y 16 mg/L Pb.

$$C_{inicial} * V_{inicial} = C_{final} * V_{final} \quad (Ec.3)$$

2.12.9.2 *Dosificación del adsorbente*

Se alista 6 matraces de 100 ml de solución acuosa a una concentración de 0,2;0,5;1;3;6;12 y 16 mg/L Pb, se pesa 10g del aluminosilicato natural (Tabla 3-4) y se coloca en los 6 matraces respectivamente, se realiza en un equipo de ultrasonido de agitación durante 3 horas a temperatura ambiente (Tabla 3-3), se filtra el sobrenadante y se guarda para el posterior análisis de su concentración final por absorción atómica.

Tabla 2-4: Condiciones experimentales para la adsorción de Plomo con Aluminosilicato

Constante	Condición Experimental
Peso del aluminosilicato	10 g
Concentraciones iniciales del Plomo	0,2;0,5; 1; 3; 6; 12 y 16 mg/L
Volumen del adsorbato	0,25 L
Tiempo en ultrasonido	3 horas
Temperatura de adsorción	Temperatura ambiente

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

Tabla 2-5: Concentraciones iniciales del Plomo para el estudio de las isotermas

Muestra	Masa del aluminosilicato (g)	C ₀ Pb (mg/L)
1	10	0,2
2	10	0,5
3	10	1
4	10	3
5	10	6
6	10	12

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

2.12.10 Isoterma de adsorción

Predice la eficiencia del proceso y optimizar el uso del adsorbente, la isoterma de C₀ vs % de Remoción Fig. 4-7 y Fig. 4-8 presenta el porcentaje de eliminación frente a la concentración inicial de Pb(II), y la isoterma C₀ vs q_e Fig. 4-9 y Fig. 4-10 nos indica la cantidad de iones plomo adsorbidas por unidad de masa del aluminosilicato; q_e (mg/g) fue calculada mediante la siguiente ecuación:

$$q_e = \frac{V(C_0 - C_e)}{m} \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

V es el volumen de la solución en litros

C₀ y C_e son la concentración inicial y final (mg/L Pb en la solución respectiva

m es la masa del adsorbente (g)

2.12.11 Determinación de plomo por absorción atómica

La técnica de espectroscopia evalúa la concentración del analito en la muestra, utiliza como fuente radiante un cátodo hueco y un ánodo, desde la fuente se aplica cierto potencial a través de los electrodos y esta emite el espectro atómico del metal del cual está construido el cátodo en este

caso de plomo, el equipo de absorción atómica se realiza mediante un atomizador con llama compuesto de un nebulizador y quemador. La solución de la muestra es convertida primero a un fino aerosol y luego llevada a la llama que entrega la energía suficiente para evaporar el solvente y descomponer los compuestos químicos resultantes en átomos libres en su estado fundamental, la mezcla de gases usados para producir la llama son aire/acetileno. La cantidad de energía que se pone en la llama es conocida y la cantidad restante en el otro lado se mide y se obtiene una señal que es proporcional a la concentración del elemento que se mide (Razmilic, 1994).

Para la determinación de plomo en agua se va a utilizar el instrumento Espectrómetro de Absorción Atómica, utilizando el método APHA 3030D para el tratamiento de las muestras, 3110 y 3111B para su determinación (Clescerl et al., 1999).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Las características mineralógicas del aluminosilicato obtenido de la mina Sucre, fueron determinadas a través de los diferentes análisis realizados en los laboratorios de analítica, instrumental perteneciente a la facultad de Ciencias, el laboratorio de materiales perteneciente a la facultad de Mecánica de la ESPOCH, en el laboratorio de análisis químico de la Cemento Chimborazo, en el laboratorio de Analítica avanzada ANAVANLAB-Quito y en el laboratorio Ambiental LABSU.

La muestra tomada en el trabajo de campo, se aplicaron las diferentes técnicas de análisis, eliminando contenido de humedad, carbonatos y materia orgánica, se determinó el tamaño de partícula mediante tamizaje y granulometría por hidrómetro. La identificación del aluminosilicato a través de la difracción de rayos X, la obtención de imagen de la muestra y la composición química de la fracción del mineral a través del microscopio electrónico de barrido, a más de esto mediante el equipo fluorescencia de rayos X se obtuvo la composición en función de óxidos en la muestra, los resultados de todos estos análisis son presentados en secuencia de acuerdo a su realización.

3.1 Aislación y purificación de los aluminosilicatos

Se realizó la eliminación de humedad, materia orgánica y carbonatos. Para cada parámetro se realizó una repetición, en la aislación y purificación se realizó el proceso de secado para eliminar el agua libre contenida en los espacios porosos dentro de las partículas constituyentes, basado en la norma ASTM D4959 la humedad retenida en la muestra es de 16,91% (Tabla 4-1) se debe a la presencia de materia orgánica. Además, en el análisis de la muestra se obtuvo 59,57% (Tabla 4-1) de carbonatos, esto se debe que la dolomita, calcita, yeso y flogopita, aunque estén en menor porcentaje en la muestra su estructura está formada por carbonatos dando un valor elevado, además los carbonatos presentes en la muestra afectan significativamente en el porcentaje de humedad ya que estos actuarían como adsorbentes del agua.

Según Rodríguez (2009) la materia orgánica a menudo actúa a través de la formación de compuestos organometálicos como trampa inmovilizadora de metales pesados, siendo una de las propiedades que más influye en la capacidad de intercambio catiónico entre el plomo y el suelo. Además, actúa como una esponja con la capacidad de adsorber y retener hasta un 90% de su peso en agua.

En este estudio el porcentaje de materia orgánica analizada fue de 21,13% (Tabla 4-1) que pertenece a la cantidad de carbono presente en la muestra.

Tabla 3-1: Resultado del análisis químico del aluminosilicato

Parámetro	Método analítico	Unidades	Resultados
Humedad	ASTM D4959	%	16,91
Materia Orgánica	Volumétrico	%	21,13
Carbonatos	Volumétrico	mg/kg	59,57

Fuente: Laboratorios ANAVANLAB

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

El tamaño de partícula está relacionado directamente al aumento de adsorción de la tasa de iones metálicos, esto se debe al aumento del área superficial externa de la partícula del aluminosilicato, resultado de la cual más sitios activos están expuestos a iones metálicos (Donat, 2005).

Mediante el análisis de granulometría por tamizaje (Tabla 4-2) e hidrometría (Tabla 4-3) se obtiene una fracción de agregado fino de la muestra con un diámetro de 0,005 mm para la máxima adsorción de Pb (II).

Tabla 3-2: Resultado del análisis de granulometría por tamizaje

Malla No.	Abertura(mm)	Masa retenida parcial	Masa retenida acumulada	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje tamizado (%)	Porcentaje que pasa corregido
3"	76,200	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
2 1/3"	64,000	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
2"	50,400	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
1"	25,400	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0
1/2"	12,700	11,32	11,32	9,3	90,7	90,7
3/8"	9,510	7,57	18,89	15,6	84,4	84,4
#4	4,750	6,76	25,65	21,2	78,8	78,8
#10	2,000	45,73	45,73	37,7	62,3	62,3
#40	0,420	37,90	83,63	69,0	31,0	31,0
#200	0,074	23,70	107,33	88,6	11,4	11,4
Pasa No. 200		13,84	121,17	100,0	0,0	

Fuente: Laboratorios AVANALAB

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

Tabla 3-3: Resultado del análisis de granulometría por hidrometría

Tiempo(min)	Lectura Hidrómetro (gr/lt)	Temperatura T (°C)	K	Corrección Compuesta	Rcl (gr/lt)	P (%)	L(cm)	D(mm)
1	50	23,6	0,01261	11,00000	39,0000	75,660	16,2	0,051
2	48	23,7	0,01261	11,00000	37,0000	71,780	16,2	0,036
4	46	23,7	0,01261	11,00000	35,0000	67,900	16,2	0,025
8	43	23,6	0,01261	11,00000	32,0000	62,080	16,2	0,018
15	42	23,6	0,01261	11,00000	31,0000	60,140	16,2	0,013
30	39	23,2	0,01261	11,00000	28,0000	54,320	16,2	0,009
60	37	22,6	0,01276	11,00000	26,0000	50,440	16,2	0,007
120	35	22,5	0,01276	11,00000	24,0000	46,560	16,2	0,005
240	33	22,8	0,01276	11,00000	22,0000	42,690	16,2	0,003
450	31	24,6	0,01246	11,00000	20,0000	38,800	16,2	0,002
1140	26	22,4	0,01276	11,00000	15,0000	29,100	16,3	0,001

Fuente: Laboratorio de análisis químico UCEM Cemento Chimborazo

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

3.2 Determinación de la composición, morfología, tamaño de los aluminosilicatos, mediante técnicas instrumentales.

La siguiente técnica es de análisis de microscopia electrónica de barrido, los análisis fueron analizados en magnificación de X1500, X1900. Se evaluó las características morfológicas de la muestra, donde su tamaño de partícula oscila entre 4,53 a 4,97 μm y en las cuales se puede apreciar en la magnificación más amplia un aglomerado de partículas debido que durante el proceso de secado las partículas tienden a unirse nuevamente siendo este el motivo por el cual no se puede visualizar de mejor manera, sin embargo, se observa la superficie irregular y alisada de algunas partículas con terminaciones puntiagudas características del cuarzo (Fig. 4-1), además se puede observar que estructuras similares son observadas en otros estudios (Hoyos, 2015 págs. 47-48) y (Veranes, 2003).

En la magnificación X1900 se puede observar a las illitas (Fig. 4-2), se presentan como hojuelas dispuestas al azar y no presentan apilamiento entre ellas. Estructuras similares de este filosilicato son observadas en otros estudios (Alvares et al., 2005: pag.45-49).

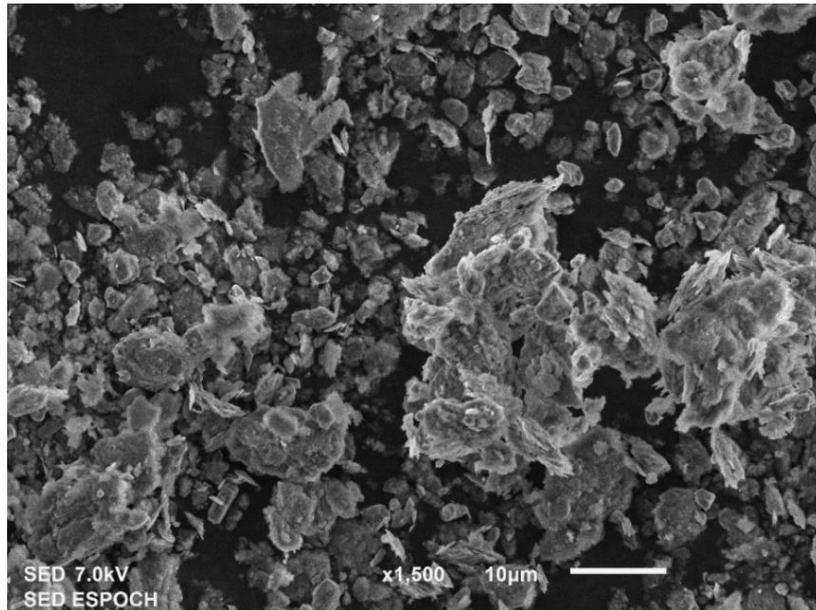


Figura 3-1. Micrografía de la muestra a magnificación de X1500

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

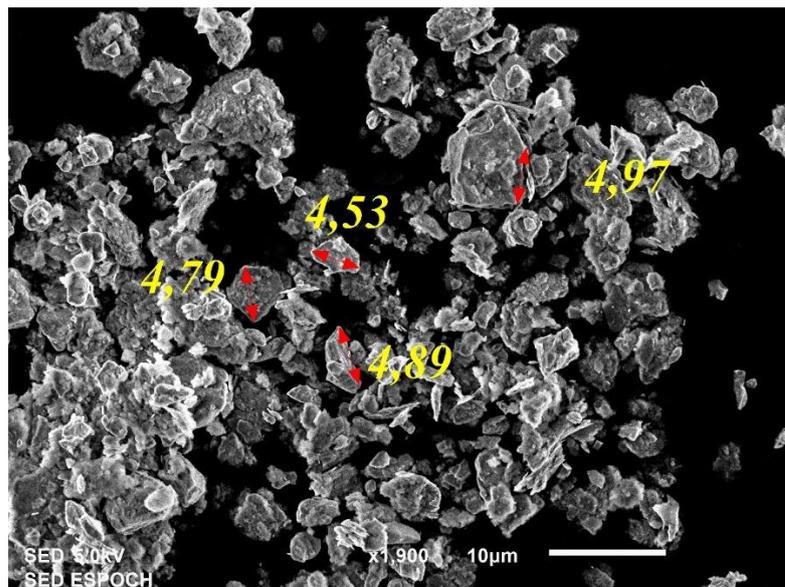


Figura 3-2. Micrografía de la muestra a magnificación de X1900

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

El microscopio electrónico de barrido tiene incorporado un detector de rayos X del tipo dispersivo en energía, el cual permitió identificar cuáles son las energías de los rayos X emitidos por la muestra, el análisis se lo realizó en 120 segundos, permitió ver los elementos químicos más representativos presentes en la muestra (Fig. 4-3). El pico de carbono presente en el espectro proviene del recubrimiento de carbono en la muestra, el cual se le da para conferirle conductividad eléctrica (Hoyos, 2015). En los espectros de rayos X emitidos por SEM-EDS en conjunto con el

equipo de fluorescencia de rayos x, se observa el predominio de silicio sobre aluminio en su composición, además de la presencia de otros elementos como: hierro, potasio, calcio, magnesio y sodio en menores concentraciones y titanio, magnesio y vanadio en concentraciones <1%.

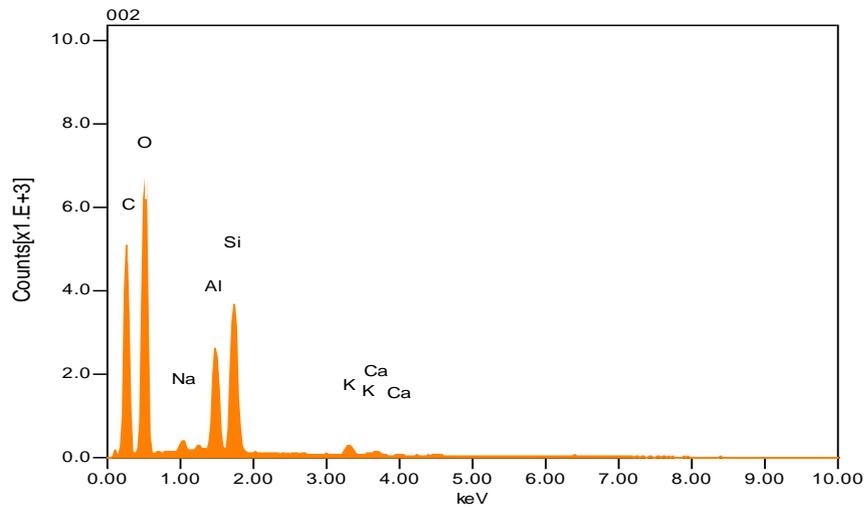


Gráfico 3-1. Espectro de rayos X obtenidos por SEM-EDS

Fuente: Laboratorio de análisis químico UCEM Cemento Chimborazo

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

A través del análisis de interacción de los rayos X con el aluminosilicato y en base a una lista de compuestos minerales e inorgánicos con su respectivo patrón de difracción fue posible conocer los resultados de la identificación de los minerales y su porcentaje presente en la muestra. (Tabla 4-4).

Tabla 3-4: Composición mineralógica del Aluminosilicato

Componentes	%
Cuarzo	33,77
Illita	31,74
Dolomita	19,69
Puzolana amorfa	8,5
Calcita	2,56
Flogopita	2,20
Andesina	1,63
Hematita	1,25
Hornblenda	1,00
Yeso	0,68
Cristobalita	0,02
Magnesita	0,02

Fuente: Laboratorio de análisis químico UCEM Cemento Chimborazo

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

El cuarzo SiO_2 se presenta como el componente arcilloso dominante, en la Fig. 4-4 se observa la estructura polimorfa, cada átomo de silicio está rodeado por cuatro pares de electrones en las esquinas del tetraedro que actúan como enlaces que lo conectan con cuatro átomos de oxígeno equidistantes, cada átomo de oxígeno está rodeado por cuatro pares de electrones orientados tetraédricamente, dos de los cuales sirven como enlaces que conectan el oxígeno con los átomos de silicio (Huggins, 2000 págs. 363-365), formando una estructura tridimensional de modo que el cuarzo se clasifica como tectosilicato o silicato de estructura. El cuarzo pertenece al grupo espacial C, el volumen de la celda unitaria es de 117.26861 \AA^3 , los parámetros de celosía son: $a=4.98000$ $c=5.46000$ (Izumi, 2002).

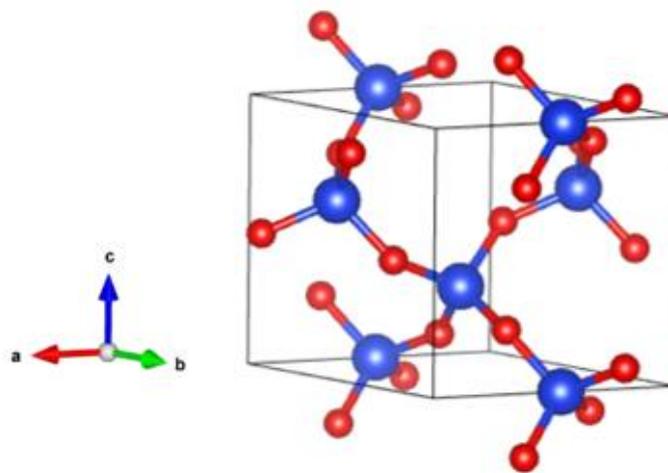


Figura 3-3. Estructura tridimensional del cuarzo

Fuente: Vesta

El segundo componente en la muestra es la illita con 31,74%, este mineral perteneciente al grupo de los filosilicatos, como se puede observar en la Fig. 4-5, su estructura tipo 2:1 no expandibles de unidades cristalinas unidad entre sí por iones de K^+ , lo que les mantiene estrechamente unidas sin sufrir procesos de expansión-contracción ante cambios de humedad, la illita está formada por una lámina de octaedros de aluminio en medios de dos capas de tetraedro de silicio, en donde los vértices apuntan en una misma dirección. Perteneciente al grupo espacial C_{12} , el volumen de la celda unitaria es 468.104542 \AA^3 , los parámetros de celosía son: $a=5.19940$ $c=10.23300$ (Izumi, 2002).

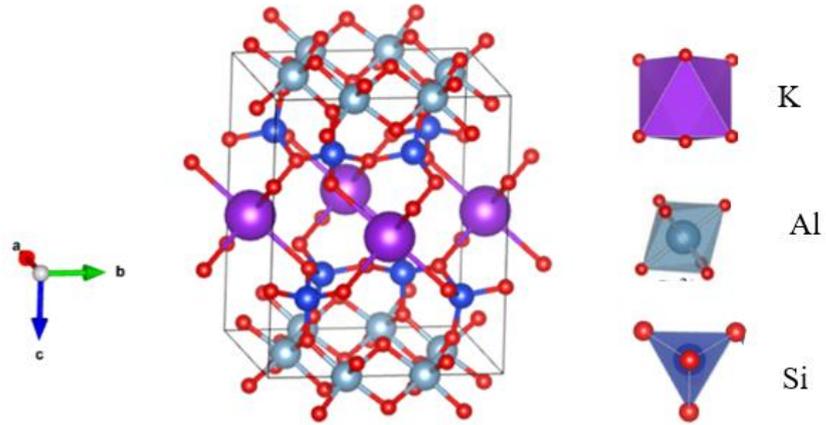


Figura 3-4. Estructura tridimensional de la Illita

Fuente: Vesta

El tercer componente que se pudo encontrar es la dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$ con 19,69% este mineral perteneciente a los carbonatos como se observa en la Fig. 4-6, se presenta en cristales hexagonales. Por lo general estos cristales son de hábito deformado, muy aplastado, curvos en forma de silla de montar o en formas masiva. Perteneciente al grupo espacial $R\bar{3}$, el volumen de la celda unitaria es 320.757098 \AA^3 , los parámetros de celosía son: $a= 4.808000$ $c=16.02200$ (Izumi, 2002).

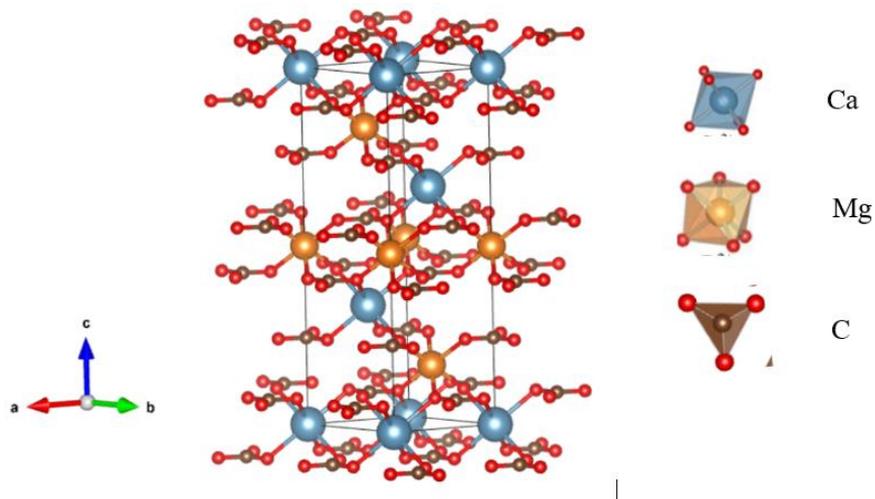


Figura 3-5. Estructura tridimensional de la Dolomita

Fuente: Vesta

El análisis químico de las muestras se realizó para conocer la composición química de los aluminosilicatos que están presentes en la muestra, los resultados de la Tabla 4-5 muestra que los óxidos de silicio y aluminio están presentes en mayores cantidades.

En las arcillas en el grupo de las micas se caracteriza por tener potasio entre las láminas tetraédricas y octaédricas en esta tabla se observa que la illita tiene una gran cantidad de potasio que es la característica principal de este grupo arcilloso (Huggett, 2005 pág. 69). En el análisis también se observa la presencia de Cr₂O₃, ZrO₂, menor al 0,01% indicándonos la presencia de otros minerales en bajos porcentajes.

Tabla 3-5: Análisis químico del Aluminosilicato

Método		Full análisis-Vac 34mm			
Óxidos	Porcentaje %	Óxidos	Porcentaje %	Óxidos	Porcentaje %
SiO ₂	51,19	Na ₂ O	1,74	SrO	0,03
Al ₂ O ₃	20,78	SO ₃	1,52	As ₂ O ₃	0,03
Fe ₂ O ₃	6,16	TiO ₂	0,86	CuO	0,02
CaO	4,90	MnO	0,10	ZnO	0,02
K ₂ O	2,69	P ₂ O ₅	0,06	ZrO ₂	0,01
MgO	2,24	V ₂ O ₅	0,06	Cr ₂ O ₃	0,01
Sum	92,4				
Compton	92,185				

Fuente: Laboratorio de análisis químico UCEM Cemento Chimborazo

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

3.3 Capacidad de adsorción del aluminosilicato para la remoción de plomo en agua mediante un estudio batch.

En una concentración inicial baja de iones metálicos Pb, la relación del número de iones Pb(II) con el número de sitios de adsorción disponibles es pequeño y por lo tanto la adsorción es independiente de la concentración inicial, pero la relación Pb (II)/Aluminosilicato sitios intercambiables están saturados lo que resulta una disminución en la eficiencia de adsorción (Ismael et al.,2011).

Se comprobó que luego del tratamiento se realizó un proceso de secado para el proceso de adsorción. En la Tabla 4-7 se puede observar que la adsorción llega al equilibrio a una concentración inicial de 12 mg/L de Pb (II) con un porcentaje de remoción del 98,8% de la muestra A (Fig. 4-7) y 99% en la muestra B (Fig. 4-8). La cantidad adsorbida por unidad de masa se incrementó a un 0,296 (Fig.4-9) y 0,297 mg/g de la muestra A y B respectivamente (Fig. 4-10)

presentando una fuerte atracción intermolecular entre las moléculas del adsorbato (Rueda, 2015). Para el análisis de adsorción de Pb (II) se usó 10 g de aluminosilicato.

Tabla 3-6: Datos para la construcción de la curva de masas del aluminosilicato.

No	Co (mg/L Pb)	Ce mg/L Pb		% de Remoción		q _e (mg/g)	
		Muestra A	Muestra B	Muestra A	Muestra B	Muestra A	Muestra B
1	0,2	0,13	0,13	35	35	0,00175	0,00175
2	0,5	0,13	0,16	74	68	0,00925	0,0085
3	1	0,17	0,21	83	79	0,02075	0,01975
4	3	0,17	0,12	94,3	96	0,07075	0,072
5	6	0,15	0,43	97,5	92,8	0,14625	0,13925
6	12	0,14	0,11	98,8	99	0,2965	0,29725

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

El mayor porcentaje de remoción de Pb (II) es a un pH inicial de 3,46 (Tabla 3-7), los aluminosilicatos son conocidos por tener una carga superficial negativa en solución, a medida que el pH cambia la carga de la superficie también cambia y la adsorción de especies cargadas se ve afectada. A un pH bajo se realiza el proceso de intercambio catiónico entre las capas como resultado de las interacciones entre iones y la carga negativa constante, mientras que a un pH elevado la remoción de metales ocurre junto con la liberación de iones hidrógeno (Carbonel, 2018 pág. 258)

Tabla 3-7. Valores de pH del Aluminosilicato en la solución.

	Peso Aluminosilicato (g)		pH		
	A	B	Inicial	Muestra A	Muestra B
1	10,03	10,03	5,42	8,2	8,15
2	10,07	10,03	4,96	8,17	8,25
3	10,02	10,01	4,54	7,98	8,2
4	10,02	10,00	4,11	8,2	8,27
5	10,01	10,01	3,81	8,21	8,25
6	10,08	10,01	3,46	8,19	8,14

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

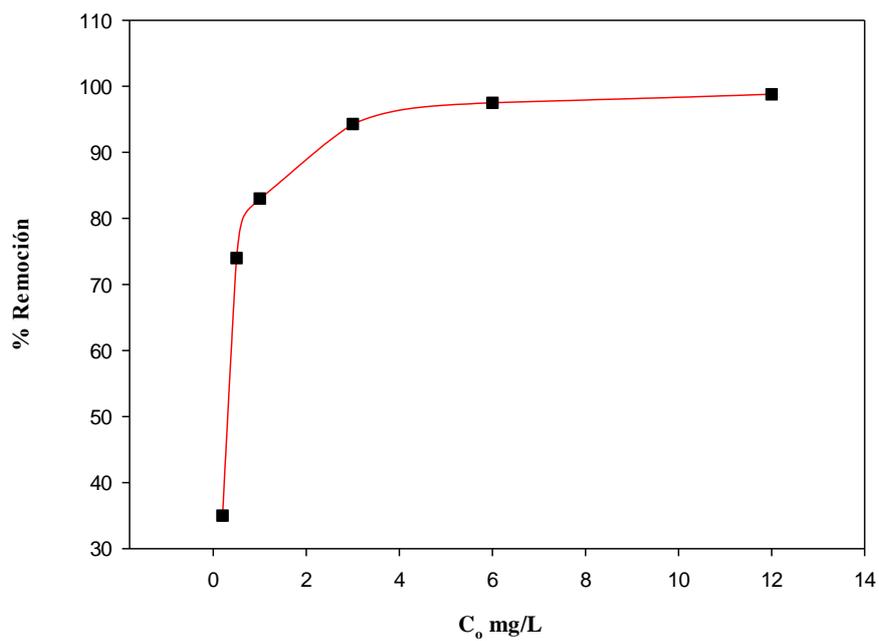


Gráfico 3-2. Efecto de la concentración inicial de Pb vs % de remoción de la muestra A

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

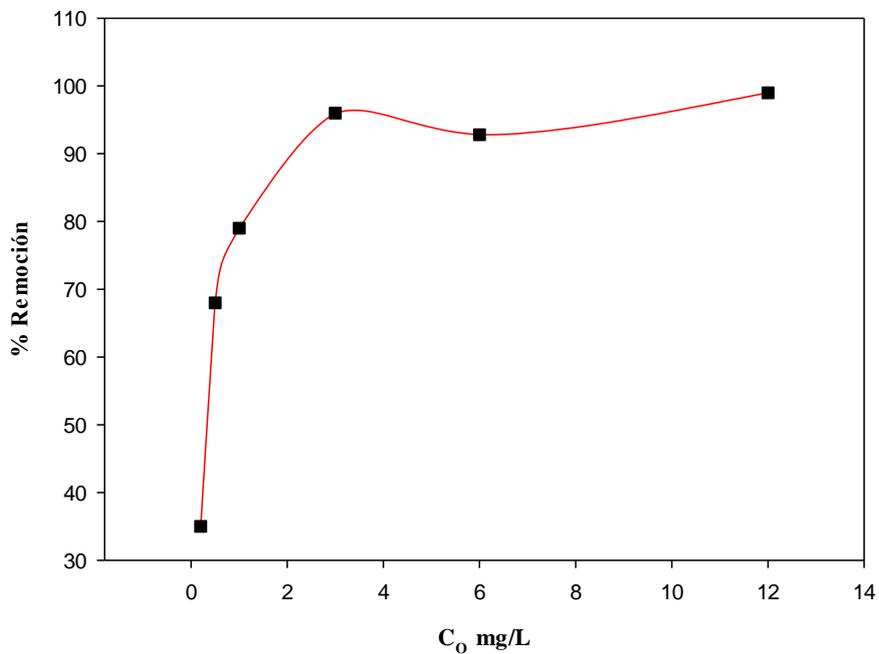


Gráfico 3-3. Efecto de la concentración inicial de Pb vs % de remoción de la muestra B

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

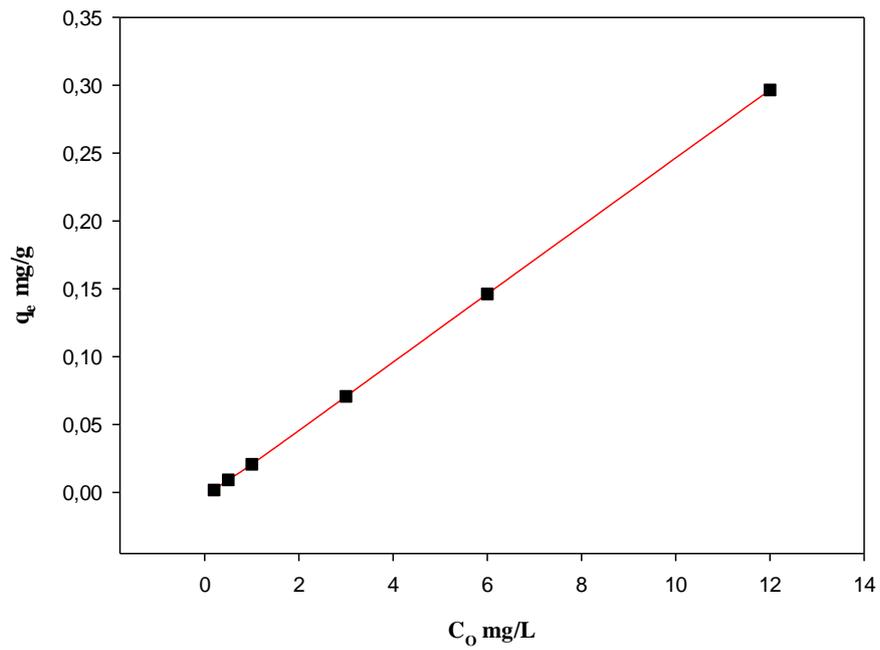


Gráfico 3-4. Isoterma de adsorción del Plomo con el aluminosilicato, muestra A

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

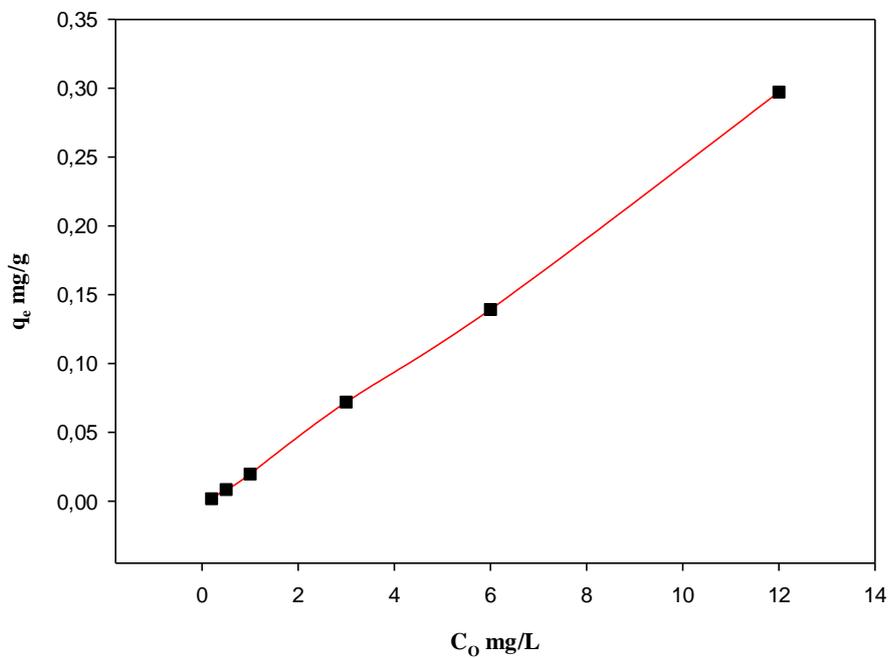


Gráfico 3-5. Isoterma de adsorción del Plomo con el aluminosilicato, muestra B

Realizado por: Miranda Esthefania, 2020

CONCLUSIONES

Mediante equipos de laboratorio se realizó la caracterización e identificación del aluminosilicato para su evaluación en la capacidad de adsorción del plomo en agua. En el análisis se determinó que la muestra no está formada solo de un mineral y que la interacción de estos obtuvo un porcentaje de remoción elevada.

Para evitar agentes cementantes y amorfos en la muestra se realizó la aislación y purificación del aluminosilicato de la comunidad Sucre perteneciente a la provincia de Tungurahua, eliminando humedad (16,91%), materia orgánica (21,13%) y carbonatos (59,57%)

Se caracterizó la muestra mediante el equipo de difracción de rayos X obteniendo componentes mayoritarios: cuarzo (33,7%), illita (31,74%), y dolomita (19,69%). En el análisis de microscopia electrónica de barrido se observó partículas laminares que corresponden a la illita y cuarzo, en el análisis de espectroscopia de energía dispersiva de rayos X junto con la fluorescencia de rayos X mostraron el predominio de silicio sobre aluminio.

Se determinó la capacidad de adsorción del aluminosilicato en la remoción de Plomo obteniendo una eficiencia del 99% utilizando 10 gramos de muestra a una concentración inicial de 12 mg/L y la cantidad adsorbida por unidad de masa se incrementó a un 0,297.

RECOMENDACIONES

- Es imperativo el uso de materiales de protección personal como guantes, mandil, lentes de protección y respirador al momento de trabajar con reactivos.
- Al momento de realizar el muestreo sería apropiado la toma de muestras de diferentes puntos para obtener una muestra más heterogénea.
- Como parte del proceso de adsorción se da la formación de materiales sedimentados por lo cual sería de mucha importancia estudiar tratamientos para disposición final de estos lodos y así reducir un posible impacto ambiental.
- Sería interesante evaluar más puntos de dosificación del adsorbente

GLOSARIO

Adsorción: Es un proceso que involucra el incremento de la concentración de masa del gas o líquido (adsorbato) en la superficie del material adsorbente (generalmente un sólido), este proceso puede ocurrir en la región entre dos fases, conocida como interfase y puede ser de tipo gas-sólido o líquido-sólido (Aylas, 2018 pág. 8)

Aluminosilicatos: Son compuestos minerales constituidos principalmente por óxidos de silicio y aluminio con cationes como calcio, potasio, sodio, etc. (Paredes, 2014 pág. 8). Su estructura consiste en un ordenamiento tridimensional de tetraedros MO_4 (M puede ser Al o Si), se unen compartiendo átomos de oxígeno hasta formar una red tridimensional, pueden ser de origen natural o artificial y su composición química es variable (Pineda, 2013).

Cuarzo: es un compuesto químico que consta de una parte de silicio y dos partes de oxígeno, es el mineral más abundante que se encuentra en la superficie de la Tierra y sus propiedades únicas le convierten en una de las sustancias naturales más útiles (Hobart, 2005).

Filosilicatos: son un grupo importante de minerales que incluyen las micas, clorita, serpentina, talco y los minerales arcillosos, la mayoría de los filosilicatos contiene ion hidroxilo con el OH ubicado en el centro de los anillos de 6 miembros (Stephen, 2015).

Fluorescencia de rayos X: La fluorescencia de rayos X es una técnica analítica utilizada para determinar la composición química de una variedad de muestras, este es un método de emisión atómica que permite medir la longitud de onda y la intensidad de la luz emitida por átomos energizados proporcionando información cualitativa y cuantitativa de la muestra (Malvern Panalytical, 2020).

Illita: es un nombre de grupo para minerales micáceos dioctaédricos, no expandibles del tamaño de la arcilla, es estructuralmente similar a la moscovita.

Mineral: Es una sustancia producida por procesos de naturaleza inorgánica, con una composición química característica y una estructura cristalina, generalmente suele presentarse en formas o contornos geométricos (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Silicatos: constituyen el 95% de la corteza terrestre, se encuentran como los componentes principales de la mayoría de las rocas ígneas y también en cantidades apreciables en variedades sedimentarias y metamórficas (Cornelius, K; Cornelius, S, 2007).

BIBLIOGRAFÍA

ADAUTO, Anais. Evaluación de la Capacidad de Adsorción de las Arcillas Organofílicas para la Adsorción de Nitratos y Nitritos en Soluciones Acuosas (Trabajo de Titulación) (Magister). Pontificia Universidad Católica del Perú - Perú. 2017.

ALVARES, Ramón; et al. "Particle and surface characterization of a natural illite and study of its copper retention". *Journal Colloid and Interface Science*, vol. 285, (2005).

ASTM, D422-63. *Standard Test Method for Particle- Size Analysis of Soils*. West Conshohocken : ASTM International.

AUERBACH, Scott; et al. *Handbook of Zeolite Science and Technology*. New York : Marcel Dekker, Inc, 2003.

AYLAS, Edwin. *Estudio de la Adsorción de Fenol, 4-Nitrofenol y 4-Clorofenol Utilizando Carbón Activado Modificado con cobre*. San Miguel : Pontificia Universidad Católica del Perú - Perú. 2018.

BESOAIN, Eduardo. *Mineralogía de arcillas de suelo*. s.l. : Centro Iberoamericano de documentación e información agrícola CIDIAT, 1985.

Carbonel Ramos, Dalia. *Cadmium, Copper and Lead Adsorption on Natural and Modified Bentonite, Kaolin and Zeolite: A Review of Process Parameters, Isotherms and Kinetics*: Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Perú. 2018.

Carbotecnia. *Plomo.* *Carbotecnia.* [En línea] 2020.
<https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/plomo-en-el-agua/>.

CORNELIUS, K & CORNELIUS, S. *Manual de Mineralogía*. 4. s.l. : Reverté, 2007.

DÁVILA, Gisela & BONILLA, Pablo. "Optimización del Proceso de Adsorción de Plomo con Quitosano Modificado para ser Utilizado en el Tratamiento de Aguas". *Química Central* [en línea], 2011, (Ecuador) 2(1), pp. 19 - 24. [Consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en : 10.29166/quimica.v2i1.542

DONAT, R. "Thermodynamics of Pb²⁺ and Ni²⁺ adsorption onto natural bentonite from aqueous solutions". *Journal of Colloid and Interface Science*, vol 286, nº 1, (2005), pp 43 - 52.

Foro Intergubernamental sobre Minería, Minerías, Metales y Desarrollo Sostenible (IGF). "Evaluación del Marco de Políticas Mineras del IGF. Ecuador : Winnipeg": IISD, 2019.

Gobierno de la Rioja. *Salud y Metales Pesados* [blog]. [Consulta: 26 septiembre 2020]. Disponible en : <https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/red-biomonitorizacion-metales-pesados-rioja/salud-metales-pesados>

HAFNER, J; et al. "Acid-based catalysis in zeolites". *Top Catal* [en línea], 2006, 37, pp. 41 - 54. [Consulta: 14 junio 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11244-006-0003-z>

HIERRO, Almunedá; et al. "Tratamiento de Aguas Contaminadas con Plomo (III) Mediante una Técnica en Continuo de Bioadsorción en Columna de Corcho". *Bellatera*, (2017).

HOYOS, Lina; et al. "Caracterización fisicoquímica de cuarzo en el municipio de La Playa de Belén, departamento de Norte de Santander". *Tecnura* [en línea], 2015, (Colombia) 19(45). [Consulta: 16 marzo 2020]. Disponible en: [10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a03](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.3.a03)

HUGGETT, J. "Clays and Their Diagenesis". *Elsevier* [en línea], 2015, (Amsterdam), 5, pp. 61 - 69. [Consulta: 24 abril 2020] . Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369396-9/00311-7>

HUGGINS, Maurice. "The Crystal Structure of Quartz". *Elsevier* [en línea], 2000 (California), 19. [Consulta: 14 marzo 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1103/PhysRev.19.363>

ICMUV. *Difracción de DX*. Instituto Universitario de Ciencia de los Materiales. Valencia : Universidad de Valencia, 2020.

IIGE. "Mapa de ocurrencias de minerales no metálicos escala 11,000.000". *Instituto Energético de Investigación Geológico y Energético*. (2011), (Ecuador).

INEN. "Áridos. Muestreo". *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. (2011), (Ecuador).

INGLEZAKIS, Vassilis & Zorpas, Antonis A. *Hanbook of Natural Zeolites*. Potomac : s.n., 2012.

IPOHORSKI, Miguel y Bozzano, Patricia. "Microscopía Electrónica de Barrido en la Caracterización de Materiales". *San Martín*. (2013).

ISMAEL, I; et al. "Lead Removal from Aqueous Solution by Natural and Pretreated Zeolites". *Springer Science* [en línea], 2011, 30 [Consultado: 9 julio 2020]. Disponible en: [10.1007 / s10706-011-9466-1](https://doi.org/10.1007/s10706-011-9466-1)

ISMAEL, S. "Lead Removal from Aqueous Solution by Natural and Pretreated Zeolites". *Geotech Geol Eng*[en línea], 2011, 30, pp. 253 - 262. [Consulta: 8 agosto 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10706-011-9466-1>

ISMADJI, Suryadi & AYUCITRA, Aning. "Clay Materials for Environmental Remediation". [ed.] *Cham Springer*. 2015.

IUPAC. *Reporting Physisorption data for gas/solid systems with Special Reference to the Determination of Surface Area and Porosity.* 1985. Vol. 57.

Izumi, Fugio. *Vizualization for Electronic and Structural Analysis.* [En línea] 2002.

Jha, Bhagwanjee & Singh, Devendra. *Fly Ash Zeolites Innovations, Applications, and Directions.* [ed.] Andreas Öchsner y Southport Queensland. Singapur : Springer, 2016. Vol. 78.

Justo, Angel & Gonzáles, E. *Técnicas de difracción de Rayos X para la identificación cualitativa y cuantitativa de minerales de la arcilla.* Castellon de la Plana . 1999. pág. 10.

Lara, Andres. "Evaluación de la capacidad de mineral aluminosilicato de la localidad de Cacha para la remoción de color en efluentes de la industria de lavado de blue jeans". *Riobamba : Ciencia Digital*, 2019. págs. 409-421.

Mallaupoma, Luis. *Adsorción de iones Cu (III) desde Soluciones Acuosas Utilizando Nanoarcillas.* Huancallo : s.n., 2018.

Malvern Panalytical. *Fluorescencia de Rayos X de dispersion por longitud de onda (WDXRF).* 2020.

MEDINA, Hanoi. *El método del hidrómetro: base teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño del partículas del suelo.* Habana : s.n., 2007.

Mineralogical, Physico-Chemical and Technological. *Mineralogical, physico-chemical and technological.* 2017.

Minerals Education Coalition. Quartz. *Mineral Database.* [En línea] 2020. <https://mineralseducationcoalition.org/minerals-database/quartz/>.

MOLINA, Fausto; et al. *Stiffness of a granular base under optimum and saturated water contents.* 2016. págs. 75-78.

MORANTE, Fernando. *Las Zeolitas de la Costa del Ecuador (Guayaquil): Geología, Aplicación y Caracterización.* (Trabajo de titulación)(Doctoral) [en línea] Universidad Politécnica de Madrid, Escuela ETSI Minas.2004. [Consulta: 13 junio 2020]. Disponible en: <http://oa.upm.es/740/>

NADIYE, Misael & Obuseng, Verónica. *A Review of the Chemistry, Structure, Properties and Applications of Zeolites.* 2017.

Organización Mundial de la Salud. *Intoxicación por Plomo y Salud.* 2019.

PAREDES, Diego. *Estudio de la Modificación Termoquímica de una Zeolita para Incrementar su Capacidad de Intercambio Cationico (CIC) y Aplicarlo en la remediación de Aguas Contaminadas con Plomo III.* (Trabajo de titulación)(Mestría) [en línea]. Universidad Nacional

de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales. Tesis de Ingeniería. 2014. [Consulta: 14 abril 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2923>

PETRANOVSKII, V; et al. "Potential uses of natural zeolites for the development of new materials: short review". *MATEC Web of Conferences* [en línea], 2016, 85. [Consulta: 17 junio 2020]. Disponible en: 10.1051 / mateconf / 20168501014

PINEDA, Antonio. Silicatos y Alúminosilicatos Mesoporosos Funcionalizados como Catalizadores en Reacciones de Interés en Química Fina (Trabajo de titulación)(Doctorado). [en línea]. Universidad de Córdoba, 2013. [Consulta: 18 abril 2020]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/11186>

RADHESHYAM, R; et al. "Activated bentonite as a low-cost adsorbent for the removal of Cu(II) and Pb(II) from aqueous solutions: Batch and column studies". *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* [en línea] 2015, 34, pp. 213 - 223. [Consulta: 16 abril 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2015.11.014>

RAZMILIC, Blago. *Espectroscopia de absorción atómica*. s.l. : Merck Química Chilena Soc. Ltda., 1994.

REALPE, Isabel. "Efecto de la calidad de la materia orgánica asociada con el uso y manejo de suelos en la retención de cadmio en sistemas altoandinos de Colombia". *Acta agronómica* [en línea], 2014 (Colombia) 63, pp. 164 - 174. [Consulta: 15 abril 2020]. Disponible en: 10.15446/acag.v63n2.39569

RODRIGUEZ, José. *Metales pesados, materia orgánica y otros parámetros de los suelos agrícolas y pastos de España* [en línea]. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), 2009.

RUEDA, Mónica. "Retención de Zn, Cd y Pb por sólidos arcillosos". (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de la Plata. La Plata, 2015.

Servicio Geológico de EE.UU. "Un manual de laboratorio para la difracción de rayos X en polvo". *Servicio Geológico de EE.UU.*, 2001. Informe de archivo abierto del Servicio Geológico de EE. UU. 01-041.

Servicio Geológico Mexicano. Servicio Geológico Mexicano. [En línea] 22 de Marzo de 2017. <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Minerales/Los-minerales.html>.

UCO. *Metales Tóxicos Pesados*. [En línea] 2015. <http://www.uco.es/~iq2sagrl/QIMediambiente/TranspTema9-web.pdf>.

UNAM. *Hoja de Seguridad XXIII Plomo y Sales de Plomo.* 2016.

URIBE, Rafael. *Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador.* 2015. pág. 39.

VERA, Luisa; et al. "Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales mineras utilizando el bagazo de caña como biosorbente". *Revista de química teórica y aplicada* [en línea], 2015 (Ecuador) 73 (573), pp. 43 - 49. [Consulta: 8 marzo 2020]. ISSN 0001-9704 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5467346>

VERANES, Y. "Caracterización del cuarzo del yacimiento El Cacahual para la preparación de resinas compuestas". *Revista Cubana de Química.* vol 15 (2), (2003).

WHERRY, Edgar. *The nomenclature and classification of the native element minerals.* 1917.



Firmado electrónicamente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS

ANEXOS

ANEXO A RESULTADO DE ANÁLISIS DE TEXTURA DEL ALUMINOSILICATO EN EL LABORATORIO ANAVANLAB

ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS ANAVANLAB CIA. LTDA. <small>La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contacto: 3550122 / 5143303 / servicioscliente@anavab.com.ec</small>	 ANAVANLAB	Muestra AAALab No: 12890-1 Pág 1 de 1
--	---	--

INFORME DE RESULTADOS No. 12890-1

1.- DATOS GENERALES

CLIENTE:	GLORIA ESTEFANÍA MIRANDA TORRES	TELÉFONO:	099 524 1300
DIRECCIÓN:	RIOBAMBA	ATENCIÓN A:	Esthefania Miranda

2. INFORMACION DE LA MUESTRA	INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE	LUGAR DE MUESTREO:	NO DISPONIBLE
TIPO DE MUESTRA:	SUELO		FECHA DE MUESTREO:	18/6/2020
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	MUESTRA DE SUELO		RESPONSABLE DEL MUESTREO:	GLORIA ESTEFANÍA MIRANDA TORRES
FECHA DE RECEPCIÓN:	19/6/2020		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS	23/6/2020 al 9/7/2020

3. RESULTADOS:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRE ± % U
(*)	Humedad	ASTM D4959	%	16,91	NA
(*)	Materia Orgánica	Volumétrico	%	21,13	NA
2	Análisis de Textura	Cálculo / PEE-SFA-20	na	VER ANEXO	NA
(*)	Carbonatos (Solubles)	Volumétrico	mg/kg	59,57	NA

NOTAS:

AA (Acreditaciones):	*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de Incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con K=2, nivel de confianza 95,45%
1: Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE	N1: No se posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma	
(*): Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE	N2: No se posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma	
2: Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.		
El presente informe solo afecta a las muestras identificadas en el apartado 2.	Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.	

Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.

4. OBSERVACIONES	INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR: Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 10 de julio del 2020
-------------------------	--

**ANEXO B RESULTADO DEL ANALISIS DE GRANULOMETRIA POR HIDRÓMETRO EN
EL LABORATORIO ANAVANLAB**



GEOSUELOS
CIA. LTDA. CONSULTORES

GRANULOMETRÍA POR HIDRÓMETRO

CLIENTE:	Anavanlab	SOLICITA:	Anavanlab
OBRA:	Ensayos de Labor: PARA TAMAÑO MENOR A #200	LABORATORISTA:	FM
UBICACION:	QUITO	REVISOR:	M.C.
SONDEO No.	12830-1-2	MUESTRA:	
PROFUNDIDAD (m):	no refiere	SUPERVISOR:	A.P.
		FECHA:	junio-20

HIDRÓMETRO TIPO:	152-H
PESO SECO (Ms) =	50.00
Gs =	2.81

HORA	TIEMPO (min)	LECTURA HIDRÓMETRO (gr / lt)	TEMPERATURA (T°c)	K	Corrección Compuesta	Rcl (gr / lt)	P (%)	L (cm)	D (mm)
	1	50	23.6	0.01261	11.00000	39.0000	75.660%	16.2	0.051
	2	48	23.7	0.01261	11.00000	37.0000	71.780%	16.2	0.036
	4	46	23.7	0.01261	11.00000	35.0000	67.900%	16.2	0.025
	8	43	23.6	0.01261	11.00000	32.0000	62.080%	16.2	0.018
	15	42	23.6	0.01261	11.00000	31.0000	60.140%	16.2	0.013
	30	39	23.2	0.01261	11.00000	28.0000	54.320%	16.2	0.009
	60	37	22.6	0.01276	11.00000	26.0000	50.440%	16.2	0.007
	120	35	22.5	0.01276	11.00000	24.0000	46.560%	16.2	0.005
	240	33	22.8	0.01276	11.00000	22.0000	42.680%	16.2	0.003
	450	31	24.6	0.01246	11.00000	20.0000	38.800%	16.2	0.002
	1440	26	22.4	0.01276	11.00000	15.0000	29.100%	16.3	0.001

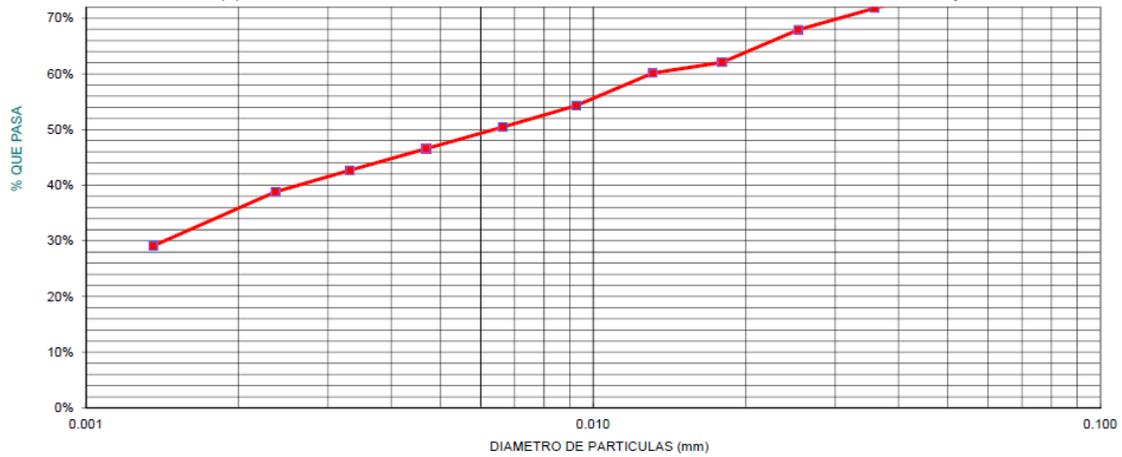
ANEXO C RESULTADO DEL ANALISIS DE GRANULOMETRIA POR HIDRÓMETRO EN EL LABORATORIO ANAVANLAB



GEOSUELOS
CIA. LTDA. CONSULTORES

GRANULOMETRIA POR HIDRÓMETRO

CLIENTE:	Anavanlab	SOLICITA:	Anavanlab	
OBRA:	Ensayos de Labora	PARA TAMAÑO MENOR A #200	LABORATORISTA:	FM
UBICACION:	QUITO		REVISOR:	M.C.
SONDEO No.	12830-1-2	MUESTRA:	SUPERVISOR:	A.P.
PROFUNDIDAD (m):	no refiere		FECHA:	junio-20



ANEXO D CERTIFICADO DE ANALISIS DE GRANULOMETRÍA ASTM DEL LABORATORIO ANAVANLAB



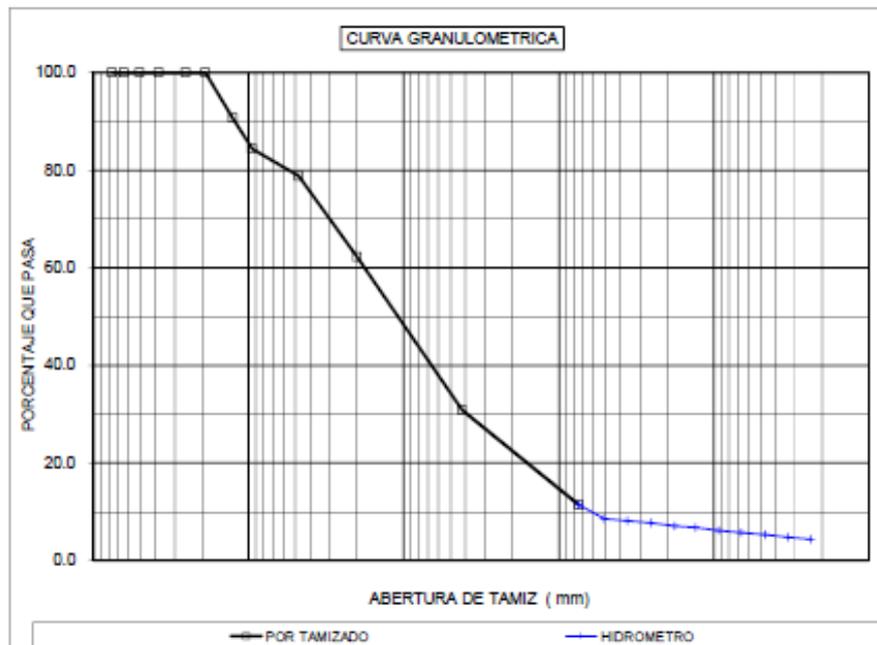
GEOSUELOS
CIA. LTDA. CONSULTORES

GRANULOMETRÍA ASTM D422-63

OBRA:	Ensayos de Laboratorio	SOLICITA:	Anavanlab
UBICACION:	QUITO	LABORATORISTA:	FM
SONDEO No.:	12030-1-2	REVISOR:	M.C.
PROFUNDIDAD (m):	no refiere	SUPERVISOR:	A.P.
MUESTRA:	-	FECHA:	junio-20

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RETENIDA PARCIAL	MASA RETENIDA ACUMULADA	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	PORCENTAJE QUE PASA CORREGIDO
3"	76.200	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
2 1/2"	64.000	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
2"	50.400	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
1"	25.400	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.0	100.0	100.0
1/2"	12.700	11.32	11.32	9.3	90.7	90.7
3/8"	9.510	7.57	18.89	15.6	84.4	84.4
#4	4.750	6.76	25.65	21.2	78.8	78.8
#10	2.000	45.73	45.73	37.7	62.3	62.3
#40	0.420	37.90	83.63	69.0	31.0	31.0
#200	0.074	23.70	107.33	88.6	11.4	11.4
P A S A No. 200		13.84	121.17	100.0	0.0	

D (mm)	% pasa	% pasa corregido
0.0508	75.660	8.642
0.0359	71.780	8.199
0.0254	67.900	7.756
0.0179	62.080	7.091
0.0131	60.140	6.869
0.0093	54.320	6.204
0.0066	50.440	5.761
0.0047	46.560	5.318
0.0033	42.680	4.875
0.0024	38.800	4.432



OBSERVACIONES:

**ANEXO E RESULTADO DEL ANALISIS 18745 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU**

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL <small>Suelos, Aguas, Alimentos, Emisiones, Ruido</small>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquensado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com.ec Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06-2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 131780	
SPS: 20 - 5 227	Análisis de Aguas Coca, 16 de octubre de 2020	

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15 N/A** Responsable: **Sra. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 0,20 ppm filtrado por Aluminosulfato.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15 16:30.**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis: **T. Máx: 26,5°C T. MÍN: 21,5°C**
 Código de LabSu: **a 18 745**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 745		Incertidumbre ($k=2$) %
				a	b	
1	Plomo	SM 3030 B, 3111 I/ PHE-LABSU-24	mg/l.	0,13	0,16	± 26 %

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

2.2.1.- COMENTARIOS

- (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura $k=2$, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%.
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:

Tte. Andrés Soto Plaza
DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZACIÓN



Ing. Viviana Lara Villegas.
RESPONSABLE DE CALIDAD
REVISIÓN

ANEXO F RESULTADO DEL ANALISIS 18746 DE ABSORCION DE PLOMO DEL LABORATORIO LABSU

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL Saneamiento, Agua, Aire, Suelo, Ruido	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Vía F. de Villaspereada 1/1 y Av. Laloña E-mail: labsona@labso.com.ec Cota, Provincia de Orellana - Ecuador Teléfono (09)36- 2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 18746	
YPS- 20 - 1 227	Análisis de Agua	Cota, 14 de octubre de 2020

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15** N/A Responsable: **Srta. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 0,50 ppm filtrado por Aluminio filtrado.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15** **16:30**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis: **T. Máx: 26,5°C - T. Mín: 21,5°C**
 Código de Látex: **a 8 746**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 746		Incertidumbre (k=2) %
				a	b	
1	*Plomo	ISO 3038, 3114 (1) PEE-LABSU-24	mg/L	0,17	0,21	-

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES:

2.2.1.- COMENTARIOS

- (1) La incertidumbre de fondo se basa en la incertidumbre repetible, multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximado del 95%.
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:


 Tte. Analista Jairo Flores
**DIRECTOR TÉCNICO
 AUTORIZACIÓN**




 Ing. Cristian Lara Yllaga
**RESPONSABLE DE CALIDAD
 REVISIÓN**

**ANEXO G RESULTADO DEL ANALISIS 18747 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU**

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL Suelos, Aguas, Alimentos, Emisiones, Ruido	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com.ec Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003	
	INFORME DE ENSAYO N° 131 782		
	SPS: 20 – 5 227		Análisis de Aguas

Coca, 16 de octubre de 2020

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15 N/A** Responsable: **Sra. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 1,0 ppm filtrado por Aluminosilicato.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15 16:30.**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis: **T. Máx: 26,5°C T. Mín: 21,5°C**
 Código de LabSu: **a 18 747**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 747		Incertidumbre (k=2) %
				a	b	
1	Plomo	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-24	mg/L.	0,17	0,12	± 26%

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

2.2.1.- COMENTARIOS

- (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida; multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%
- El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:

Téc. Analiza Sofo Plaza.
**DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZACIÓN**



Ing. Viviana Lara Villegas.
**RESPONSABLE DE CALIDAD
REVISIÓN**

ANEXO H RESULTADO DEL ANALISIS 18748 DE ABSORCION DE PLOMO DEL LABORATORIO LABSU

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL Suñe, sp. al. Miraflores, Erasmoras, Riado	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com.ec Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
INFORME DE ENSAYO N°: 131783		
SPS: 20 - 5 227	Asiños de Aguas	

Coca, 16 de octubre de 2020.

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15 N/A** Responsable: **Sra. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 3,0 ppm filtrado por Aluminosilicato.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15 16:30.**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis: **T. Máx: 26,5°C. T. Mín: 21,5°C**
 Código de LabSu: **a 18 748**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 748		Incertidumbre (k=2) %
				a	b	
1	Plomo	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-24	mg/L.	0,13	0,13	± 20%

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

2.2.1.- COMENTARIOS

(2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%

(3) El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:


Téc. Andrés Solís Plaza
DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZACIÓN




Ing. Viviana Lara Villegas
RESPONSABLE DE CALIDAD
REVISIÓN

**ANEXO I RESULTADO DEL ANALISIS 18749 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU**

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL <small>Saneamiento, Agua, Alimentos, Emisiones, Ruido</small>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Pray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com.ec Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefon: (593)06-2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 131784	
SPS: 20 - 5 227	Análisis de <u>Agua</u> Coca, 16 de octubre de 2020	

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15 N/A** Responsable: **Sra. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 6,0 ppm filtrado por Aluminosulfato.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15 16:30.**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis: **T. Máx: 26,5°C T. Mín: 21,5°C**
 Código de LabSu: **a 18 749**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 749		Incertidumbre (k=2) %
				a	b	
1	*Plomo	SM 3030 B, 3111 B/ PEE-LABSU-24	mg/L	0,15	0,43	-

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

2.2.1.- COMENTARIOS

- » (2) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%
- » El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:

Téc. Andrés Soto Plaza.
**DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZACIÓN**



Lep. Viviana Lara Villegas.
**RESPONSABLE DE CALIDAD
REVISIÓN**

**ANEXO J RESULTADO DEL ANALISIS 18750 DE ABSORCION DE PLOMO DEL
LABORATORIO LABSU**

 LABSU LABORATORIO AMBIENTAL <small>Ruido, Agua, Alimentos, Emisiones, Ruido</small>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fey P. de Villanquemade S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com.ec Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefon: (593) 06 - 2881105	Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 131785	
SPS: 20 - 5 227	Análisis de Agua Coca, 15 de octubre de 2020	

1.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Solicitado por: **SRTA. GLORIA MIRANDA TORRES.**
 Dirección: **Riobamba.**
 Fecha hora toma de muestra: **2 020 09 15 N/A** Responsable: **Sra. Gloria Miranda Torres.**
 Identificación de la muestra: **Agua fortificada con solución de Plomo 12,0 ppm filtrado por Aluminosilicato.**

2.- INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Fecha hora ingreso al Laboratorio: **2 020 09 15 16:30.**
 Fecha del análisis: **2 020 09 15 a 2 020 10 16.**
 Condiciones Ambientales de Análisis T. Máx: **26,5°C** T. Mín: **21,5°C**
 Código de LabSu: **a 18 750**

2.1.- PARÁMETROS, MÉTODO / REFERENCIA:

Ítem	Análisis solicitados	Método de Referencia Normalizado/ PEE - LABSU	Unidad	Código a 18 750		Incertidumbre (k=2) %
				a	b	
1	Plomo	SM 3000 B, 3111 B/ PEE-LABSU-24	mg/L	0,14	0,11	± 20%

2.2.- COMENTARIOS Y OBSERVACIONES

2.2.1.- COMENTARIOS

- » (Q) La incertidumbre declarada se basa en la incertidumbre expandida, multiplicada por un factor de cobertura k=2, que garantiza un nivel de confianza aproximada del 95%
- » El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente.

3.- RESPONSABLES DEL INFORME:


Téc. Andrey Solís Plaza.
DIRECTOR TÉCNICO
AUTORIZACIÓN




Ing. Viviana Lara Villegas.
RESPONSABLE DE CALIDAD
REVISIÓN

ANEXO K RESULTADOS DE FRX DEL ALUMINOSILICATO

Cargador Resultados Estatus Herramientas

Resultados buscados: Encontrados 32 muestras

B-33 Oxides 16:01 29.07.2020	A-33 Oxides 16:13 29.07.2020	HC 18H 29 Oxides 17:39 29.07.2020	ET120H Oxides 19:37 29.07.2020
M1 Oxides 20:42 29.07.2020	M2 Oxides 20:50 29.07.2020	M3 Oxides 20:57 29.07.2020	ET1 22H Oxides 21:36 29.07.2020
GAIBOR Oxides 23:15 29.07.2020	VELASCO Oxides 23:23 29.07.2020	MIX ADELCA Oxides 23:30 29.07.2020	ET1 00H Oxides 23:41 29.07.2020

Opciones Búsqueda

- Busqueda rápida
- Busqueda Avanzada
- Ordenar por: Fecha, ID, Aplicación
- Invaliar, Imprimir

Información de muestra Resultados

ID	M3	Sum	92.4 %	MgO	2.24 %
Aplic	Oxides	Compton	92.185 %	Na2O	1.74 %
Material	Oxides	SiO2	51.19 %	SO3	1.52 %
Mode	Vac	Al2O3	20.78 %	TiO2	0.86 %
Diameter	34mm	Fe2O3	6.16 %	MnO	0.10 %
Method	Full Analysis-Vac34mm	CaO	4.90 %	P2O5	0.06 %
Medido	20:57 29.07.2020	K2O	2.69 %	V2O5	0.06 %
				Cr2O3	0.01 %

05.20.22

En línea - desocupado

ANEXO L RESULTADOS DE DRX DEL ALUMINOSILICATO

The screenshot displays a software interface for X-ray diffraction (XRD) analysis. The top menu bar includes options like WIZARD, DETECTOR, LOADER, COMMANDER, START JOBS, JOBLIST, DA VINCI, TOOLS, CONFIGURATION, DB MANAGEMENT, RESULTS MANAGER, and LOG. The main window shows a grid of sample positions, many of which are marked with 'OK' buttons, indicating successful measurements. A central image shows the physical specimen being analyzed.

OK Specimen finished

Information

ID	M3
Experiment	Cement-Standard.bsmf
	Puzzolane_17278.bsmf
	ScriptTopas@Qcrh.cs
	BBQ-Puzzolane.tif
	Puzzolane_INP
View-spec.	Puzzolane
Priority	Priority: Normal

Schedule

Start	7/29/2020 9:30:57 PM
End	7/29/2020 9:36:19 PM
Completed in	05:22

Compounds

R_xrd	14.650
Quartz	33.77 %
Gypsum	0.68 %
Calcite	2.56 %
Dolomite	16.69 %
Andesine	1.63 %
Ilite	31.74 %
Hornblende	1.00 %
Puzzolane_amorphous	8.5 %
Cristobalite	0.02 %
Calcite_magnesian	0.02 %
Phlogopite	2.20 %
Hematite	1.25 %



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS
PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 2 / 02 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Gloria Esthefania Miranda Torres

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Ingeniería Química

Título a optar: Ingeniero Químico

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. CPA. Jhonatan Rodrigo Parreño Uquillas. MBA.



Firmado digitalmente por:
JHONATAN RODRIGO
PARREÑO UQUILLAS



2-02-2021

0518-DBRAI-UPT-2020