



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**EXTENSIÓN MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA: INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y MINAS**

**“INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA  
CERÁMICA EN EL CORREDOR PALORA-SAN JUAN BOSCO DE  
LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERA EN GEOLOGÍA Y MINAS**

**JASMIN GABRIELA JARAMILLO ALTAMIRANO**

**MACAS- ECUADOR**

**2018**

**“Señor, tu eres nuestro Padre;  
nosotros somos el barro, y tú el alfarero.**

**Todos somos obra de tu mano”**

**Isaías 64:8**

# INFORME DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



## ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

EXTENSION MORONA SANTIAGO

Macas, 26 de enero del 2018

Ing. Romané Peñafiel Mgs.  
Directora de la ESPOCH Extensión Morona Santiago

Su despacho

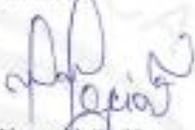
De mi consideración

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez deseándole éxito en las funciones que desempeña; en respuesta a los Oficios No. 43- D-ESPOCH-EXT-MS-2018 ; No. 44- D-ESPOCH-EXT-MS-2018 emitidos el 15 de enero de 2018 con respecto al borrador del trabajo de Titulación denominado "INVESTIGACION DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA EN EL CORREDOR PALORA- SAN JUAN BOSCO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO" desarrollado por la señorita egresada **Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano**; una vez realizada la revisión remitimos los siguientes criterios:

- 1.- El trabajo escrito se encuentra de **afin** a la investigación propuesta, **apegado** a los parámetros de redacción técnica.
- 2.- El trabajo escrito refleja el **100%** de la **investigación desarrollada**, complementada con el **seguimiento técnico** continuo.
- 3.- Con la presentación del documento escrito da por culminado el proceso del trabajo investigación encontrándose **habilitado** para realizar la solicitud de defensa pública del mismo y la continuación de los trámites pertinentes subsiguientes.

Si más que adicionar y agradeciendo su gentil atención nos suscribimos.

Atentamente

  
Ing. Marco Mejía, Mgs.  
Director del trabajo de titulación

  
Ing. Edgar Ramiro Pino, Mgs.  
Asesor del trabajo de titulación

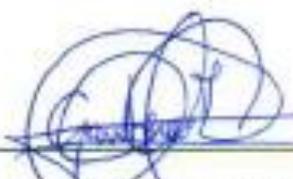


## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mí autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 3 de abril de 2017.



---

Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano  
**C.I 1400481113**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y guiado hasta este momento tan importante en mi formación profesional. A mis padres por ser mi pilar fundamental, mi gran apoyo, mi fortaleza y mis grandes consejeros que han sabido formarme con buenos valores y sobre todo me han ayudado a salir adelante y no rendirme pese a las diferentes dificultades que se presentaron a lo largo de esta trayectoria de estudio universitario. A mis hermanas, familiares y amigos que siempre han estado junto a mi brindándome su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Escuela Politécnica del Chimborazo Extensión Morona Santiago por haberme preparado y enseñado con excelentes docentes quienes nos formaron para desenvolvernos de la mejor manera en el ámbito profesional de nuestra carrera.

A los ingenieros Fernando Fierro y Marco Mejía, que más que unos maestros son unos grandes amigos, que me supieron guiar e impulsar con sus amplios conocimientos para poder culminar con mi trabajo de titulación

Al Ing. Edgar Pino por ser un gran asesor y por brindarme su apoyo en este trabajo final.

Al ceramista Ivan Encalda, que con su gran experiencia supo compartirme sus ideas y conocimientos que fueron de gran ayuda.

A la Sra. Karlita Jaramillo y Sr. Danilo Tayopanta quienes me supieron abrir las puertas de la fundación ATASIM e incluirme en este proyecto investigativo de materias primas para el uso cerámico.

Al Departamento de Obras Públicas del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago, en especial al Tec. Carlos Sarmiento encargado del Laboratorio de Suelos que con su gran colaboración y aporte me permitieron complementar una parte importante de mi trabajo de titulación.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>2</b>
1. MARCO REFERENCIAL .....	2
1.1 Antecedentes .....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos .....	3
1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....	3
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Generalidades .....	4
1.6.1 <i>Ubicación y Acceso</i> .....	4
1.6.2 <i>Clima</i> .....	5
1.6.3 <i>Geología de la Provincia de Morona Santiago</i> .....	5
<b>CAPTÍTULO II .....</b>	<b>10</b>
2. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS .....	10
2.1 Campo de la cerámica .....	11
2.1.1 <i>Definición</i> .....	11
2.2 Caolín .....	13
2.2.1 <i>Origen</i> .....	13
2.2.2 <i>Composición química:</i> .....	14
2.2.3 <i>Estructura mineralógica</i> .....	15
2.2.4 <i>Características</i> .....	15
2.2.5 <i>Las rocas de caolín que surgen en el Ecuador, según su origen:</i> .....	16
2.3 Arcillas .....	16
2.3.1 <i>Las rocas arcillosas que surgen en el Ecuador, según su origen son:</i> .....	17
2.3.2 <i>Propiedades Físicas de la arcilla:</i> .....	17
2.3.3 <i>Clasificación de las arcillas:</i> .....	18
2.4 Feldespatos.....	20
2.4.1 <i>Origen:</i> .....	20
2.4.2 <i>Composición química:</i> .....	21
2.4.3 <i>Estructura mineralógica:</i> .....	22
2.4.4 <i>Características:</i> .....	22
2.4.5 <i>Las rocas de feldespato que surgen en el Ecuador, según su origen son:</i> .....	22
2.5 Cuarzo .....	22
2.5.1 <i>Origen:</i> .....	22
2.5.2 <i>Estructura mineralógica:</i> .....	23
2.5.3 <i>Características:</i> .....	23
2.5.4 <i>Las rocas de cuarzo que surgen en el Ecuador, según su origen son:</i> .....	23
2.6 Otros Minerales Cerámicos .....	23
2.6.1 <i>Carbonato Cálcico (creta)</i> .....	23
2.6.2 <i>Dolomía</i> .....	24

2.6.3	<i>Talco</i> .....	24
2.6.4	<i>Pirofilita</i> .....	24
<b>CAPITULO III</b>	.....	<b>25</b>
3.	PANORAMA DE LAS MATERIAS PRIMAS CERÁMICAS.....	25
3.1	Panorama Actual de la Materia Prima.....	25
3.2	Trabajo de Campo.....	28
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>58</b>
4.	ANÁLISIS FÍSICO-CERÁMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	58
4.1	Análisis Físico.....	58
4.1.1	<i>Fundamentos Teóricos</i> .....	58
4.1.2	<i>Granulometría</i> .....	62
4.2	Plasticidad.....	66
4.2.1	<i>Metodología para el análisis de la plasticidad</i> .....	68
4.3	Análisis Técnico-Cerámico.....	78
4.3.1	<i>Cocción</i> .....	81
4.3.2	<i>Color tras la Cocción</i> .....	83
4.3.3	<i>Contracción</i> .....	87
4.3.4	<i>Absorción</i> .....	92
4.3.5	<i>Porcentaje de Espacios Porosos</i> .....	95
4.3.6	<i>Densidad Real</i> .....	96
4.3.7	<i>Densidad Aparente</i> .....	97
4.4	Observaciones Generales.....	98
4.5	Resultados.....	99
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>116</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	116
5.2	RECOMENDACIONES.....	117
5.3	RESUMEN.....	119
5.4	ABSTRACT.....	120
5.5	BIBLIOGRAFÍA.....	121
5.6	GLOSARIO.....	123
5.7	ANEXOS.....	125

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1-2:</b> Análisis químico típico de una arcilla y de un caolín.....	15
<b>Tabla 2-3:</b> Ocurrencia de materias primas No metálicas en el Ecuador .....	26
<b>Tabla 3-3:</b> Ocurrencia de Minerales Arcillosos del Ecuador .....	27
<b>Tabla 4-3:</b> Esquema del Mapa Temático de los materiales estudiados.....	57
<b>Tabla 5-4:</b> Sistema de Clasificación de Suelos .....	59
<b>Tabla 6-4:</b> Simbología de la Carta de plasticidad de Casagrande .....	68
<b>Tabla 7-4:</b> Resultados del Índice Plástico .....	78
<b>Tabla 8-4:</b> Contracción al Secado .....	88
<b>Tabla 9-4:</b> Contracción a la Cocción.....	90
<b>Tabla 10-4:</b> Contracción Total .....	91
<b>Tabla 11-4:</b> Absorción .....	94
<b>Tabla 12-4:</b> Porcentaje de espacios porosos .....	96
<b>Tabla 13-4:</b> Desidad Real.....	97
<b>Tabla 14-4:</b> Densidad Aparente .....	98

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1-1:</b> Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio .....	4
<b>Figura 2-1:</b> Mapa del Clima de Morona Santiago .....	5
<b>Figura 3-1:</b> Mapa Geológico de Morona Santiago .....	9
<b>Figura 4-2:</b> Componentes del feldespato .....	21
<b>Figura 5-3:</b> Método para comprobar la plasticidad de una arcilla en campo .....	28
<b>Figura 6-3:</b> Tabla de Munsell.....	29
<b>Figura 7-3:</b> Mapa temático de ubicación de las materias primas estudiadas .....	56
<b>Figura 8-4:</b> Carta unificada de clasificación de suelos (según ASTM 2000) .....	61
<b>Figura 9-4:</b> CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE .....	67
<b>Figura 10-4:</b> Curva de fluidez.....	73
<b>Figura 11-4:</b> Diagrama de la carta de plasticidad de Casagrande .....	99

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<b>Fotografía 1-3:</b> Procedimiento de toma de las muestras insitu .....	55
<b>Fotografía 2-3:</b> Muestrario de las Materias Primas .....	55
<b>Fotografía 3-4:</b> Instrumental para el Ensayo Granulométrico .....	62
<b>Fotografía 4-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (1) .....	62
<b>Fotografía 5-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (2) .....	63
<b>Fotografía 6-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (3) .....	63
<b>Fotografía 7-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (4) .....	63
<b>Fotografía 8-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (5) .....	64
<b>Fotografía 9-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (6) .....	64
<b>Fotografía 10-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (7) .....	64
<b>Fotografía 11-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (8) .....	65
<b>Fotografía 12-4:</b> Ensayo Granulométrico paso (9) .....	65
<b>Fotografía 13-4:</b> Instrumental para el Ensayo del Límite Líquido .....	69
<b>Fotografía 14-4:</b> Ensayo del Límite Líquido paso (1) .....	69
<b>Fotografía 15-4:</b> Ensayo del Límite Líquido paso (2) .....	70
<b>Fotografía 16-4:</b> Ensayo del Límite Líquido paso (3) .....	70
<b>Fotografía 17-4:</b> Ensayo del Límite Líquido (4).....	70
<b>Fotografía 18-4:</b> Ensayo del Límite Líquido (5).....	71
<b>Fotografía 19-4:</b> Ensayo del Límite Líquido (6).....	71
<b>Fotografía 20-4:</b> Ensayo del Límite Líquido (7).....	72
<b>Fotografía 21-4:</b> Ensayo del Límite Líquido (9).....	72
<b>Fotografía 22-4 :</b> Instrumental para el Ensayo del Límite Plástico .....	74
<b>Fotografía 23-4:</b> Ensayo del Límite Plástico paso (1) .....	75
<b>Fotografía 24-4:</b> Ensayo del Límite Plástico paso (2) .....	75
<b>Fotografía 25-4:</b> Ensayo del Límite Plástico paso (3) .....	76
<b>Fotografía 26-4:</b> Ensayo del Límite Plástico paso (4) .....	76
<b>Fotografía 27-4:</b> Ensayo del Límite Plástico paso (5) .....	76
<b>Fotografía 28-4:</b> Instrumentos para realizar las placas .....	79
<b>Fotografía 29-4:</b> Elaboración de las Placas paso (1) .....	79
<b>Fotografía 30-4:</b> Elaboración de las Placas paso (2) .....	80
<b>Fotografía 31-4:</b> Placas secas al ambiente (1) .....	81
<b>Fotografía 32-4:</b> Placas secas al ambiente (2) .....	81
<b>Fotografía 33-4:</b> La frecuencia correcta de cocción de placas fue la siguiente a) Horno eléctrico, b) colocación de las placas en el horno, c ) la tapa abierta de horno para que pueda salir vapor de agua, d) Temperatura de la primera cocción que se va a realizar a las placas ,e) y f) enfriamiento del horno ,g) retirada de las piezas ya cocidas , h) e i) temperaturas de las posteriores cocciones. ....	83
<b>Fotografía 34-4:</b> Color de las Placas (1) .....	84
<b>Fotografía 35-4:</b> Color de las Placas (2).....	85
<b>Fotografía 36-4:</b> Color de las Placas (3).....	85
<b>Fotografía 37-4:</b> Color de las Placas (4).....	86
<b>Fotografía 38-4:</b> Color de las Placas (5).....	86
<b>Fotografía 39-4:</b> Ensayo de absorción paso (1) .....	92

**Fotografía 40-4:** Ensayo de absorción paso (2) ..... 92  
**Fotografía 41-4:** Ensayo de absorción paso (3) ..... 93  
**Fotografía 42-4:** Ensayo de absorción paso (4) ..... 93

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Resultado de la muestra 1.....	100
<b>Gráfico 2-4:</b> Resultado de la muestra 2.....	101
<b>Gráfico 3-4:</b> Resultado de la muestra 3.....	101
<b>Gráfico 4-4:</b> Resultado de la muestra 4.....	102
<b>Gráfico 5-4:</b> Resultado de la muestra 5.....	103
<b>Gráfico 6-4:</b> Resultado de la muestra 6.....	104
<b>Gráfico 7-4:</b> Resultado de la muestra 7.....	104
<b>Gráfico 8-4:</b> Resultado de la muestra 8.....	105
<b>Gráfico 9-4:</b> Resultado de la muestra 9.....	106
<b>Gráfico 10-4:</b> Resultado de la muestra 10.....	106
<b>Gráfico 11-4:</b> Resultado de la muestra 11.....	107
<b>Gráfico 12-4:</b> Resultado de la muestra 12.....	108
<b>Gráfico 13-4:</b> Resultado de la muestra 13.....	108
<b>Gráfico 14-4:</b> Resultado de la muestra 14.....	109
<b>Gráfico 15-4:</b> Resultado de la muestra 15.....	110
<b>Gráfico 16-4:</b> Resultado de la muestra 16.....	110
<b>Gráfico 17-4:</b> Resultado de la muestra 17.....	111
<b>Gráfico 18-4:</b> Resultado de la muestra 18.....	112
<b>Gráfico 19-4:</b> Resultado de la muestra 20.....	112
<b>Gráfico 20-4:</b> Resultado de la muestra 22.....	113
<b>Gráfico 21-4:</b> Resultado de la muestra 23.....	113
<b>Gráfico 22-4:</b> Resultado de la muestra 24.....	114
<b>Gráfico 23-4:</b> Resultado de la muestra 25.....	114
<b>Gráfico 24-4:</b> Resultado de la muestra 26.....	115

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación tiene como propósito conocer las características y el comportamiento que tiene las arcillas y otras rocas como materia prima cerámica.

El Ecuador tiene depósitos de relevancia de materias primas cerámicas y potencialidad a un no investigadas, como no enfatizar que la provincia de Morona Santiago ha proporcionado los últimos 40 años aproximadamente el 60% de la materia prima para la industria cerámica asentada en las ciudades de Quito, Cuenca y Riobamba, como son, EDESA, Franz Viegner en Quito; RIALTO, Italpiso, GRAIMAN y Cerámica Andina en Cuenca y Ecuatoriana de Cerámica de Riobamba, además de otras pequeñas cerámicas en todo el país. Recalcando también que ha proporcionado por mucho tiempo (1975-1998) desde Limón el 100% de la arena de cuarzo utilizada por la empresa CRIDESA de Guayaquil para la producción de envases de vidrio.

Sin embargo, el conocimiento de este potencial minero en nuestra provincia no está al alcance de la población, por lo que pasa desapercibido dentro de la planificación estratégica provincial, por lo cual surgió la iniciativa de realizar este trabajo de investigación, para de manera progresiva involucrar a los pobladores de Morona Santiago en el medio cerámico que permita en un futuro ojalá cercano la utilización de estas materias primas dentro de nuestra provincia. Con la elaboración de este trabajo no solo se estaría aportando con un conocimiento más, si no con una nueva alternativa de producción en la provincia y dentro del campo de la industria cerámica.

Para lograr cumplir con este objetivo se contó con el apoyo de personas con gran experiencia en este ámbito, como el Geólogo Fernando fierro e Ingeniero Marco Mejía en el área prospectiva, el laboratorista Carlos Sarmiento en ensayos de suelos, El alfarero con experiencia cerámica Iván Encalada. Ing. Edgar pino como asesor en mi trabajo de titulación.

Antes de profundizar en la producción cerámica, hay que entender conceptualmente a qué nos referimos. Al decir producción cerámica entendemos una... “serie de tareas encaminadas a la obtención de objetos cerámicos, es decir, una actividad” ... (Canto en: Manzanilla (Edt.): 1986: 42).

## **CAPÍTULO I**

... “La arcilla de hecho es un estorbo para el cultivador, el minero o el constructor de carreteras.

La arcilla no debe de considerarse como algo raro, inusual o valioso por sí misma, sino más bien como una parte importante del material terroso que constituye la superficie del planeta.”

(Rhodes, 1990, pág. 15)

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 Antecedentes**

Este trabajo de investigación inicio por la recopilación de datos especialmente proporcionados por la Jurisdicción del CREA (CENTRO DE RECONVERSION ECONOMICA DEL AZUAY, CAÑAR Y MORONA SANTIAGO), el año de 1987; donde se utilizó la siguiente metodología en la preparación del diagnóstico del sector minero.

Esta institución recopilo datos acerca de la geología regional, bibliografías de la minería regional y a su vez realizaron reconocimiento directo del campo. Basados en esta fuente de información se pudo trazar como una base fundamental para comenzar con la prospección de minerales no metálicos en la provincia de Morona Santiago, la cual se vinculó con el ámbito de la industria cerámica.

De esta manera este trabajo de titulación pretende brindar la suficiente información técnica para posteriores investigaciones relacionadas con este tema.

#### **1.2 Planteamiento del problema**

Con en el presente estudio en Morona Santiago se pretende hacer un aporte para avanzar en los procesos de innovación en el sector de la cerámica, contemplados en un sentido amplio; tanto desde

el punto de vista de obtener el producto hasta el proceso de elaboración; de esta manera ayudamos a promocionar la actividad minera con los materiales cerámicos que se encuentra en los cantones de: Palora, Huamboya, Morona, Sucua, Logroño, Méndez, Tiwinza, Limón Indanza y San Juan Bosco. Para de esta manera fortalecer esencialmente la economía de los pueblos, dando oportunidad a sus ciudadanos que quieren ser emprendedores, generando empleo y una mejor condición de vida.

### **1.3 Justificación**

El desconocimiento de las características físicas de las materias primas en la provincia de Morona Santiago, genera la necesidad de realizar la investigación que facilite la prospección de estos materiales, que favorezca en primer lugar el florecimiento de la industria cerámica, además que la misma produzca artículos de elevada calidad, aprovechando los recursos minerales de la región. Así de esta manera, con este proyecto se genera la base fundamental para el comienzo de la industria cerámica a nivel provincial y regional amazónica.

### **1.4 Objetivos**

#### ***1.4.1 Objetivo General***

Realizar la investigación de materiales cerámicos en la provincia de Morona Santiago en los cantones: Palora, Huamboya, Morona, Sucua, Logroño, Méndez, Tiwinza, Limón Indanza y San Juan Bosco, con prioridad al uso de la alfarería y la caracterización de materiales aprovechables.

#### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Realizar un mapa temático en función a los materiales de interés, para ubicar los sectores de mayor predominio cerámico
- Realizar las pruebas físico-cerámicas de las muestras recolectadas

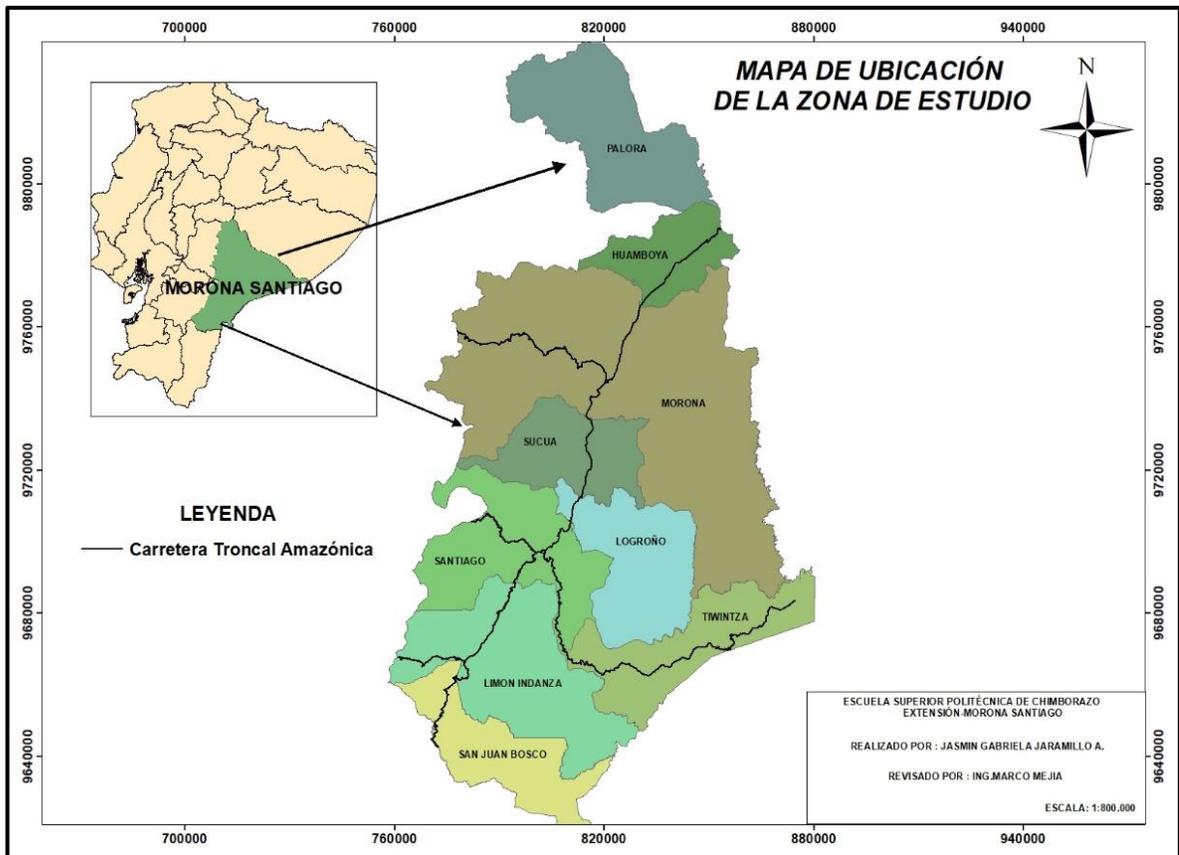
## 1.5 Hipótesis

La investigación de materias primas para la industria cerámica permitirá evidenciar zonas de interés técnico económico en los cantones de: Palora, Huamboya, Morona, Sucua, Logroño, Méndez, Tiwinza, Limón Indanza y San Juan Bosco.

## 1.6 Generalidades

### 1.6.1 Ubicación y Acceso

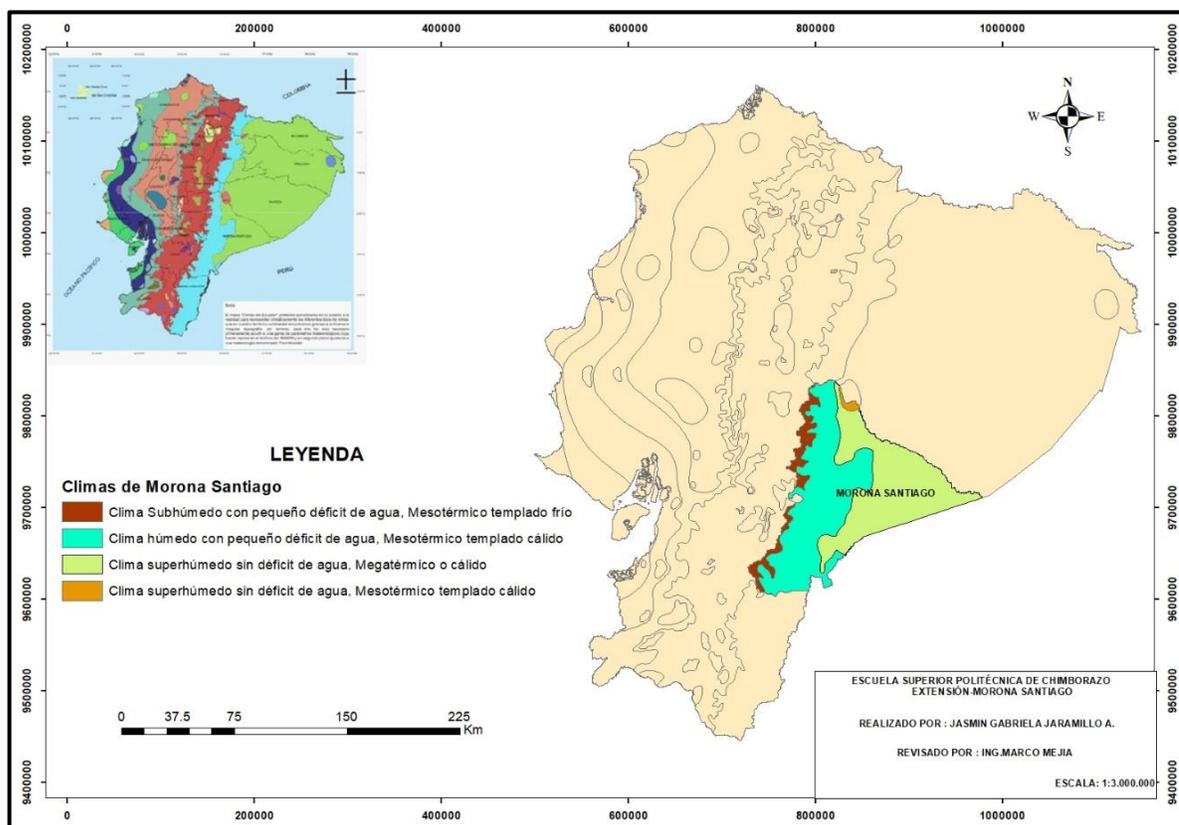
La zona de estudio se encuentra ubicada en los cantones de la provincia de Morona Santiago, contando como vía de acceso principal la carretera Troncal Amazónica desde el Cantón Palora siguiendo el corredor hasta el Cantón San Juan Bosco.



**Figura 1-1:** Mapa de Ubicación de la Zona de Estudio  
 Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. 2017.

### 1.6.2 Clima

En la provincia de Morona Santiago existen 4 tipos de climas: 1) El clima superhúmedo con pequeño déficit de agua. Mesotérmico templado frío; 2) El clima superhúmedo con pequeño déficit de agua. Mesotérmico templado cálido; 3) El clima superhúmedo sin déficit de agua. Megatérmico o cálido; 4) El clima superhúmedo sin déficit de agua. Mesotérmico templado cálido. Tales como se ilustran en el siguiente Mapa:



**Figura 2-1:** Mapa del Clima de Morona Santiago

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. 2017.

Fuente: Mapa Base: L.G.M, INAMHY (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) (1:50000) e información del IGM.

### 1.6.3 Geología de la Provincia de Morona Santiago

La descripción geo-estructural se la efectuara de la siguiente manera:

#### A) Características Litológicas:

##### a) Periodo Paleozoico

Al igual que en la provincia del Azuay, en la parte sur, aflora rocas metamórficas del grupo Zamora.

En la parte noreste de la provincia se observan afloramientos de mica esquisto granatífero, esquistos cloríticos, cuarcitas, gneis, y ocasionalmente bandas de mármol. El grado de metamorfismo varía desde esquistos verdes hasta anfobolita media. A esta secuencia se la denomina grupo llanganates.

Rocas de génesis marina donde predominan las pizarras oscuras grafitosas y las areniscas cuarzosas se las denominan formación Pumbuiza.

Rocas igualmente de génesis marina y englobadas en la formación Macuma, se caracterizan por ser calizas silíceas oscuras que se hallan intercaladas con arcillas y pizarras. (Fierro, 1987, pp.9 -10)

## **b) Periodo Mesozoico**

### **• Jurásico**

Se inicia con la depositación de una secuencia en la que se destaca la presencia de calizas específicas de color negro y areniscas calcáreas que se hayan intercaladas con esquistos micáceos, lavas y tovas; el conjunto descrito se lo conoce como formación Santiago.

En una etapa posterior y en ambiente continental se produce la depositación de pizarras arcosianas, areniscas conglomerados y tobas de color predominante rojo y se la denomina formación Chapiza.

El conjunto volcánico (rocas volcánicas) que marca la transición entre el jurásico y el cretácico y que tradicionalmente se lo incluye como miembro del conjunto anterior, por tener una característica petrográfica y estratigráfica propia, le denomino como formación Misahualli. (Fierro, 1987, p.10).

### **• Cretácico**

La secuencia Cretácica se inicia con un depósito fluvio-marino de areniscas cuarzosas de color blanco y estratificadas en forma cruzada, que se la denomina formación Hollín.

El ambiente anterior continua con la depositación de calizas intercaladas con lutitas y areniscas, se la denomina formación Napo y se halla dividida en tres niveles:

- Napo inferior. - Lutitas, areniscas y calizas
- Napo Medio. - Calizas masivas y color gris
- Napo Superior. - Lutitas gris esverdeadas, calizas y areniscas.

Toda la secuencia de la formación Napo se halla cortada por rocas ígneas de composición básica o intermedia. La etapa siguiente de sedimentación es típicamente continental y se la conoce como formación Tena. (Fierro, 1987, pp.10-11)

La misma que está conformada por sedimentos finos correspondientes arcillas abigarradas de color principalmente pardo rojo, pero variando de rojo claro ladrillo hasta púrpura. Aparentemente la coloración roja ha sido acentuada en la superficie ya que matices grises y verdosas se encuentran en las partes profundas. (Hoffstetter Bristow, 1977, p.329)

### **c) Periodo Cenozoico**

- **Paleoceno-Eoceno**

La edad terciaria se inicia con una depositación continental de conglomerados y areniscas gruesas que se hallan alteradas con arcillas; se reconoce esta secuencia como formación Tiyuyacu. (Fierro, 1987, p.11)

- **Mioceno**

Sobre la formación anterior en fase transicional continental a fluvial se localizan arcillas y limos de color rojo, donde se observa la presencia de anhidrita; este conjunto se le denomina formación Chalcana. (Fierro, 1987, p.11)

Se compone areniscas y arena de grano fino hasta grueso de color pardo; se presenta algunos conglomerados e intercalaciones discontinuas de arcilla abigarrada; este conjunto se le denomina formación Arajuno y se halla dividida en tres niveles:

Arajuno inferior: Areniscas con lentes de guijarros, pocos conglomerados e intercalaciones de arcilla bentonítica; Arajuno medio: Arcillas coloreadas; Arajuno superior: arenas predominantes, con algunos lignitos, arcillas ligníticas. (Hoffstetter Bristow, 1977, p.35)

- **Plioceno**

La formación Chambira por su parte está formada por depósitos de tipo piemonte, donde se observa materiales casticos groseros. (Fierro, 1987, pp.10-11).

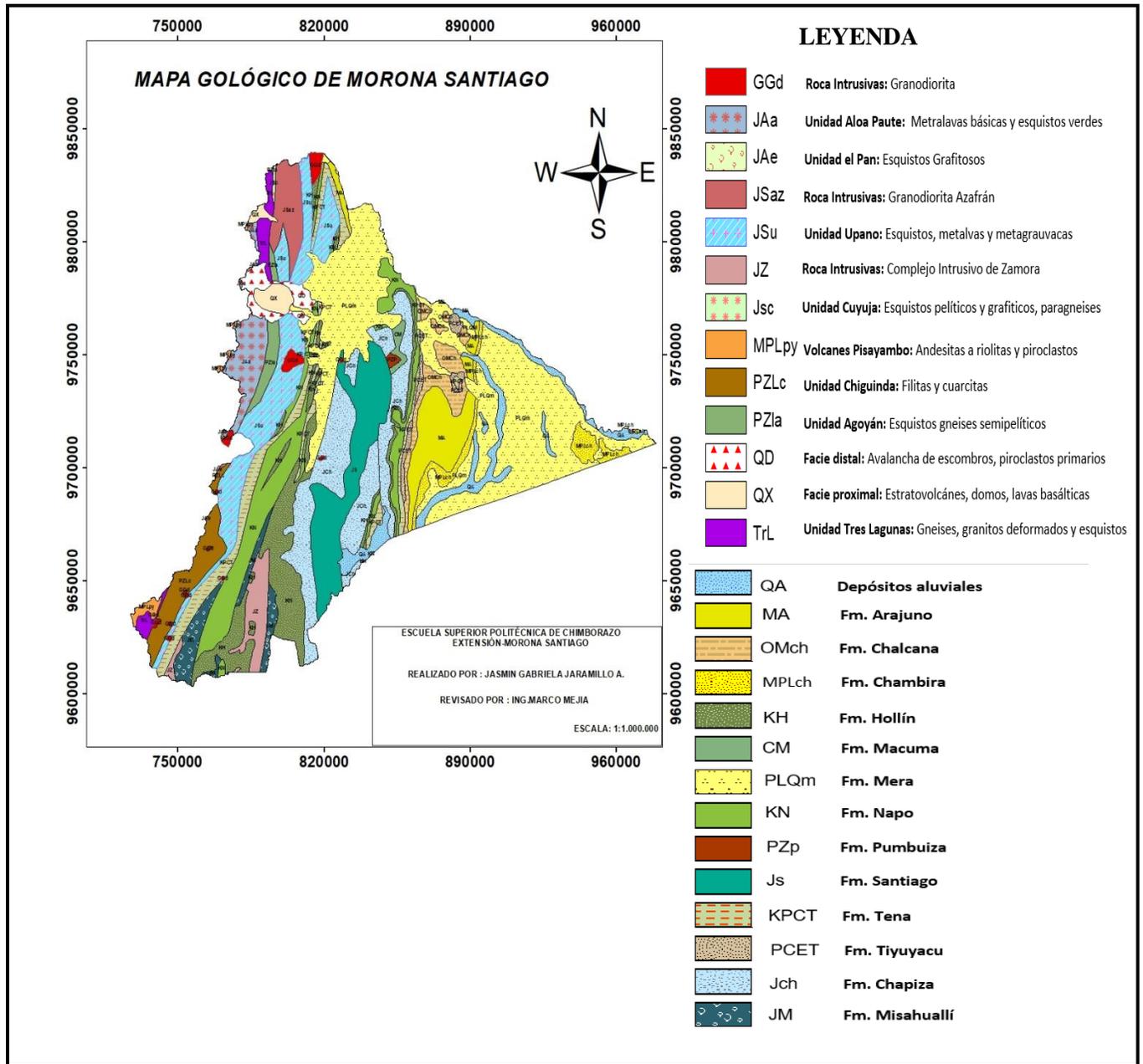
Se destaca el Cuaternario por terrazas reconocidas de manera general como mesas; se las engloba en el Grupo Mesa que se halla dividido en dos formaciones. La primera denominada formación Mesa, está caracterizada por conglomerados, areniscas tipo grauvaca de color pardo. La segunda denominada Formación Mera, se halla constituida por arcillas tobáceas intercaladas con areniscas y conglomerados. (Fierro, 1987, pp.11-12).

- **Pilo- Cuaternario**

La segunda se denomina formación Mera, se halla constituida por arcillas tobáceas intercaladas con areniscas y conglomerados.

En la parte Norte de la provincia cubriendo la parte media y alta del Rio Upano, Rio Tuna, Chiguaza y sus alrededores se observa una capa sub horizontal de lodo volcánico (lahar) al cual se halla sobre puesto un monto café amarillento de limo volcánico (Cangagua del Oriente) que cubre fundamentalmente los alrededores de Macas y Sucua. (Fierro, 1987, p.12).

En la provincia afloran rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, que han tenido diferente origen y evolución a través de la historia geológica; sus edades se remontan a partir del Precámbrico (Escudo Guayano-Brasileño) que está constituido por diferentes tipos de rocas metamórficas, constituidas por meta andesitas y esquistos principalmente que se emplaza en la cordillera real y que conforman las rocas del grupo Paute; sobre este conjunto rocoso, se ha depositado las diversas litologías que conforman la estratigrafía de la Provincia de Morona Santiago, destacando lutitas, rocas volcánicas, areniscas y calizas que se agrupan en las formaciones antes citadas.



**Figura 3-1:** Mapa Geológico de Morona Santiago

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. 2017.

**Fuente:** Mapa Geológico del Ecuador: Investigación Geológica Minero Metalúrgico, Ministerio de Minería (1:1.000.000) e información del IGM (Instituto Geográfico Militar)

## CAPTÍTULO II

... “la fabricación de objetos de alfarería es, tal vez, la primera utilización consciente, hecha por el hombre de una transformación química.”

Vere Gordon Childe, 1965: 114,

En: Eiroa et al., 1999: 146.

### 2. DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

Cada arcilla tiene unas propiedades que le hacen ser útil para un determinado proceso cerámico. Estas propiedades a veces no se encuentran en un solo barro y debe ser modificado mezclando materiales que otorguen a esa arcilla las características idóneas buscadas (Simón, 2015, p.42). Las cuales las clasificaremos de dos maneras:

Los plásticos son los que proporcionan la maleabilidad y el color de la pasta una vez bizcochada o cocida. Las materias primas que facilitan esa plasticidad son: la arcilla de bola, arcilla para loza, arcillas rojas, bentonitas

Los anti plásticos, son decisivos en la reducción, la deformación y el choque térmico. Las cantidades de estos materiales agregadas al material plástico favorecen la porosidad, acortan la contracción en la fase de secado y reducen el punto de fusión. Entre los más usados están el carbonato cálcico (creta), cuarzo, dolomía, feldespato, talco, la arena silícea, la alúmina, y algunas arcillas refractarias con un alto grado en sílice y alúmina. (Simón, 2015, p.44).

Es importante añadir un marco teórico conceptual de los materiales utilizados para la elaboración de la cerámica, con el objetivo de poder aclarar de manera general, conceptos que nos facilitaran, la interpretación de los datos como en la formulación de fichas de campo.

## **2.1 Campo de la cerámica**

### **2.1.1 Definición**

De acuerdo a las propiedades físicas del moldeo y manualidad el material arcilloso nos permite obtener cinco grandes campos de aplicación.

#### **1) Cerámica estructural**

Corresponde a este campo todos los productos que se utilizan en la industria de la construcción, tales como ladrillos, bloques, aislantes eléctricos, baldosas y azulejos, sanitarios, etc., independientemente del color que adquieran luego de la quema y de la temperatura de quema; se incluye en este campo la producción de acero cerámico estructural y el transparente como sustituto del vidrio.

#### **2) Cerámica utilitaria**

Son productos que se utilizan diariamente en el hogar y corresponde a vasijas para contener agua, contenedores de alimentos, vajillas de casa, vajillas de hotel, piezas utilitarias para microondas, ollas lentas refractarias al calor, etc.; se incluye en este campo la porcelana para producir piezas dentales; además se tiene la producción de acero cerámico utilitario.

#### **3) Cerámica artística**

Corresponde a las formas de aplicación de las pastas cerámicas a las artes plásticas en este campo se ubica la porcelana de hueso, cuyo aditivo principal a la base cerámica original es el fosfato de calcio de los huesos.

#### **4) Refractarios**

Los materiales refractarios son los materiales que tienen una buena resistencia a la alta temperatura y fuego directo sin que se presenten cambios físicos, ni modificaciones en sus propiedades.

## 5) Cerámica expansible

Corresponde a productos cerámicos de baja temperatura pero que son capaces de incrementar su volumen es varias veces el original, además de ser por esta misma causa alivianados, se utiliza en la producción de estructuras alivianadas para construcción.

“El problema de la clasificación de las arcillas no está aun definitivamente resuelto puesto que es casi imposible establecer una norma que permita aunar los distintos criterios que hasta la fecha se han seguido para definir las con precisión” ... (Arcillas y Caolines – Ensayos Técnicos - Esteban B. C. M. Unia).

(Grim, R. 1953, p.32) clasifica los minerales arcillosos de la siguiente manera:

### I. Amorfas

- Grupo del alófono

### II. Cristalinas

#### A. **Minerales de dos capas (Estructuras laminares compuestas de una capa de tetraedros de SiO<sub>2</sub> y otra de octaedros de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

##### 1. *Equidimensionales: Grupo de la caolinita*

- Caolinita, nacrite, etc.

##### 2. *Elongadas: Grupo de la Halloysita*

#### B. **Minerales de tres capas (Estructuras laminares compuestas de una capa de octaedros de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> entre dos capas de tetraedros de SiO<sub>2</sub>).**

##### 1. *Celda expansible*

- a) Equidimensionales: grupo de las montmorillonitas.

- Montmorillonita, sauconia, etc.
  - Vermiculita.
- b) Elongadas: grupo de las montmorillonitas
- Nontronita, saponita, hectorita.

2. *Celda no expansible*

- Grupo de la Illita

**C. Minerales con capas entremezcladas regularmente**

- Grupo de las cloritas.

**D. Minerales con estructura en cadena**

- Atapulgita
- Sepiolita
- Paligorskita

Luego de esta explicación se realiza la definición de los minerales de arcilla que son de interés cerámico, indicando que, si bien mineralógicamente el caolín es una arcilla, en tecnología cerámica el caolín y la arcilla son dos cosas diferentes.

## **2.2 Caolín**

### **2.2.1 Origen**

“El nombre de esta arcilla deriva del chino Kao-Ling (Kao =alto, Ling =colina)” (Caruso, 1986, p. 16) que significa colina alta, es decir, de este sitio proceden las primeras muestras de arcilla blanca que fue extraída por los chinos para utilización cerámica. (Bartolomé,1997, p.7)

Son arcillas primarias (aunque si existen caolines secundarios) que sean formado por la meteorización in situ del feldespato. Sus partículas son de gran tamaño y por ello resulta menos

plástico en comparación con otras arcillas. Están corrientemente mezclado con fragmentos de roca de feldespato y cuarzo por ello se hace necesario utilizar algún método para la purificación. (Mejia, 2011)

El caolín se halla en dos tipos de depósitos:

- 1) Primarios también denominados caolines residuales, donde la arcilla sustituye la roca pegmatita (roca ígnea compuesta por granito, que en su mayor parte contiene feldespatos, cuarzo y mica.) a partir del cual se forma por descomposición de la roca u otras alteraciones.
- 2) Secundarios conocidos como caolines sedimentarios, formado por partículas de arcillas transportadas desde el punto de origen por la acción de los torrentes y sedimentando en el fondo de las aguas tranquilas, a medida con posteriores alteraciones. (Jami & Zuñiga, 1997, p.7)

### **2.2.2 Composición química:**

La fórmula general es la siguiente:



Donde:

X es un elemento en posición tetraédrica ( $\text{Si}^{4+}$  y como variante  $\text{Al}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$  que llevan a una deficiencia de una carga en la estructura).

### **Composición teórica de la caolinita**

$\text{SiO}_2 = 46,54\%$

$\text{Al}_2\text{O}_3 = 39,50\%$

$\text{H}_2\text{O} = 13,96\%$

Análisis químico típico de un caolín y de una arcilla se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1-2:** Análisis químico típico de una arcilla y de un caolín

<b>Óxido</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Caolín</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	66%	46.9%
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1.5%	0.1%
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	22%	37.4%
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0.9%	0.8%
<b>CaO</b>	0.2%	0.1%
<b>MgO</b>	0.4%	0.2%
<b>K<sub>2</sub>O</b>	2.1%	1.6%
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0.4%	0.1%
<b>Pérdidas por ignición</b>	6.2%	12.8%

Como se puede observar el contenido SiO<sub>2</sub> de es mayor en la arcilla que en el caolín, mientras que en cuanto al contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ocurre lo contrario. Por otra parte, la pérdida por ignición es mayor en el caolín, esto debido a la pérdida de agua de constitución durante su deshidroxilación. (Acosta, 1999, p.36)

### **2.2.3 Estructura mineralógica**

El elemento base está constituido en la asociación de una capa tetraédrica, formada por cuatro átomos de oxígeno (cada uno con dos cargas negativas) situadas en los vértices de los ángulos y un átomo de silicio (con cuatro cargas positivas) ubicado en el centro, y una capa octaédrica, formada por seis grupo OH-(cada uno llevando una carga negativa) que ocupan todos los vértices de la estructura, y un catión generalmente trivalente aunque también puede ser bivalente) en posición central. (Acosta, 1999, p. 37)

### **2.2.4 Características**

Es una arcilla altamente refractaria, su color es blanco en seco y después de la cocción. Funde sobre los 1800°C. Para rebajar su punto de fusión se la mezcla con materiales fundentes como el feldespatos, y se la introduce en las pastas de loza para aumentar su temperatura. La contracción es baja, por su estructura de granos relativamente gruesos y tiene poca resistencia en seco. Es un material

poco plástico, por lo que no se puede moldear a mano, pero si con moldes se encuentra en estado muy impuro, por lo que debe someterse a diversos lavados para su purificación. (Daly, 1998).

### **2.2.5 *Las rocas de caolín que surgen en el Ecuador, según su origen:***

Arcillas formadas por alteración de las rocas volcánicas y piroclásticos ácidas; este tipo de arcillas, formado principalmente por los minerales del grupo de la caolinita, aparecen en el sur del país y se formó por la alteración de las rocas de la formación Saraguro y la formación Tarqui.” (Cargua & Encalada, 1997 : p.4); en la provincia de Morona Santiago, aparecen estas rocas como productos de alteración de rocas graníticas y de las andesitas Misahualli. (trabajo de campo, autor).

## **2.3 Arcillas**

La arcilla se puede definir de diferentes maneras, pero se la definió según la literatura técnica que menciona que... “el término <<arcilla>> se emplea para designar la roca sedimentaria dispersa y compuesta por partículas de minerales hojosos compuestos esencialmente de silicatos de aluminio hidratados, y que, en su mayor parte, se hallan como fracción pelítica (de 1 a 0,01 micras) e impurezas de otros minerales acompañantes.” (Avgustinik, 1983). en la tecnología cerámica, se denomina arcilla a cualquier material que presente plasticidad. (Comunicación verbal Encalada, José).

El tamaño de grano fino de la arcilla se la puede clasificar de distintas maneras (< 1 micras según los químicos que estudian los coloides, < 2 micras según los mineralogistas e investigadores del suelo, y < 4 micras, según los sedimentologistas) (Díaz & Torrecillas, 2002: p.460)

Una vez comprendido sobre este término, hay que entender el por qué se usa esta materia prima en la creación de la cerámica, ya que “la arcilla tiene propiedades de los materiales plásticos, lo que significa que al humedecerla puede ser modelada fácilmente, secada se torna firme y cuándo se le somete a altas temperaturas acaecen en ella reacciones químicas que, entre otros cambios, causan que la arcilla se convierta en un material permanentemente rígido, denominado cerámica.” (Mejia, 2011).

### 2.3.1 *Las rocas arcillosas que surgen en el Ecuador, según su origen son:*

- 1) Arcillas formadas por la alteración de las rocas intrusivas ácidas; a este grupo pertenecen los caolines formados por la alteración de granitoides de varios batolitos de la cordillera occidental.
- 2) Arcillas montmorilloníticas formadas por la alteración de las tobas volcánicas en el ambiente marino de la cordillera Real.
- 3) Arcillas iliticas de génesis marina en el sector oriental. (Cargua & Encalada, 1997: p.4-5)

### 2.3.2 *Propiedades Físicas de la arcilla:*

Según el libro “Arcilla y Vidriado para el Ceramista”. (Rhodes, 1990) nos indica que las arcillas tienen las siguientes propiedades:

**Plasticidad:** Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee. Esto puede ser debido a la figura del grano (cuanto más pequeña y aplanada), la atracción química entre las partículas, la materia carbonosa, así como una cantidad adecuada de materia orgánica.

**Merma:** Debido a la evaporación del agua contenida en la pasta se produce un encogimiento o merma durante el secado.

**Refractariedad:** Todas las arcillas son refractarias, es decir resisten los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.

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

**Color:** Las arcillas presentan coloraciones diversas después de la cocción debido a la presencia en ellas de óxido de hierro, carbonato cálcico.

### 2.3.3 *Clasificación de las arcillas:*

Se establecen la clasificación de las arcillas teniendo en cuenta ciertos aspectos, como son:

- Según su Naturaleza Física.
- Según la plasticidad.
- Según su Fusibilidad.
- Según los diversos tipos de arcilla que se usan habitualmente en cerámica.

#### 2.3.3.1 *Según su Naturaleza Física:*

- **Arcillas Primarias o Residuales.** - Son las que se han formado en el lugar de sus rocas madres y no han sido transportadas por el agua, el viento o el glaciar. Los depósitos de arcilla primaria tienden a ser de grano grueso relativamente no plásticas; es valorado por su pureza, su blancura y su libertad de minerales rechazables o contaminación orgánica.
- **Arcillas Secundarias.** - Son las que han sido desplazadas del lugar de las rocas madres originales, por medio de los agentes transportadores como el agua, el viento y los glaciares. Tienen una constitución más compleja debido a que están compuestas por material procedente de distintas fuentes: hierro, cuarzo, mica, materias carbonosas y otras impurezas. Las arcillas plásticas son arcillas secundarias de elevada plasticidad y con poco contenido de hierro. La gran mayoría de las arcillas contienen suficiente hierro para hacer que se cuezan aun color antenado, marrón o rojo. (Rhodes, 1990, pp.22-23)

#### 2.3.3.2 *Según la plasticidad:*

- **Arcillas plásticas:** Hacen pasta con el agua y se convierten en modelables.
- **Arcillas anti plásticas.** - Confieren a la pasta una determinada estructura, que pueden ser químicamente inertes en la masa ó crear una vitrificación en altas temperaturas (fundentes). (Mejia, 2011)

### 2.3.3.3 Según su Fusibilidad:

- **Arcillas refractarias:** Arcillas y caolines cuyo punto de fusión está comprendido entre 1.600 y 1.750°C. Por lo general son blancas, grises y poco coloreadas después de su cocción.
- **Arcillas fusibles o arcillas de alfarería:** Arcilla cuyo punto de fusión se alcanza por encima de los 1.100°C. Son de color castaño, ocre, amarillo o marfil tras su cocción y se suelen encontrar cerca de la superficie del suelo. (Mejia, 2011)

### 2.3.3.4 Según los diversos tipos de arcilla que se usan habitualmente en cerámica, entre ellas están:

- **Arcillas de bola:** Estas arcillas son secundarias, muy plásticas y fusibles. Se las mezcla con el caolín para la preparación de pastas cerámicas. Su gran plasticidad impide que se trabaje sola y en contacto con el agua es pegajosa. Tiene un encogimiento del 20% aproximadamente y vitrifica sobre los 1300°C. Se utiliza para mejorar la plasticidad de otras arcillas.
- **Arcilla para Loza:** Son arcillas plásticas, su color después de la cocción deben ser de color blanco (900-1050 °C), se utilizan para la fabricación de pastas para loza. Es importante que los contenidos de óxido de hierro de estas arcillas no sobrepasen el 1 %, pues de lo contrario su color de cocción será marfileño.
- **Arcillas refractarias:** Son resistentes al calor y tienen un punto de fusión muy alto (entre 1600 y 1750°C). En estas arcillas, la caolinita y la alúmina aparecen en porcentajes elevados. Son bastantes puras y prácticamente exentas de hierro. Deben ser bastantes plásticas para que pueda introducirse en ellas chamota. Su color después de la cocción es muy variable, del crema al gris.
- **Arcillas para gres:** Son refractarias y plásticas, y se vitrifican alrededor de los 1250-1300°C. En ellas el feldespato actúa como material fundente. Después de la cocción su color es variable, desde el gris muy claro al oscuro y del color gamuza al pardo.
- **Arcillas rojas:** Son muy fusibles y plásticas, con un alto contenido de óxido de hierro. Generalmente resisten temperaturas de hasta 1100°C, pero funden a mayor temperatura y pueden utilizarse como barnices para gres. Su color varía del rojo, en húmedo hasta el marrón,

una vez bizcochada, oscureciéndose cada vez más al acercarse a su límite de cocción. (Daly, 1998).

- **Bentonita:** Es una arcilla volcánica muy plástica, con mayor porcentaje de silicio que de alúmina. Tiene un tacto graso y puede aumentar entre 10 y 15 veces su volumen al entrar en contacto con el agua. Se introduce en las pastas para aumentar su plasticidad y funde alrededor de los 1200°C. Su fórmula química es:  $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 9H_2O$ . (Daly, 1998). La bentonita no puede utilizarse por sí sola debido a su tendencia a hincharse cuando se humedece y por su pegajosidad y contracción extremadamente eleva. (Rhodes, 1990, p.32).
- **Otras clases de arcilla:**
  - **Esquisto:** Es una roca metamórfica formada por la naturaleza a partir de la arcilla sedimentaria, tiene muy poca plasticidad, a menos que se pulverice finamente y se deje humedecerse durante largo tiempo. El esquisto puede utilizarse como aditivo o como el principal ingrediente para ladrillos y otros productos pesados de arcilla.
  - **La arcilla en alto contenido de alúmina:** Tales como la bauxita o diáspora, son arcillas que tienen elevado porcentaje de alúmina. Estas arcillas pueden ser altamente refractarias y se usa como materia prima para la producción de aluminio metálico.
  - **El gumbo:** Es una arcilla superficial, o del suelo, muy plástica y pegajosa y tiene una cantidad considerable de materia orgánica. (Rhodes, 1990, p.32)

## 2.4 Feldespatos

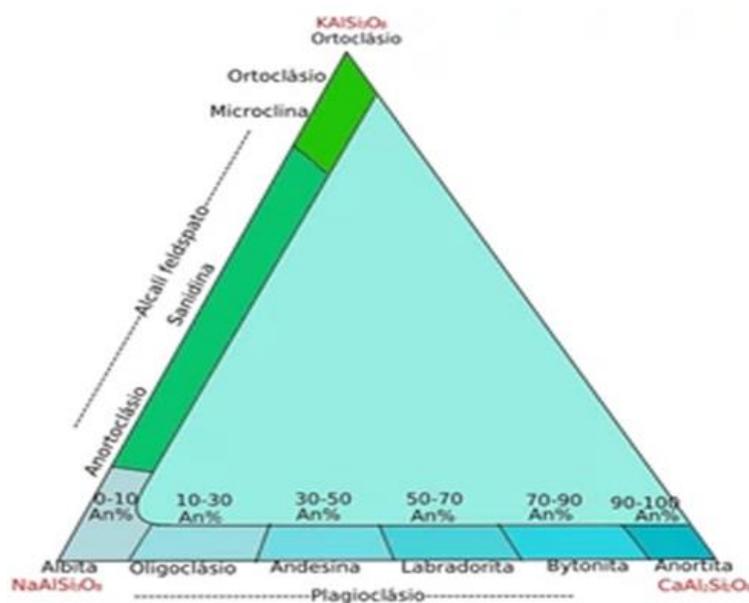
### 2.4.1 Origen:

Procede de la descomposición del granito, los feldespatos constituyen aproximadamente el 50% de las rocas ígneas (composición mineral de las rocas eruptivas). Técnicamente los feldespatos se pueden definir como aluminosilicatos de sodio, potasio y calcio.

Los feldespatos forman un grupo de 3 componentes, los cuales son:

- Ortoclasa (Feldespato potásico):  $K(AlSi_3O_8)$
- Albita (Feldespato Sódico):  $Na(AlSi_3O_8)$
- Anortita (Feldespato Cálxico):  $Ca(Al_2Si_2O_8)$  (Acosta, 1999, p.27).

Los feldespatos van muy mezclados por lo que se agrupan en dos tipos: Feldespato sódico-potásico denominados feldespatos alcalinos y feldespatos cálcico-sódico denominados grupo de las plagioclasas.



**Figura 4-2:** Componentes del feldespato

Fuente: <http://ceramica.wikia.com/wiki/Feldespato>

#### 2.4.2 Composición química:

Teóricamente los feldespatos de sodio y potasio están constituidos por (Acosta, 1999, p.28):

	SiO <sub>2</sub>	%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Na <sub>2</sub> O	%K <sub>2</sub> O
<b>Feldespato Na</b>	68,7	19,5	11,8	-----
<b>Feldespato K</b>	64,8	18,3	----	16,9

### **2.4.3 Estructura mineralógica:**

La estructura base del feldespato es un anillo formado por 4 grupos tetraédricos; en el caso del potásico y del sódico son 3 tetraedros de silicio y 1 de aluminio mientras que el feldespato cálcico los 4 grupos tetraédricos son la mitad de silicio y otra mitad de aluminio. (Acosta, 1999, p.29)

### **2.4.4 Características:**

Es uno de los materiales más importantes y útiles en la cerámica, ya que actúa como anti plástico, reduce el encogimiento durante el secado de las piezas crudas y como fundente por encima de 1200 °C. Su temperatura de fusión esta entre los 1170 y 1290 °C. Su utilización es importantísima en las pastas de loza dura, gres, porcelanas y también en los barnices. (Daly, 1998). Su color es blanco, incoloro, rosado, rojo, verdoso, gris o negro; Su dureza de acuerdo a la escala de Mohs es ente 6 y 6,5.

### **2.4.5 Las rocas de feldespato que surgen en el Ecuador, según su origen son:**

Los principales cuerpos de feldespato que se conocen en el Ecuador se localizan en la provincia de El Oro, dentro del Plutón de Marcavelí que es un cuerpo granítico; existen otros cuerpos ricos en feldespato dentro del intrusivo granítico de La Ercilia en la provincia de Bolívar, similares depósitos de este mineral se tiene dentro del Plutón de Zamora en la provincia del mismo nombre; en la provincia del Azuay existen afloramientos de feldespato en San Juan asociado a un cuerpo de andesitas dentro del complejo minero San Bartolomé; en la provincia del Cañar y en riolitas, se presenta igualmente zonas ricas en el mineral . Los cuerpos feldespáticos dentro de la provincia de Morona Santiago, se localizan en el cantón Limón-Andanza. (Báez et al., 2005 : pp.179 -180).

## **2.5 Cuarzo**

### **2.5.1 Origen:**

Es un mineral de origen variado, compuesto por dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) (también llamado sílice). Cuando su origen es magmático se separa en granos irregulares, un ejemplo de ellos son los granitos, gneis, etc. Durante la formación hidrotermal, aparecen en filones de mayor propagación. Podemos

encontrarlo en las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. La mayoría de las rocas tienen al cuarzo como uno de sus componentes. (D'Alessandro, 2016).

### **2.5.2 Estructura mineralógica:**

Por su estructura de la celda unitaria es posible identificar tres polimorfos de la sílice que son: cuarzo, tridimita y cristobalita; por otra parte, del cuarzo se puede distinguir dos variedades de este mineral:

- El cuarzo- $\alpha$ : El primero de ellos es conocido como cuarzo bajo, su estructura es trigonal y puede existir en temperaturas de hasta 573°C (D'Alessandro, 2016).
- El cuarzo- $\beta$ . Es conocido como cuarzo alto, su estructura es hexagonal y así se mantiene hasta los 867°C. (D'Alessandro, 2016).

### **2.5.3 Características:**

Se añade a la pasta cerámica como anti plástico, por lo que reduce el encogimiento de las piezas cerámicas y a la vez aumenta la dilatación térmica de las mismas una vez horneadas, con lo que ayuda a la adaptación de los esmaltes a la pasta. Tiene su punto de fusión en los 1600°C. (Daly, 1998).

### **2.5.4 Las rocas de cuarzo que surgen en el Ecuador, según su origen son:**

Las rocas de las cuales se extrae el mineral cuarzo para la industria cerámica corresponden a las rocas de la formación Hollín, de edad Cretácica inferior que afloran extensamente en la zona subandina oriental, ampliamente distribuida en la provincia de Morona Santiago; los principales sitios de minería de cuarzo se localizan en el cantón Limón Indanza, en las provincias de Zamora Chinchipe y Napo. (Báez et al., 2005 , p.92)

## **2.6 Otros Minerales Cerámicos**

### **2.6.1 Carbonato Cálcico (creta)**

Se introduce en las pastas cerámicas, de baja y media temperatura, para rebajar la temperatura de vitrificación de las mismas. Es pues un fundente, aunque debe de añadirse con cuidado, ya que pueden

llegar a deformar las piezas e incluso fundirlas, si se incluye en porcentajes superiores al 13%. Se encuentra en estado casi puro en la piedra caliza, la creta y el mármol. Burbujean al añadir jugo de limón o ácido clorhídrico diluido. Su temperatura de fusión es muy elevada y su fórmula química:  $\text{CaCO}_3$ . (Daly, 1998)

### **2.6.2 Dolomía**

Es un carbonato doble de calcio y magnesio, que actúa como fundente en las pastas. Puede emplearse como el sustituto del carbonato cálcico, para elevar la temperatura de maduración de los barnices, en proporciones del 3 % al 6 %. Su fórmula es:  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . (Daly, 1998).

### **2.6.3 Talco**

Es un silicato de magnesio hidratado, que corresponde a la fórmula  $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  y que puede variar hasta  $4\text{MgO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Este material contiene aproximadamente un 32% de magnesio y un 64% de sílice. Se introduce como fundente en pastas de baja temperatura de cocción (2%) y favorece el ajuste entre las pastas y los barnices a la vez que evita cuarteaduras. Se prepara por pulverización de la esteatita o jaboncillo de sastre. Este material es fino y polvoriento y de difícil mezcla con el agua, por lo que es conveniente mezclarlo con otros materiales en estado seco. (Daly, 1998).

### **2.6.4 Pirofilita**

Es un mineral que sustituye en ocasiones al talco por tener características físicas similares, pero difiere del mismo por su composición química, así como en su génesis. La pirofilita es un silicato aluminoso hidratado, cuya fórmula es  $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  y su composición teórica es 66,7%  $\text{SiO}_2$ , 28,3%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 5%  $\text{H}_2\text{O}$ . La utilización de este mineral es similar a la del talco, en cargas para pinturas, soporte para insecticidas, cosméticos, etc. Sin embargo, debido a su composición química, la pirofilita es utilizada en la industria de los refractarios en cerámica fina. (Báez et al., 2005, p. 207)

## **CAPITULO III**

Cuando alguien se pregunta,  
¿Cómo es posible que en los inicios de la civilización  
el ser humano pudiera por sí solo,  
sin experiencia, formación ni tecnología,  
fabricar cerámica tan excepcional  
como las que muestran los mejores museos de todo el mundo?  
La respuesta sería que en la práctica de la manipulación  
de las materias primas fue,  
sin duda, lo que proporcionó la capacidad técnica indispensable  
para manejar el fuego, el agua y las arcillas.

(Dolors, 2005)

### **3. PANORAMA DE LAS MATERIAS PRIMAS CERÁMICAS**

#### **3.1 Panorama Actual de la Materia Prima**

Este panorama actual ,es una información recolectada de datos tomados de una investigación que se la realizo en el año de 2015 , por la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, la cual permitió dar una pequeña perspectiva de las ocurrencias de materias primas No metálicas en el Ecuador, señalando principalmente ,los datos de nuestra provincia , para en si tener una idea ,de una gran potencialidad que existe de materiales no metálicos en Morona Santiago , que han sido investigados y que ahora nos permite seguir con la misma investigación ,pero eso sí enfocándose solo en materiales cerámicos .

A continuación, se presenta las siguientes tablas

**Tabla 2-3:** Ocurrencia de materias primas No metálicas en el Ecuador

PROVINCIA	No. de Ocurrencias Minerales no Metálicos																						Arena Pesada N° de tarjetas totales			
	Arcillas	Caolin	Feldespato	Total, Min. Arcillosos	Arena Grava	Arena Silíceas	Azufre	Baritina	Caliza	Diatomita	Esmectita	Geyserita	Grafito	Mica	Piedra Semipreciosa	Perlitas	Pómez	Rocas Macisas	Rocas Ornamentales	Tripoli	Wollastonita	Yeso		Lapilli		
1	Azuav	13	8	0	21	116	0	0	0	15	1	6	2	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	172	
2	Bolívar	8	0	1	9	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	67	0	0	0	0	3	0	97	
3	Cañar	5	6	2	13	41	0	0	0	8	0	1	0	0	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	78	
4	Carchi	13	0	0	13	1	0	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	2	0	44	
5	Cotonaxi	6	0	0	6	11	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	14	9	0	0	0	0	0	0	45	
6	Chimborazo	11	0	2	13	15	0	1	0	19	3	3	2	0	1	0	0	37	2	0	0	0	4	0	100	
7	El Oro	16	1	3	20	19	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	50	
8	Esmeraldas	19	0	0	19	27	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	52	
9	Guavas	29	0	0	29	56	3	0	0	35	1	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	5	0	3	177	
10	Imbabura	10	0	0	10	29	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	5	0	2	1	0	0	53	
11	Loja	8	8	0	16	20	0	0	0	7	1	7	0	3	0	3	0	10	5	1	0	14	0	0	87	
12	Los Ríos	11	0	0	11	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	
13	Manabí	30	0	2	32	1	0	0	0	11	1	2	0	0	0	0	0	26	0	0	0	2	0	1	76	
14	Morona Santiago	15	7	0	22	2	9	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	3	0	0	57	
15	Nano	2	2	2	6	20	3	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0	0	0	1	2	47	
16	Pastaza	10	2	2	14	13	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	35	
17	Pichincha	53	0	0	53	75	0	0	0	4	1	0	0	0	0	1	8	87	6	0	0	0	0	0	235	
18	Tungurahua	1	0	0	1	23	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	3	18	4	0	0	0	0	0	53	
19	Zamora	5	2	3	10	6	5	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	2	3	0	0	0	0	0	30	
	Total por Mineral	265	36	17	318	507	27	5	1	143	12	19	4	4	2	4	1	25	372	30	1	2	25	10	7	1519

**Realizado por:** Uribe Rafael (Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica).

**Fuente:** Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicos en el Ecuador – Septiembre 2015, Vol.36, N° 3

Tabla 3-3: Ocurrencia de Minerales Arcillosos del Ecuador

Provincia	No. de Tarjetas Totales (M.P. no Metálicos)	N° de Tarjetas Min. Arcillosos					Fase					Situación					Uso y Mercado							
		Arcillas	Caolín	Feldespato	Total, Min. Arcillosos	Investigación	Prospección	Exploración	Explotación	Archivada	Trabajando	Trabajo Esporádico	No Trabaja	Agotada	De Importancia Geológica Ladrillos	Tejas	Adobes	Traslado Nacional	Sanitarios	Vajillas	Importancia Cerámica	No Definida	Baldosas	
1 Azuay	172	13	8	0	21	5	1	4	10	1	4	7	7	1	2	4	2	0	3	1	1	4	0	6
2 Bolívar	97	8	0	1	9	3	0	0	6	0	3	5	0	0	1	8	0	0	1	0	0	0	0	0
3 Cañar	78	5	6	2	13	5	0	4	4	0	3	5	3	0	2	1	0	0	6	0	0	3	0	3
4 Carchi	44	13	0	0	13	6	0	1	6	0	4	3	0	0	6	5	2	0	0	0	0	6	0	0
5 Cotopaxi	45	6	0	0	6	2	0	0	4	0	3	1	2	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0	0
6 Chimborazo	100	11	0	2	13	1	0	0	12	0	7	4	1	0	1	5	4	0	0	0	0	4	0	0
7 El Oro	50	16	1	3	20	14	0	1	5	0	13	7	0	0	0	16	2	1	1	0	0	0	0	0
8 Esmeraldas	52	19	0	0	19	7	7	1	4	0	1	4	12	0	2	1	1	0	0	0	0	0	17	0
9 Guayas	177	29	0	0	29	3	0	0	26	0	19	6	0	0	4	16	2	0	3	0	0	8	0	0
10 Imbabura	53	10	0	0	10	4	0	3	3	0	1	5	4	0	0	4	2	0	0	0	0	2	2	0
11 Loja	87	8	8	0	16	2	0	4	10	0	6	5	3	0	2	11	3	0	1	0	0	1	0	0
12 Los Ríos	31	11	0	0	11	9	0	1	1	0	0	5	6	0	0	3	0	0	0	0	0	8	0	0
13 Manabí	76	30	0	2	32	10	0	10	12	0	4	7	10	8	3	14	3	0	3	0	0	7	5	0
14 Morona Santiago	57	15	7	0	22	8	4	3	6	1	8	3	7	0	4	6	6	0	4	3	3	0	0	0
15 Napo	47	2	2	2	6	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	2	0	0	0	0	0	4	0	0
16 Pastaza	35	10	2	2	14	5	0	5	4	0	4	6	0	0	4	4	0	0	0	0	0	5	5	0
17 Pichincha	235	53	0	0	53	6	0	4	23	20	18	0	8	20	7	5	2	0	24	2	2	0	16	2
18 Tungurahua	53	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19 Zamora	30	5	2	3	10	3	1	0	6	0	5	4	1	0	0	4	3	0	0	0	0	3	0	0

**Realizado por:** Uribe Rafael (Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica) .

**Fuente:** Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicos en el Ecuador – Septiembre 2015, Vol.36, N°.3

### 3.2 Trabajo de Campo

Al realizar la investigación de materiales cerámicos en la provincia de Morona Santiago no fue muy necesario de técnicas de prospección sofisticadas, lo único que se requirió fue de antecedentes investigativos sobre este tema, ya que existe información documental en el Ecuador tanto físico como digitales sobre publicaciones de extensos estudios de los recursos geológicos y mineros que pueden indicar presencia de materias primas en la provincia para el uso cerámico. De esta manera se dio inicio a la fase de trabajo de campo.

Para encontrar materiales cerámicos de buenas características en especial la arcilla se realizó prospecciones en lugares donde la tierra se haya cortado a través mostrando algunos de los estratos inferiores, a lo largo de ríos y arroyos o donde las explanaciones de carreteras han cortado la tierra hacia abajo se pueden encontrar las capas de arcilla que tan frecuentemente sobresalen. Esta fue la forma de prospección que permitió, encontrar afloramientos de arcillas y feldespatos de muy buenas características para el uso cerámico; por lo que se procedió a la toma de coordenadas de ubicación, una breve descripción del afloramiento, su respectiva toma de muestra representativa, y la codificación de cada muestra recolectada

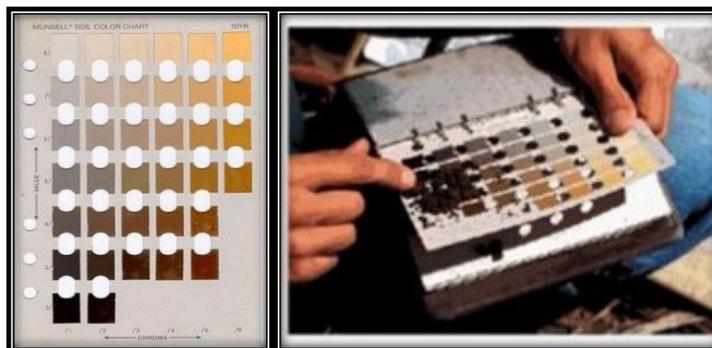
Para comprobar la plasticidad de una arcilla en campo se formó un rollo a partir de una bola. Con éste rollo se hace un pequeño arco. Si al doblar el rollo la arcilla se agrieta es señal de que es poco plástica y contiene arena; si el rollo no se agrieta al doblarlo estará demostrada su plasticidad.



**Figura 5-3:** Método para comprobar la plasticidad de una arcilla en campo

**Fuente:** <http://www.ceramicatrespiedras.com/cursos/apuntes/plasticidad-encogimiento-y-densidad-de-las-arcillas/>

Para la identificación del color natural de las muestras se utilizó para mayor precisión la tabla Munsell (Munsell soil color charts) la cual nos otorgó de una manera fácil para evaluar y clasificar el color del suelo.



**Figura 6-3:** Tabla de Munsell

**Fuente:** <https://es.slideshare.net/yanethmirianbozabendezu/propiedades-del-suelo-introduccion-a-la-contaminacion-de-suelos>

Se tomó 26 muestras de distintos afloramientos prospectados en los cantones de Palora, Huamboya, Morona, Sucua, Logroño, Méndez, Tiwinza, Limón Indanza y San Juan Bosco, recalando que en el cantón Logroño no se encontró materiales aptos para la cerámica.

Los datos obtenidos en el trabajo de campo realizado están descritos y resumidos en el siguiente inventario de materias primas no metálicas que fue elaborado. Esto fue estructurado de la siguiente forma:

- **NOMBRE:** Corresponde a la codificación y el tipo de Material.
- **FASE:** Consiste en la etapa en que se encuentra.
- **UBICACIÓN:** Indica el Cantón, Parroquia.
- **COORDENADAS:** Indican la posición exacta del afloramiento.
- **GEOLOGIA:** Se hace una descripción resumida del afloramiento.
- **DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:** Consiste en detallar en los materiales; la alteración superficial, el color de la roca sana, su estructura y su composición mineralógica.

- FOTOGRAFIA: Ilustración del afloramiento.

<b>INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS</b>				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JGJA001</li> </ul> <b>Material:</b> Caolín	<b>2.-FASE</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Investigación</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> San Isidro
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 815400 Y(v): 9755730	<b>5.-GEOLOGIA:</b> En el afloramiento se pudo observar una arcilla de color gris – blanco con una altura de 50cm aprox. Sus características son: plásticas no contiene arena y se encuentra cubierta por suelo húmico.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la intensa meteorización química que se ha formado en la superficie especialmente en este tipo de climas tropical, con presencia de carbonato cálcico. <b>Color de la roca sana:</b> Arcilla de color gris blanquecino <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA002</li> </ul> <b>Material:</b> Caolín	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> San Juan Bosco <b>Parroquia:</b> Pan de azúcar
Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 772158 Y(v): 9650035	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla de color blanco, lutitas de la formación Napo.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <p><b>Alteración superficial:</b> debido a la meteorización por productos erosivos en la corteza caolinítica, presencia de carbonato cálcico.</p> <p><b>Color de la roca sana:</b> Blanca</p> <p><b>Estructura:</b> Masiva</p> <p><b>Composición mineralógica:</b> Caolinita</p>				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> <div style="text-align: center;">  </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA003</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b>  <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b>  <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Rio Blanco
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 815940 Y(v): 9737600	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Arcilla de buena plasticidad de color gris-amarillento.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>  <b>Alteración superficial:</b> Se tiene alteración debido a lixiviación de óxidos de hierro. <b>Color de la roca sana:</b> Amarillo <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Lutita ferruginosa.				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  				

<b>INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS</b>				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JGJA004</li> </ul>	<b>2.-FASE</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Investigación</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Rio Blanco
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 816200 Y(v): 9736900		<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Arcilla plástica de color gris que se encuentra cubierta por se encuentran cubiertos por suelo húmico.		
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>				
<p><b>Alteración superficial:</b> Debido a la incorporación de materia orgánica y a la lixiviación de óxidos de hierro con una pequeña cantidad de carbonato cálcico.</p> <p><b>Color de la roca sana:</b> Gris</p> <p><b>Estructura:</b> Masiva</p> <p><b>Composición mineralógica:</b> Caolinita</p>				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>				
				

<b>INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS</b>				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JGJA005</li> </ul>	<b>2.-FASE</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Investigación</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Rio Blanco
Investigación	x			
<b>Material:</b> Caolín sedimentario.				
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 816101 Y(v): 9736657	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Arcilla de buena plasticidad de color gris-café.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Por lixiviación de óxidos de hierro. <b>Color de la roca sana:</b> Gris <b>Estructura:</b> Masiva consolidada <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  </div>				

<b>INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS</b>				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• JGJA006</li> </ul>	<b>2.-FASE</b> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Investigación</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Rio Blanco
Investigación	x			
<b>Material:</b> Arcilla				
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 817116 Y(v): 9740715	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Arcilla sedimentaria producto de la alteración meteórica de rocas andesíticas, color blanco amarillento.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>  <b>Alteración superficial:</b> Se tiene alteración debido a lixiviación de óxidos de hierro producto de la alteración de los Piroxenos y anfíboles.  <b>Color de la roca sana:</b> blanco amarillenta <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA007</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Macas
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS: WG84</b> X(h):819547 Y(v): 9746140	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Existe un afloramiento de 10m aprox. Características: es una arcilla terrosa plástica color café.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Presencia de óxido de hierro <b>Color de la roca sana:</b> Café <b>Estructura:</b> Es una Arcillosa limosa de grano fino <b>Composición mineralógica:</b> No se observa mineralización				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>				
				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA008</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Jimbitono
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 814538 Y(v): 9750359	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla de color Gris oscuro, producto de la alteración residual de la andesita, la plasticidad de este tipo de arcilla es muy buena.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÒPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a presencia de óxido de hierro y con una pequeña cantidad de carbonato cálcico <b>Color de la roca sana:</b> Gris oscuro <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA009</li> </ul> <b>Material:</b> Feldespato	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> Tayuza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS: WG84</b>  X(h): 814233 Y(v): 9750153	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Afloramiento de areniscas tobáceas con cemento de arcilla montmorillonita producto de la alteración de los feldespatos que contiene la arenisca.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>  <b>Alteración superficial:</b> Oxidación debido a la alteración de anfíboles <b>Color de la roca sana:</b> amarillo rosáceo <b>Estructura:</b> Graben tectónico <b>Composición mineralógica:</b> Cuarzo, feldespato, montmorillonita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA010</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> Chupianza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 793600 Y(v): 9700141	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Este tipo de afloramiento pertenece a la formación napo, este afloramiento tiene forma de capas como se muestra en la ilustración de las imágenes, el color de esta arcilla es café claro, la altura de este afloramiento es de 3m aprox.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>  <b>Alteración superficial:</b> Roca de color café amarillento por alteración de las lutitas <b>Color de la roca sana:</b> Negro verdoso <b>Estructura:</b> Laminar en forma de mini estratos <b>Composición mineralógica:</b> Illita, cuarzo				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>				
<table border="1"> <tr> <td data-bbox="269 1192 854 1709">  </td> <td data-bbox="854 1192 1435 1709">  </td> </tr> </table>				
				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA011</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> Chupianza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 793171 Y(v): 9699870	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Este tipo de afloramiento pertenece a la formación napo, este afloramiento tiene forma de capas como se muestra en la ilustración de las imágenes, el color de esta arcilla es café claro, la altura de este afloramiento es de 2.5 m aprox.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Color café amarillento por alteración meteórica <b>Color de la roca sana:</b> Negro verdoso <b>Estructura:</b> Estratificación cruzada <b>Composición mineralógica:</b> Illita, cuarzo				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA012</li> </ul> <b>Material:</b> Caolín impuro	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> Chupianza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 798479 Y(v): 9697277	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Es un afloramiento de caolín sedimentario con 150m aprox. de largo y de alto 3.5m aprox.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b>  <b>Alteración superficial:</b> Rojo por óxido de hierro <b>Color de la roca sana:</b> Rojo amarillento <b>Estructura:</b> Masiva dentro de una capa de 3 metros de potencia <b>Composición mineralógica:</b> caolín y montmorillonita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  </div>				

INVNTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• JGJA013</li> <li>• JGJA014</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b>  <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Investigación</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b>  <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> San Luis del Ancho
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84)  X(h): 799536 Y(v): 9694537	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Existe 2 tipos de arcillas en el afloramiento: en la parte superior existe una arcilla de color amarillo oliva con una altura de 2, m aprox. Sus características son: no muy plástica y en la parte inferior existe una arcilla de color rojizo con una altura de 3.5m aprox. Su característica: es tener una consistencia media arenosa. El largo de todo este aforamiento es de 200m aprox.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Óxido de hierro rojo <b>Color de la roca sana:</b> Verdosa <b>Estructura:</b> la muestra JGJA013 corresponde a una masa conglomerática de hasta 30 cm de diámetro. La muestra JGJA014 es un estrato masivo de un estrato de caolín de 3 metros de potencia <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>6.-FOTOGRAFIA:</b>  				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA015</li> </ul> <b>Material:</b> feldespatos	<b>2.-FASE</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 70%;">Investigación</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Méndez <b>Parroquia:</b> Cambanaca
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 795220 Y(v): 9692151	<b>5.-GEOLOGIA:</b>  Este afloramiento contiene feldespatos de origen ígneo (roca volcánica intrusiva). Con 60m de largo aprox. y con una altura de 15m aprox.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Presenta alteración de color amarillento por óxido de hierro y vetillas de óxido de manganeso <b>Color de la roca sana:</b> blanco <b>Estructura:</b> dique micro granodiorítica <b>Composición mineralógica:</b> feldespato sódico, feldespato potásico, cuarzo, anfíbol				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA016</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Huamboya <b>Parroquia:</b> Chiguaza <b>Sector:</b> Puente del rio Pastaza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 (Zona 18)  X(h): 184605 Y(v): 9786286	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Lutitas de la formación Napo, dispuestas de forma laminar bajo una capa de caliza.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Color amarillo por óxido de hierro <b>Color de la roca sana:</b> Negro verdoso <b>Estructura:</b> Laminar dentro de un estrato de 4 metros de potencia <b>Composición mineralógica:</b> Illita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA017</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Arapicos
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS: WG84</b>  X(h): 815229 Y(v): 9736462	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla residual producto de la alteración de rocas de lahar, posterior lixiviación por agua meteórica.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Presencia de óxido de hierro producto de la lixiviación <b>Color de la roca sana:</b> Arcilla de color gris blanquecino <b>Estructura:</b> Masivo <b>Composición mineralógica:</b> caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  <p>JGJA017</p> </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA018</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Sucua <b>Parroquia:</b> Sucua
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h):813559 Y(v): 9729600	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla caolinítica producto de la alteración residual de andesitas de lahar.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Café amarillento por óxido de hierro restante de la lixiviación <b>Color de la roca sana:</b> Gris blanquecino <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolín				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA019</li> </ul> <b>Material:</b> Feldespato	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Limón Indanza <b>Parroquia:</b> General Plaza <b>Sector:</b> Santa Clara
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 783730 Y(v): 9671122	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Afloramiento de micro granodiorita entre rocas de la formación Napo, formando un dique aplítico de color blanco.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Se observa vetillas y diseminados en forma de dendritas de óxido de manganeso <b>Color de la roca sana:</b> Blanco <b>Estructura:</b> Dique aplítico <b>Composición mineralógica:</b> no visible a simple vista				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA020</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Limón Indanza <b>Parroquia:</b> Indanza <b>Sector:</b> Plan de milagro
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 779596 Y(v): 9666708	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Es una arcilla residual que se encuentra en pequeños depósitos aislados, con presencia de suelo húmico .			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Presencia de óxido de hierro y carbonato cálcico. <b>Color de la roca sana:</b> Amarillo pálido <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="text-align: center;">  <p>JGJA020</p> </div>				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA021</li> </ul> <b>Material:</b> Esquisto	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Limón Indanza <b>Parroquia:</b> General Plaza <b>Sector:</b> Santa Rosa
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 781570 Y(v): 9669662	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Es una roca sedimentaria de tamaño de grano fino, terrosa y con una laminación debido a la orientación preferencial de los minerales arcillosos			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> No tiene <b>Color de la roca sana:</b> Gris <b>Estructura:</b> Esquistosa, sumamente compacta. <b>Composición mineralógica:</b> Micácea				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA022</li> </ul> <b>Material:</b> Caolín	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Limón Indanza <b>Parroquia:</b> General Plaza <b>Sector:</b> Mina de Cuscungo
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS: WG84</b>  X(h): 782358 Y(v): 9670065	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Es una arcilla residual que ha sido producto de una andesitas de la Formación Chapiza, que se ha originado por meteorización y lixiviación dando como resultado un depósito de caolín.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la presencia de carbonato cálcico <b>Color de la roca sana:</b> Blanco Rosáceo <b>Estructura:</b> Masiva <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7. -FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA023</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Limón Indanza <b>Parroquia:</b> Chivaza
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 793191 Y(v): 9675525	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla residual producto de la alteración de granodiorita y con alto contenido en hierro .			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la presencia de óxido de hierro <b>Color de la roca sana:</b> Amarillo rojizo <b>Estructura:</b> Masiva de grano fino <b>Composición mineralógica:</b> Ninguna				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA024</li> </ul> <b>Material:</b> Arcillita	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Palora <b>Parroquia:</b> Sangay <b>Sector:</b> Nuevo Amundalo
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 0829014 Y(v): 9813074	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Es una roca de tamaño de grano fino y masiva Difiere de una pizarra por ser masiva y no laminada y de una arcilla por ser más dura.			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la presencia de carbonato cálcico <b>Color de la roca sana:</b> Gris Claro <b>Estructura:</b> Masiva de grano fino <b>Composición mineralógica:</b> Minerales micáceos, cuarzo, illita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA025</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Morona <b>Parroquia:</b> Proaño <b>Sector:</b> Jimbitono
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84 X(h): 816027 Y(v): 9750091	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Arcilla residual con contenido de óxido ferroso el cual proporciona este tipo de coloración roja .			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la presencia de óxido de hierro con una mínima presencia de carbonato cálcico <b>Color de la roca sana:</b> Rojo claro <b>Estructura:</b> Masiva en forma laminar <b>Composición mineralógica:</b> Caolinita				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b> 				

INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS				
<b>1.-NOMBRE:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>JGJA026</li> </ul> <b>Material:</b> Arcilla	<b>2.-FASE</b> <table border="1"> <tr> <td>Investigación</td> <td>x</td> </tr> </table>	Investigación	x	<b>3.-UBICACIÓN</b> <b>Provincia:</b> Morona Santiago <b>Cantón:</b> Tiwinza <b>Parroquia:</b> San José de Morona
Investigación	x			
<b>4.-COORDENADAS:</b> WG84  X(h): 826311 Y(v): 9665604	<b>5.-GEOLOGIA:</b> Es una formación residual de material arcilloso- limoso que contiene con frecuencia compuesto de hierro, dando su color amarillento, este material esta más o menos consolidado de buena plasticidad .			
<b>6.- DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LA MUESTRA:</b> <b>Alteración superficial:</b> Debido a la presencia de óxido de hierro <b>Color de la roca sana:</b> Rojo <b>Estructura:</b> Masiva de grano fino <b>Composición mineralógica:</b> Colinita, illita y cuarzo				
<b>7.-FOTOGRAFIA:</b>  <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				

### Procedimiento de toma de las muestras antes del traslado al laboratorio:



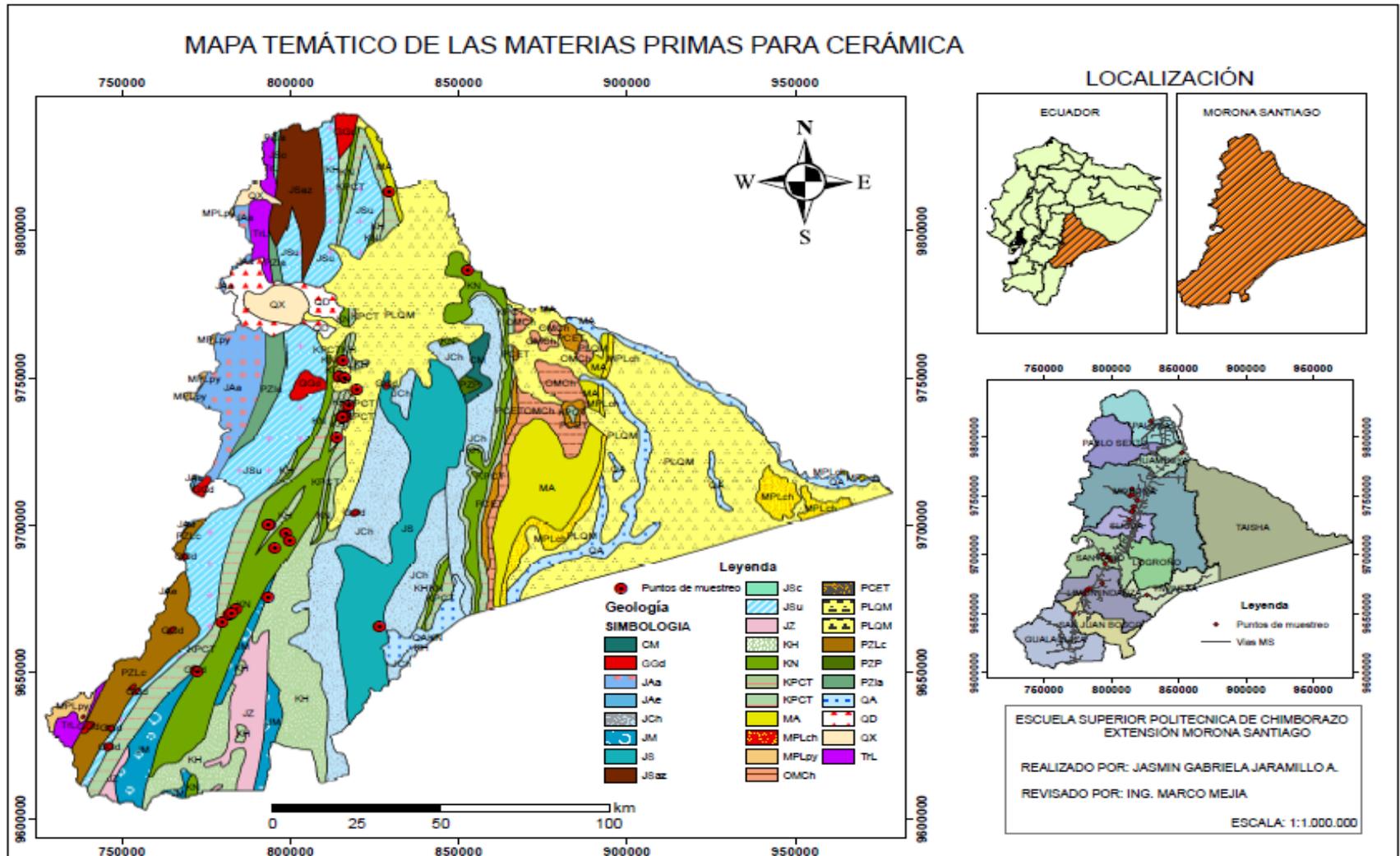
**Fotografía 1-3:** Procedimiento de toma de las muestras insitu.

**Realizado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano. (2017)

a) Limpieza del material degradado; b) toma de la muestra fresca en el afloramiento directo mediante el uso de herramientas manuales; c) embalaje; d), e), y f) codificación de la muestra; g) ubicación ver Figura 7-3.



**Fotografía 2-3:** Muestrario de las Materias Primas  
**Realizado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano. (2017)



**Figura 7-3:** Mapa temático de ubicación de las materias primas estudiadas  
**Realizado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano. (2017)

**Tabla 4-3:**Esquema del Mapa Temático de los materiales estudiados

Cantón	Formación Geológica	Coordenadas	Código	Material
Palora	-Formación Arajuno (MA): Arcillas, Areniscas y Lignito -Formación Tena(KPCT): Lutitas y capas rojas	829014; 9813074	JGJA024	Arcillita
Huamboya	-Formación Napo (KN): Areniscas, calizas y lutitas.	184605;9786286	JGJA016	Arcilla
Morona	-Formación Mera(PLQM): Terrazas conglomeradas, arenas y lutitas. -Formación Napo(KN) -Formación Arajuno(KPCT)	815400; 9755730	JGJA001	Caolín
		815940; 9737600	JGJA003	Arcilla
		816200; 9736900	JGJA004	Caolín Sedimentario
		816101; 9736657	JGJA005	Caolín Sedimentario
		817116; 9740715	JGJA006	Arcilla
		819547; 9746140	JGJA007	Arcilla
		814538; 9750359	JGJA008	Arcilla
		816027; 9750091	JGJA025	Arcilla
		815229; 9736462	JGJA017	Arcilla
Sucua	Formación Hollín (KH): Areniscas y Cuarcitas	813559; 9729600	JGJA018	Arcilla
Santiago de Méndez	-Formación Napo (KN)	814233; 9750153	JGJA009	Feldespatos
		793600; 9700141	JGJA010	Arcillas
		793171; 9699870	JGJA011	Arcillas
		798479; 9697277	JGJA012	Caolín Impuro
		799536; 9694537	JGJA013, JGJA014	Arcilla
		795220;9692151	JGJA015	Feldespatos
Tiwinza	-Formación Santiago (JS): Calizas, lutitas y areniscas	826311; 9665604	JGJA026	Arcilla
Limón Indanza	-Formación Misahualli (JM): Lavas y piroclastos andesíticos. -Formación Napo (KN) -Formación Tena(KPCT)	783730; 9671122	JGJA019	Feldespatos
		779596; 9666708	JGJA020	Arcilla
		781570;9669662	JGJA021	Esquisto
		782358; 9670065	JGJA022	Caolín
		793191; 9675525	JGJA023	Arcilla
San Juan Bosco	-Roca Intrusiva (GGd) -Formación Napo (KN)	772158; 9650035	JGJA002	Caolín

**Realizado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano. (2017)

## CAPÍTULO IV

... “Para hacer un uso pleno del medio,  
el ceramista o alfarero no solamente necesita habilidad,  
imaginación y visión artística,  
también necesita tener conocimientos de la parte técnica”

(Rhodes, 1990, pág. 7)

### 4. ANÁLISIS FÍSICO-CERÁMICO DE LAS MATERIAS PRIMAS

Este análisis se lo realizo para determinar las propiedades físicas y cerámicas que presentan las materias primas en estudio.

#### 4.1 Análisis Físico

Cada muestra recolectada fue analizada en el laboratorio del Consejo Provincial Autónomo Centralizado de Morona Santiago, donde se determinó la Granulometría e Índice plástico.

##### 4.1.1 *Fundamentos Teóricos*

###### 4.1.1.1 *Clasificación de Suelos*

La clasificación de Suelos se basa en la granulometría, posteriormente se introdujo el criterio de plasticidad a más de la granulometría.

Cabe indicar que el sistema de clasificación Unificado de Suelos (SUCS), es el que se utilizó para clasificar los suelos objeto de investigación de este trabajo de titulación, por lo tanto, es el único sistema que se explica.

#### 4.1.1.1.1 Sistema de clasificación de suelos basado en criterios de granulometría.

Los límites de tamaño de las partículas que constituyen un suelo, ofrecen un criterio obvio para una clasificación descriptiva del mismo.

Existen algunas clasificaciones granulométricas de los suelos según sus tamaños propuestos por algunos autores, pero se tomó como referencia la clasificación, utilizada a partir de 1936 en Alemania, que está basada en una proposición original de Kopecky. (Juarez & Rico, 2005: pp.98-99).

**Tabla 5-4:** Sistema de Clasificación de Suelos

MATERIAL	CARACTERÍSTICA	TAMAÑO (mm)
Piedra	- - - - -	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.02 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	- - - - -	0.00002 a 0.002

**Fuente:** Mecánica de Suelos, Tomo I. Fundamentos de la Mecánica de Suelos (2005)

#### 4.1.1.1.2 Clasificación Sistema Unificado de Suelos SUCS

Este sistema fue propuesto por Arthur Casagrande en 1942 para usarse en la construcción de aeropuertos emprendida por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial. (Calero et al., 2016: p.24).

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) tiene por objetivo proveer una clasificación cualitativa de los suelos de origen mineral u orgánico-mineral con fines ingenieriles, a partir de ensayos de laboratorio que determinan sus propiedades granulométricas y de plasticidad. (Moreno & Polo, 2012: p.27).

Este sistema clasifica a los suelos en dos amplias categorías:

- Suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arena con menos del 50% pasando por la malla N°. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G (grava o suelo gravosos) o S (arena o suelo arenoso). (Segarra , 2013, p.17).
- Los suelos de grano fino con 50% o más pasando por la malla N°. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo M, que significa limo inorgánico, C para arcillas inorgánica u O para limos y arcillas orgánicos. El símbolo PT se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos. Otros símbolos son también usados para la clasificación: W (bien gradado), P (mal gradado), L. (Baja plasticidad:  $LL < 50$ ) y H (alta plasticidad:  $LL > 50$ ). (Segarra , 2013, p.18).

A continuación, se especificará la carta unifica de clasificación de los suelos en la figura 8-4:

Criterios para la asignación de símbolos de grupo y nombre de grupo con el uso de ensayos de laboratorio			Clasificación de suelos		
			Símbolo de grupo	Nombre del grupo	
Suelos de partículas gruesas mas del 50% es retenido en la malla No. 200	Gravas Mas del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla No. 4	Gravas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada
			$Cu < 4$ y $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada
		Gravas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa
		Gravas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200	Cumple los criterios para GW y GM	GW-GM	Grava bien graduada con limo
			Cumple los criterios para GW y GC	GW-GC	Grava bien graduada con arcilla
	Cumple los criterios para GP y GM		GP-GM	Grava mal graduada con limo	
	Cumple los criterios para GP y GC		GP-GC	Grava mal graduada con arcilla	
	Arenas El 50% o mas de la fracción gruesa pasa la malla No. 4	Arenas limpias Menos del 5% pasa la malla No. 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
		Arenas con finos Mas del 12% pasa la malla No. 200	IP < 4 o debajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 o arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
Arenas limpias y con finos Entre el 5 y 12% pasa malla No.200		Cumple los criterios para SW y SM	SW-SM	Arena bien graduada con limo	
		Cumple los criterios para SW y SC	SW-SC	Arena bien graduada con arcilla	
	Cumple los criterios para SP y SM	SP-SM	Arena mal graduada con limo		
	Cumple los criterios para SP y SC	SP-SC	Arena mal graduada con arcilla		
Suelos de partículas finas El 50% o mas pasa la malla No. 200	Limos y arcillas Limite Liquido menor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CL	Arcilla de baja plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	ML	Limo de baja plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica
			limite liquido - no secado		Limo orgánico
	Limos y arcillas Limite Liquido mayor que 50	Inorgánicos	IP > 7 y se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad
			IP < 4 y se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad
		Orgánicos	Limite liquido - secado al horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica
			limite liquido - no secado		Limo orgánica
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica de color oscuro		PT	Turba	

Figura 8-4: Carta unificada de clasificación de suelos (según ASTM 2000)

Fuente: Programa de Certificación Vial Competencias Técnicas de Laboratorista en Vialidad Grado I (2013)

#### 4.1.2 Granulometría

Según la Noma INEN 685 Mecánica de suelos terminología, define a la granulometría, como la proporción de material de cada tamaño de partículas presentes en un determinado suelo.

##### 4.1.2.1 Metodología para el análisis de la Granulometría.

El instrumental que se debe usar para este ensayo es: una Balanza. Con una precisión de 0.01(g), recipiente, horno, tamices serie fina: N°12, 16, 20,30,40,50,60,80, 100 y 200, tamizadora.



**Fotografía 3-4:** Instrumental para el Ensayo Granulométrico

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

Una vez obtenidas las muestras de campo se procede a secarlas en temperatura ambiente por cinco días con el objetivo de no alterara sus propiedades físicas. A continuación, se describirá el procedimiento del ensayo:

- 1) Se desmenuza la muestra seca en temperatura ambiente.



**Fotografía 4-4:** Ensayo Granulométrico paso (1)

- 2) Se toma un promedio de 300 gramos aproximadamente de muestra.



**Fotografía 5-4:** Ensayo Granulométrico paso (2)

- 3) Se coloca la muestra en el Tamiz N°200, y procede a lavarla cuidadosamente utilizando agua del grifo, hasta que se observe que el agua sale clara luego de pasar por el mismo. Se debe tener mucho cuidado y prestar mucha atención, para no dañar el tamiz ni perder la muestra durante el proceso.



**Fotografía 6-4:** Ensayo Granulométrico paso (3)

- 4) Se retira cuidadosamente el material retenido en el tamiz, con ayuda de agua, vertiéndolo en el recipiente. Se debe tener especial cuidado de no dejar partículas de suelos en la malla o paredes del tamiz.



**Fotografía 7-4:** Ensayo Granulométrico paso (4)

- 5) Dejar reposar la muestra lavada hasta que el agua superior se aclare y las partículas hayan precipitado casi en su totalidad.



**Fotografía 8-4:** Ensayo Granulométrico paso (5)

- 6) Vaciar el exceso de agua clara superior, teniendo especial cuidado para no perder suelo durante el proceso, y colocar el recipiente con la muestra de suelo en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C.



**Fotografía 9-4:** Ensayo Granulométrico paso (6)

- 7) Sacamos la muestra del horno



**Fotografía 10-4:** Ensayo Granulométrico paso (7)

- 8) Armar la serie de tamices: N°12, 16, 20,30,40,50,60,80, 100,200 y bandeja. Poner la muestra en los tamices. Colocar los tamices en la tamizadora por 5 minutos.



**Fotografía 11- 4:** Ensayo Granulométrico paso (8)

- 9) Registrar los pesos acumulados de lo que retiene cada uno de los tamices.



**Fotografía 12-4:** Ensayo Granulométrico paso (9)

- 10) Repetir este procedimiento para cada una de la muestra tomadas en campo.

- 11) Finalmente realizar el cálculo de los datos obtenidos.

- **Cálculo:**

Los pesos acumulados que retuvo cada tamiz se suman para así tener un peso total después del lavado y poder ver la diferencia del material que se ha perdido o que ha pasado por el tamiz 200.

Luego para determinar el porcentaje retenido que pasa por cada tamiz se dividió el peso retenido acumulado de cada tamiz entre el peso total de la muestra y se multiplico el resultado por 100.

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso acumulado en cada tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Por último, se calculó el porcentaje que pasa.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

Los resultados que se obtuvieron al finalizar los respectivos ensayos y su respectiva clasificación están detallados en las tablas que se muestran en el Anexo1.

#### 4.2 Plasticidad

Se denomina plasticidad a la propiedad que tiene ciertas sustancias de dejarse deformar, bajo la acción de determinadas fuerzas, conservando la deformación aun después que estas han dejado de actuar. Se atribuye la plasticidad a la presencia de sustancias coloidales en las arcillas. (Cargua & Encalada, 1997: p.33)

En el archivo obtenido en Internet titulado Lección 3.- CERAMICAS / PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS. p.5, nos indica que según Atterberg una arcilla es más plástica cuanto más separados están su límite plástico (Tanto por ciento de agua mínimo que hace que sea moldeable una pasta cerámica) y su límite líquido (porcentaje de agua añadida a la pasta que hace que ésta no tenga la suficiente resistencia mecánica para ser moldeable).

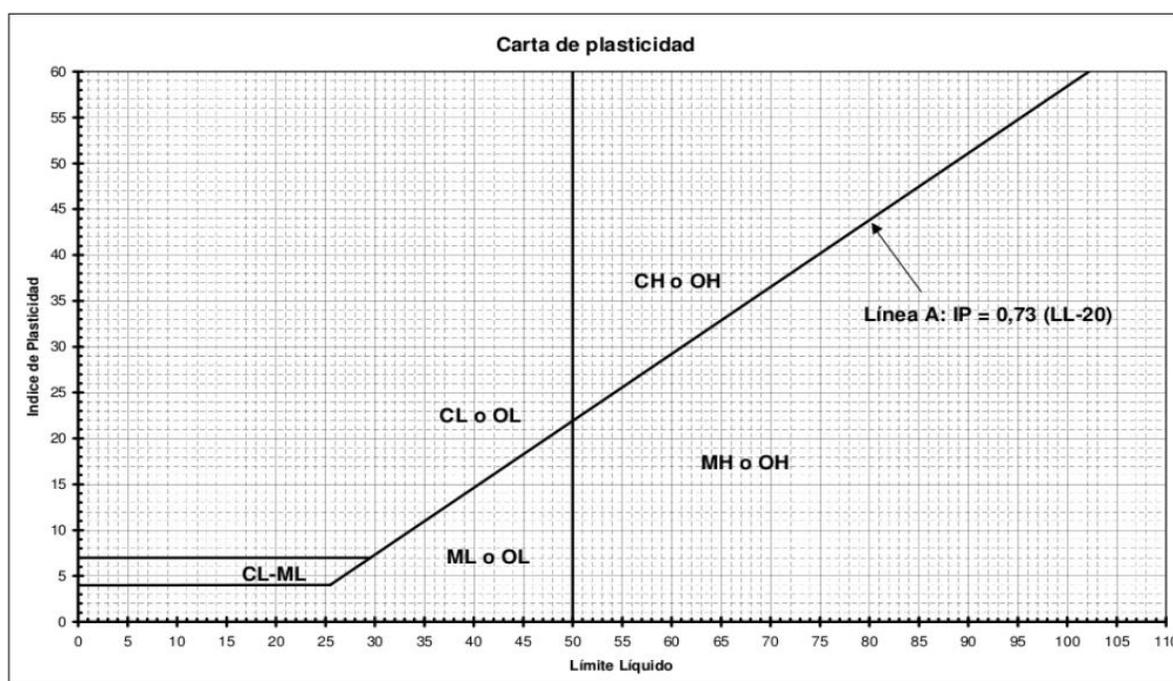
La técnica experimental de la determinación de los límites está basada en los trabajos realizados por Atterberg, completados posteriormente por Casagrande. Con esta técnica se pudo determinar los límites líquidos y plásticos, los mismos que se utilizan para determinar el índice de plasticidad.

- **Límite líquido:** Es la cantidad de agua que contiene una sustancia en el punto de transición entre el estado líquido y el estado plástico y se la determina en el laboratorio por medio de la copa de Casagrande.

- **Límite plástico:** Es la frontera convencional entre los estados plásticos y semi sólido, es decir la cantidad de agua en el instante en que pierde la plasticidad, esta humedad se determina en laboratorio en unos cilindros del material.
- **Índice de plasticidad:** Es la diferencia entre los valores del límite plástico y líquido. (Cargua & Encalada, 1997: p.33)

Hay diferentes métodos para calcular el grado de plasticidad de un material arcilloso, a partir de técnicas muy sencillas, como son las pruebas de campo, hasta las más exactas como las de laboratorio. En este caso se empleó el método de “Casagrande”.

Para la clasificación de los suelos según su plasticidad se realizó mediante la carta de plasticidad de Casagrande como se ilustra en la figura:



**Figura 9-4: CARTA DE PLASTICIDAD DE CASAGRANDE**

**Fuente:** <https://es.slideshare.net/hugogradiz/carta-de-plasticidad>

De conformidad con los resultados de las pruebas de plasticidad, se realiza la clasificación de los caolines y las arcillas en los siguientes grupos.

**Tabla 6-4:** Simbología de la Carta de plasticidad de Casagrande

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
CL	Arcilla de baja plasticidad
CH	Arcilla de alta plasticidad
OL	Limo orgánico de baja plasticidad
ML	Limo de baja plasticidad
MH	Limo de alta plasticidad
OH	Arcillas orgánicas de alta plasticidad

**Realizado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo Altamirano (2017)

#### **4.2.1 Metodología para el análisis de la plasticidad.**

##### **4.2.1.1 Límite Líquido (INEN 685)**

Según la Norma INEN 685 Mecánica de suelos terminología. Define al límite líquido como el contenido de agua de un suelo remoldeado, en el punto de transición entre los estados líquido y plástico.

Para la determinación del límite líquido los instrumentos que se deben utilizar para este ensayo es:

- a) Tamiz N° 40,
- b) Una Balanza. Con una precisión de 0.01(g),
- c) Un recipiente de porcelana,
- d) Vaso de recipiente de plástico con agua destilada,
- e) Una jeringa graduada,
- f) Espátula,
- g) Equipo de casa grande,
- h) Ranurador,
- i) Recipientes de metal enumerados,
- j) Horno.



**Fotografía 13-4:** Instrumental para el Ensayo del Límite Líquido  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

A continuación, se describirá el procedimiento del ensayo:

- 1) Se tomó una muestra de alrededor de 100g de material, la cual tiene que pasar obligadamente por el tamiz No. 40.



**Fotografía 14-4:** Ensayo del Límite Líquido paso (1)

- 2) La muestra se colocó en el recipiente de porcelana y se agregó de 15 a 20 ml de agua destilada con la ayuda de la jeringuilla graduada, revolviendo alternadamente y repetidamente, amasando y cortando con la espátula con el fin de homogenizar la muestra.



**Fotografía 15-4:** Ensayo del Limite Liquido paso (2)

- 3) Calibrar el equipo de Casagrande de manera que, cuando la copa está localizada a su máxima altura, el calibrador de 10mm pase justamente entre ésta y la base.



**Fotografía 16-4:** Ensayo del Limite Liquido paso (3)

- 4) Se colocó una cantidad suficiente de esta mezcla en la copa de Casagrande sobre la parte en que ésta reposa en la base, se la comprime hacia abajo, extendiéndola con la espátula hasta alcanzar una profundidad de 10 mm en el punto de espesor máximo teniendo cuidado de evitar la inclusión de burbujas de aire. Para evitarse que la muestra colocada sobre la copa sea insuficiente es conveniente poner una cantidad un poco mayor y se elimina el sobrante al enrazarlo con la espátula. Para extender la muestra se procede del centro hacia los extremos sin aplicar una presión excesiva con el mínimo de pasadas de la espátula.



**Fotografía 17-4:** Ensayo del Limite Liquido (4)

- 5) Con la ayuda del ranurador se abre un surco o canal en la parte central de la muestra contenida en la copa y a su vez se limpia con la espátula el borde restante.



**Fotografía 18-4:** Ensayo del Limite Liquido (5)

- 6) A continuación, se comenzó a dar vueltas a la manivela, con lo cual, por medio de un movimiento excéntrico, se levanta la copa y se deja caer a razón de dos golpes por segundo desde la altura de un centímetro. Se continúa la operación hasta lograr que las dos mitades de la muestra se pongan en contacto en el fondo de la ranura a lo largo de una distancia de aproximadamente 13 mm. Si esto ocurre después de dar exactamente 25 o un aproximado de vueltas a la manivela, se registra el valor de numero de golpes y se determina que la arcilla tiene un contenido de humedad correspondiente al límite líquido.



**Fotografía 19-4:** Ensayo del Limite Liquido (6)

- 7) Se tomó una rodaja de la muestra de aproximadamente la anchura de la espátula extendiéndose de borde a borde de la copa y en ángulo recto con la ranura e incluso la porción de esta en que la muestra fluyó y se colocó en el recipiente, se pesa y se anota.



**Fotografía 20-4:** Ensayo del Limite Liquido (7)

- 8) Los pasos anteriores se repiten para por lo menos dos porciones adicionales con el suelo restante en el recipiente de porcelana al que se ha agregado agua suficiente para que la muestra tenga una condición más fluida. El objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que por lo menos una de las determinaciones del número de golpes requeridos para cerrar la ranura del suelo se halle en cada uno de los siguientes rangos: 25 a 35, 20 a 30, 15 a 25, así el rango en las tres determinaciones es por lo menos 10 golpes.
- 9) Luego de pesar el recipiente con la muestra húmeda se coloca en el horno durante 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$ , después se saca de horno los recipientes con la muestra seca y nuevamente se la pesa y se registra los resultados.



**Fotografía 21-4:** Ensayo del Limite Liquido (9)

- 10) La muestra que permanece en la copa se pone en el recipiente de porcelana, se lava, se seca la copa y el ranurador para el próximo ensayo. El mismo procedimiento se realiza para las 26 muestras tomadas en campo.
- 11) Finalmente realizar el cálculo de los datos obtenidos.

- **Calculo**

Se tomará como límite líquido de la muestra al contenido de humedad que corresponda a la intersección de la curva de fluidez con la ordenada a los 25 golpes. Informe este valor al número entero más cercano. (Segarra, 2013, p.45)

$$W = \frac{(m1 - m2)}{(m2 - m3)} \times 100$$

Donde:

W: contenido de agua o de humedad (%)

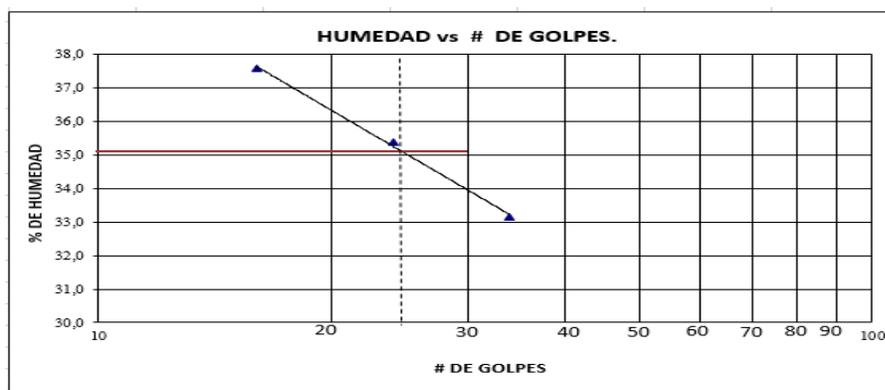
m1: masa recipiente y muestra húmeda (g)

m2: masa recipiente y muestra seca (g)

m3: masa recipiente (g).

Después de este cálculo se realizó el promedio de los 3 puntos tomados, lo cual se sumó y los dividió para 3.

Luego se grafican los puntos correspondientes a cada determinación, en un gráfico semilogarítmico en el cual se representa, en las abscisas el número de golpes en escala logarítmica y en las ordenadas el contenido de humedad en escala aritmética. Se traza una línea recta que permita unir aproximadamente los puntos graficados, esta recta toma el nombre curva de fluidez. (Segarra, 2013, p.45).



**Figura 10-4:** Curva de fluidez  
Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

Los resultados que se obtuvieron al finalizar los respectivos ensayos están detallados en las tablas que se muestran en el Anexo 1.

#### 4.2.1.2 Límite Plástico (INEN 685)

Según la Norma INEN 685 Mecánica de suelos terminología. Se define al Límite Plástico como el contenido de agua de un suelo remoldeado, en el punto de transición entre los estados plástico y sólido.

Para la determinación del límite líquido los instrumentos que se deben utilizar para este ensayo es:

- a) Tamiz N° 40,
- b) Un recipiente de porcelana,
- c) Espátula,
- d) Una placa de vidrio esmerilado,
- e) Recipientes de metal enumerados,
- f) Una Balanza. Con una precisión de 0.01(g),
- g) Horno.



**Fotografía 22-4 : Instrumental para el Ensayo del Límite Plástico**

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

A continuación, se describirá el procedimiento del ensayo:

- 1) Se realizó de manera conjunta con el límite líquido, se tomó una muestra de alrededor de 20g de material que pase el tamiz No. 40.



**Fotografía 23-4:** Ensayo del Limite Plástico paso (1)

- 2) Se colocó la muestra en el recipiente de porcelana y se agregó agua destilada hasta que la masa de suelo sea homogénea y plástica, en cantidad suficiente como para formar con facilidad una esfera.



**Fotografía 24-4:** Ensayo del Limite Plástico paso (2)

- 3) Se tomó tres porciones de masa de 1.5 a 2.0 g y se formó 3 bolas, luego se rueda la masa de suelo entre la palma o los dedos de la mano y el plato de vidrio con la presión estrictamente necesaria para enrollar la masa hasta obtener un hilo de diámetro uniforme, entendiéndose por ciclo completo un movimiento de la mano hacia adelante y hacia atrás hasta volver a la posición de partida. El hilo se irá deformando hasta que su diámetro alcance 3 milímetros o 3.2 milímetros. Si al llegar a éste diámetro no ha cuarteado el cilindro de modo que quede dividido en trozos de unos 6 mm de longitud como media, se vuelve a formar bolitas con

menor cantidad de humedad y a rodar hasta llegar a dicho tipo de resquebrajamiento. La arcilla se encontrará en su límite plástico cuando se cuartee a los 3 mm de diámetro.



**Fotografía 25-4:** Ensayo del Limite Plástico paso (3)

- 4) Se recogió las porciones desmenuzadas de los rollos de suelo en los recipientes, se pesó y se anotó los valores.



**Fotografía 26-4:** Ensayo del Limite Plástico paso (4)

- 5) Se colocó en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C, después se saca de horno los recipientes con la muestra seca y nuevamente se la pesa y se registra los resultados.



**Fotografía 27-4:** Ensayo del Limite Plástico paso (5)

- **Calculo**

Se calculó el límite plástico mediante las siguiente formula: (Segarra , 2013, p.53)

$$Lp = \frac{(m1 - m2)}{(m2 - m3)} \times 100$$

Donde:

Lp: Limite liquido

m1: masa recipiente y muestra húmeda (g)

m2: masa recipiente y muestra seca (g)

m3: masa recipiente (g).

Después de este cálculo se realizó el promedio de los dos valores tomados, lo cual se sumó y los dividió para 2.

Los resultados que se obtuvieron al finalizar los respectivos ensayos están detallados en las tablas que se muestran en el Anexo 1.

#### 4.2.1.3 *Índice de plasticidad*

Para la determinación del índice de plasticidad se aplicó la siguiente formula (Segarra , 2013, p. 53):

$$\text{Índice de plasticidad} = \text{límite líquido} - \text{límite plástico.}$$

- **Observaciones:**

Cuando el límite líquido o límite plástico no pueden ser determinados, registre el índice de plasticidad como NP (no plástico).

Cuando el límite plástico es equivalente a, o mayor que el límite líquido, registre el índice de plasticidad con NP (no plástico).

Tabla 7--4: Resultados del Índice Plástico

MUESTRAS	ÍNDICE PLASTICO %
JGJA 001	19,88
JGJA 002	20,27
JGJA 003	37,10
JGJA 004	35
JGJA 005	36,10
JGJA 006	27,31
JGJA 007	15,98
JGJA 008	13,54
JGJA 009	3,95
JGJA 010	14,84
JGJA 011	17,71
JGJA 012	23,07
JGJA 013	18,68
JGJA 014	29,79
JGJA 015	NP
JGJA 016	10,31
JGJA 017	26,23
JGJA 018	19,63
JGJA 019	NP
JGJA 020	11,68
JGJA 021	NP
JGJA 022	10,31
JGJA 023	18,69
JGJA 024	26,67
JGJA 025	14
JGJA 026	22,64

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3 Análisis Técnico-Cerámico

- **Elaboración de placas para el análisis técnico-cerámico**

**Instrumentos:** Regla, palitos de 1cm de grosor, pie de rey, porta mina, estilete, molde de yeso, colador de metal, tubo, y molino de manivela.



**Fotografía 28-4:** Instrumentos para realizar las placas  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

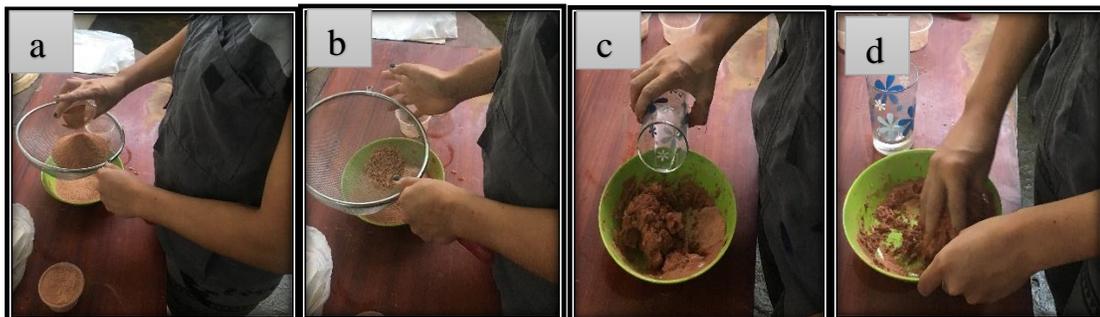
**Procedimiento:**

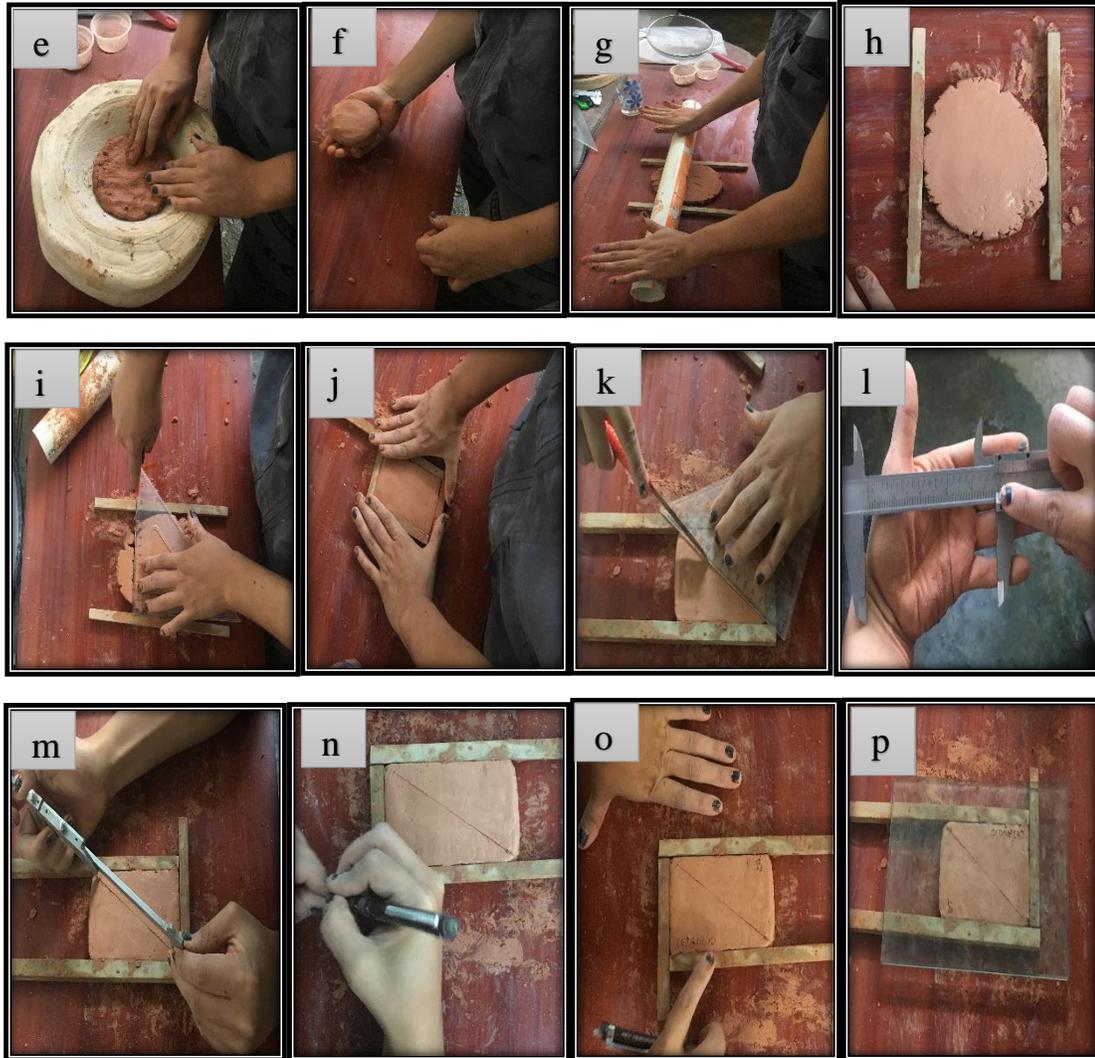
- 1) Para realizar este análisis se sometió a los materiales a una molienda por vía seca, mediante un molino de manivela.



**Fotografía 29-4:** Elaboración de las Placas paso (1)

- 2) Después molido el material se elaboró placas de 10 x 6 cm y 1mm de grosor.





**Fotografía 30-4:** Elaboración de las Placas paso (2)

a) Se toma la muestra molida se la tamiza con la ayuda del colador metálico, b) el material que no pasa por el colador se queda retenido ya que son granos gruesos, pasa solo lo fino para poder hacer la pasta, c) se vierte un poco de agua, d) se amasa la muestra, e) la pasta se la coloca el molde de yeso para eliminar el exceso de agua para que quede más homogénea y trabajable, f) se forma una bola, g) y h) se la expande con la ayuda del tubo y los palos para poder tener el grosor deseado, i) Tomar las medidas con la regla y empezar a cortar con el estilete con mucho cuidado, j) Ajuste de la placa, k), l) y m) se hizo una raya aguda exactamente de 10 cm de largo con la ayuda del pie de rey para medir con exactitud. Esta raya se hace con el objetivo de medir la contracción durante el secado en forma natural o al ambiente y después de su cocción. n) y o) en la cara de cada placa se las codifico, p) por último se colocó un pedazo de vidrio para evitar cualquier deformación de la placa.

Se elaboró 3 placas para cada una de las 26 muestras, para luego ser sometidos a la cocción a 3 temperaturas diferentes.



**Fotografía 31-4:** Placas secas al ambiente (1)

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)



**Fotografía 32-4:** Placas secas al ambiente (2)

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### **4.3.1 Cocción**

“La cocción es el proceso de transformación de los minerales de arcilla en cerámica” ... (Eiroa et al., 1999: p. 154)

“En la cocción de materiales cerámicos no solo es necesario e importante llegar a la temperatura elevada deseada sino las velocidades de calentamiento y de enfriamiento que define el ciclo de quema”. (Cargua & Encalada, 1997: p. 21)

La causa principal de rotura en la cocción de una pieza cruda es la humedad. Cualquier humedad que quede en el barro se transformará en vapor cuando suba la temperatura del horno por encima del punto de ebullición, y se extenderá rompiendo la pieza. El color (suave cuando la pieza se seca) y el tacto (frio al tocarla cuando todavía está húmeda) son indicios de que la pieza se está secando incluso cuando todos los objetos colocados en un horno para biscocho parecen absolutamente secos, es importante empezar el proceso de calentamiento muy lentamente y abrir las válvulas para dejar escapar el vapor. (Dolors, 2005, p. 176)

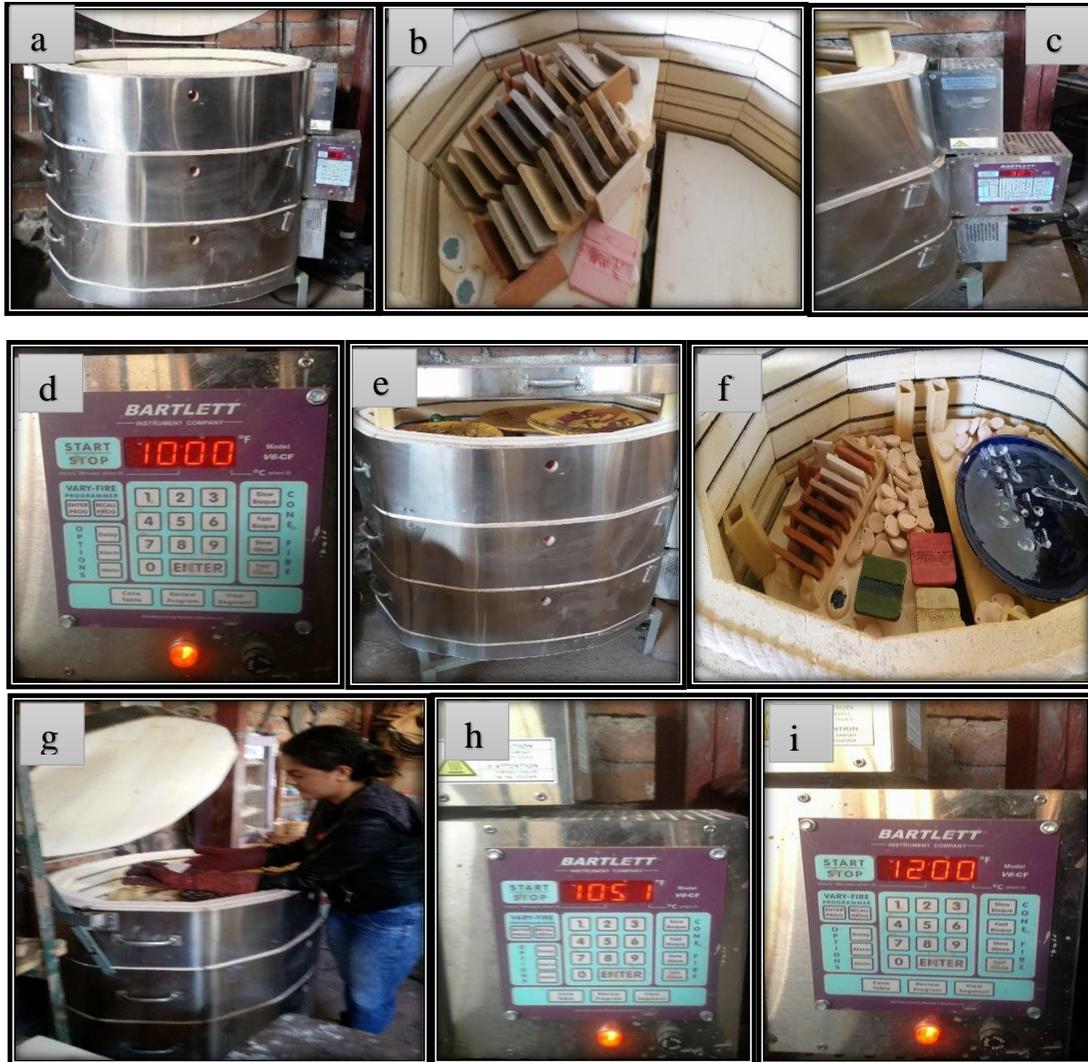
Es decir que antes de llevarlas las placas al horno se tuvieron que secar al ambiente por 3 semanas.

Para la cocción de estos materiales cerámicos se utilizó un horno eléctrico del ceramista Iván Encalada el cual se encuentra en el taller cerámico en ciudad de Cuenca. La temperatura que se aplicó para este ensayo fue propuesta especialmente por un ceramista con experiencia, la cual recomendó realizarlas a tres diferentes temperaturas que son a: 1000°C, 1050 °C y 1200 °C.

#### **La frecuencia correcta de cocción de placas fue la siguiente:**

Se colocó las placas en el horno eléctrico. Se programó con un pequeño ordenador construido en el circuito para seguir estas curvas de calor para la primera quema a 1000 °C. El horno comenzó a calentarse a baja temperatura de dos a tres horas, con la tapa abierta para que pueda salir vapor de agua, para prevenir si es que aún no se han secado en su totalidad las placas, ya que si están húmedas tienen a trisarse o a explotarse, cuando el vapor de agua cesa ya se cierra la tapa del horno para que continúe la cocción de las placas hasta alcanzar la temperatura ya mencionada por 4 horas. Luego de este lapso se apaga el horno y se deja que enfrié a temperatura ambiente.

El mismo procedimiento se lo realizo con las siguientes temperaturas restantes.



**Fotografía 33-4:** La frecuencia correcta de cocción de placas fue la siguiente a) Horno eléctrico, b) colocación de las placas en el horno, c) la tapa abierta de horno para que pueda salir vapor de agua, d) Temperatura de la primera cocción que se va a realizar a las placas, e) y f) enfriamiento del horno, g) retirada de las piezas ya cocidas, h) e i) temperaturas de las posteriores cocciones.

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3.2 Color tras la Cocción

Como señala Orton “El color de cualquier pasta cerámica dependerá de las condiciones de cocción, el contenido en hierro de la arcilla y la forma en que éste distribuido dentro de la arcilla” ... (Orton et al., 1997, pág. 85)

Muchas arcillas presentan coloraciones diversas después de la cocción (rosa, rojiza, amarillenta, etc.) debido a la presencia en ella de óxido de hierro. Los caolines y las arcillas ricas en carbonato cálcico presentan un color blanco después de la cocción. (Caruso, 1986, p. 14).

El color de la materia prima tras la cocción tiene importancia o deja de tenerla según el uso que se dé, a la materia prima. (Cargua & Encalada, 1997: p. 36)

En este caso el color que presentaron las placas tras la cocción fueron la mayor parte para cerámica roja que se utilizaría para cerámica de construcción, como baldosas, tejas, ladrillos, productos de alfarería, etc. mientras que la menor parte fue para cerámica blanca, que quiere decir para porcelana blanca, cerámica fina y cerámica sanitaria.



**Fotografía 34-4:** Color de las Placas (1)

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)



**Fotografía 35-4: Color de las Placas (2)**

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)



**Fotografía 36-4: Color de las Placas (3)**

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)



**Fotografía 37-4: Color de las Placas (4)**

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)



**Fotografía 38-4: Color de las Placas (5)**

**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

### 4.3.3 Contracción

La contracción es un proceso de acortamiento que sufre los materiales cerámicos por la pérdida de agua. (Cargua & Encalada, 1997 : p. 23).

Las placas para el análisis cerámico pierden toda el agua durante dos procesos, en el secado cuando se mezcla la arcilla molida con el agua le da la plasticidad para moldearla y en contacto continuo con el aire, la arcilla pierde agua y se seca en forma natural, con lo cual pierde volumen, y a cambio adquiere dureza. El otro proceso es durante la cocción la cual las arcillas pierden el agua restante, que, de hecho, está combinada químicamente y se conoce como agua química. Durante la cocción es cuando la arcilla se contrae de forma definitiva.

#### 4.3.3.1 Metodología del análisis de la contracción

- **Contracción al Secado**

Este análisis se realizó según el libro “Arcilla y Vidriado para el Ceramista”. Daniel Rodees. Barcelona (1990), que nos indica de la siguiente manera: Que la cantidad de contracción es una característica muy importante en cualquier arcilla. En este ensayo se determina la contracción lineal. Para determinar la contracción se midió las placas ya secas en forma natural y se realizó el siguiente cálculo:

$$\text{Porcentaje de contracción al secado} = \frac{\text{Long. en plástico} - \text{Long. en seco}}{\text{Long. en plástico}} \times 100$$

A continuación, se detallará los valores en la siguiente tabla:

Tabla 8-4: Contracción al Secado

Muestras	Longitud en plástico (cm)	Longitud en seco (cm)	Total (cm)	Porcentaje de contracción al secado
JGJA 001	10	9,5	0,05	5%
JGJA 002	10	9,3	0,07	7%
JGJA 003	10	8,7	0,13	13%
JGJA 004	10	9	0,1	10%
JGJA 005	10	8,7	0,13	13%
JGJA 006	10	9	0,1	10%
JGJA 007	10	9,4	0,06	6%
JGJA 008	10	9,3	0,07	7%
JGJA 009	10	9,7	0,03	3%
JGJA 010	10	9,4	0,06	6%
JGJA 011	10	9,6	0,04	4%
JGJA 012	10	9	0,1	10%
JGJA 013	10	9,3	0,07	7%
JGJA 014	10	7,8	0,22	22%
JGJA 015	10	10	0	0%
JGJA 016	10	9,9	0,01	1%
JGJA 017	10	9	0,1	10%
JGJA 018	10	9	0,1	10%
JGJA 019	10	9,7	0,03	3%
JGJA 020	10	9,4	0,06	6%
JGJA 021	10	9,9	0,01	1%
JGJA 022	10	9,2	0,08	8%
JGJA 023	10	8,6	0,14	14%
JGJA 024	10	9,4	0,06	6%
JGJA 025	10	9,3	0,07	7%
JGJA 026	10	9,3	0,07	7%

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

- **Contracción a la Cocción**

Este análisis se realizó según el libro “Arcilla y Vidriado para el Ceramista”. Daniel Rodees. Barcelona (1990), que nos indica de la siguiente manera:

Corrientemente la contracción de cocción se determina en muestras que se cuecen a distintas temperaturas. Esto da una idea del aprietamiento progresivo de la arcilla con el avance de la temperatura.

- 1) Cocimos las placas secas hechas en el anterior ensayo a tres diferentes temperaturas: a 1000°C, 1050 °C y 1200 °C.
- 2) Se midió la longitud de la raya en la placa cocida y se registro
- 3) Se calculó la contracción de cocción por la siguiente formula:

$$\text{Porcentaje de contracción despues de la cocción} = \frac{\text{Long. en seco} - \text{Long. cocida}}{\text{Long. en seco}} \times 100$$

- **Contracción Total**

Es la disminución de tamaño que se produce en la placa desde su formación hasta la cocción pasando por la acción del secado

La contracción total se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de la contracción total} = \frac{\text{Long. en plástico} - \text{Long. cocida}}{\text{Long. en plástico}} \times 100$$

A continuación, se detallará los valores en las siguientes tablas:

**Tabla 9-4:** Contracción a la Cocción

Muestras	Longitud en seco (cm)	Longitud cocida a 1000°C (cm)	Longitud cocida a 1050°C (cm)	Longitud cocida a 1200°C (cm)	Total a 1000 °C (cm)	Total a 1050 °C (cm)	Total a 1200 °C (cm)	% De Contracción a la Cocción (1000°C)	% De Contracción a la Cocción (1050°C)	% De Contracción a la Cocción (1200°C)
JGJA 001	9,5	9,30	8,80	8,80	0,02	0,07	0,07	2,11	7,37	7,37
JGJA 002	9,3	8,60	8,50	8,40	0,08	0,09	0,10	7,53	8,60	9,68
JGJA 003	8,7	8,50	8,20	8,10	0,02	0,06	0,07	2,30	5,75	6,90
JGJA 004	9	7,90	8,50	8,40	0,12	0,06	0,07	12,22	5,56	6,67
JGJA 005	8,7	8,30	8,00	7,90	0,05	0,08	0,09	4,60	8,05	9,20
JGJA 006	9	8,50	8,70	8,70	0,06	0,03	0,03	5,56	3,33	3,33
JGJA 007	9,4	9,30	8,80	8,90	0,01	0,06	0,05	1,06	6,38	5,32
JGJA 008	9,3	9,00	8,90	9,00	0,03	0,04	0,03	3,23	4,30	3,23
JGJA 009	9,7	9,50	9,40	9,40	0,02	0,03	0,03	2,06	3,09	3,09
JGJA 010	9,4	9,20	9,00	9,00	0,02	0,04	0,04	2,13	4,26	4,26
JGJA 011	9,6	9,50	9,00	9,10	0,01	0,06	0,05	1,04	6,25	5,21
JGJA 012	9	8,40	8,50	8,40	0,07	0,06	0,07	6,67	5,56	6,67
JGJA 013	9,3	8,80	8,30	8,40	0,05	0,11	0,10	5,38	10,75	9,68
JGJA 014	7,8	7,20	7,00	7,00	0,08	0,10	0,10	7,69	10,26	10,26
JGJA 015	10	9,70	9,70	9,70	0,03	0,03	0,03	3,00	3,00	3,00
JGJA 016	9,9	9,80	9,30	9,10	0,01	0,06	0,08	1,01	6,06	8,08
JGJA 017	9	8,80	8,60	8,50	0,02	0,04	0,06	2,22	4,44	5,56
JGJA 018	9	8,90	8,60	8,60	0,01	0,04	0,04	1,11	4,44	4,44
JGJA 019	9,7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 020	9,4	9,40	9,10	8,90	0,00	0,03	0,05	0,00	3,19	5,32
JGJA 021	9,9	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 022	9,2	8,80	8,70	8,70	0,04	0,05	0,05	4,35	5,43	5,43
JGJA 023	8,6	8,20	7,90	7,90	0,05	0,08	0,08	4,65	8,14	8,14
JGJA 024	9,4	9,10	9,10	8,90	0,03	0,03	0,05	3,19	3,19	5,32
JGJA 025	9,3	9,20	8,80	8,90	0,01	0,05	0,04	1,08	5,38	4,30
JGJA 026	9,3	9,10	8,90	9,10	0,02	0,04	0,02	2,15	4,30	2,15

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

Tabla 10-4: Contracción Total

Muestras	Longitud en Plástico (cm)	Longitud cocida a 1000°C (cm)	Longitud cocida a 1050°C (cm)	Longitud cocida a 1200°C (cm)	Total a 1000 °C (cm)	Total a 1050 °C (cm)	Total a 1200 °C (cm)	% De Contracción Total (1000°C)	% De Contracción Total (1050°C)	% De Contracción Total (1200°C)
JGJA 001	10	9,30	8,80	8,80	0,07	0,12	0,12	7	12	12
JGJA 002	10	8,60	8,50	8,40	0,14	0,15	0,16	14	15	16
JGJA 003	10	8,50	8,20	8,10	0,15	0,18	0,19	15	18	19
JGJA 004	10	7,90	8,50	8,40	0,21	0,15	0,16	21	15	16
JGJA 005	10	8,30	8,00	7,90	0,17	0,20	0,21	17	20	21
JGJA 006	10	8,50	8,70	8,70	0,15	0,13	0,13	15	13	13
JGJA 007	10	9,30	8,80	8,90	0,07	0,12	0,11	7	12	11
JGJA 008	10	9,00	8,90	9,00	0,10	0,11	0,10	10	11	10
JGJA 009	10	9,50	9,40	9,40	0,05	0,06	0,06	5	6	6
JGJA 010	10	9,20	9,00	9,00	0,08	0,10	0,10	8	10	10
JGJA 011	10	9,50	9,00	9,10	0,05	0,10	0,09	5	10	9
JGJA 012	10	8,40	8,50	8,40	0,16	0,15	0,16	16	15	16
JGJA 013	10	8,80	8,30	8,40	0,12	0,17	0,16	12	17	16
JGJA 014	10	7,20	7,00	7,00	0,28	0,30	0,30	28	30	30
JGJA 015	10	9,70	9,70	9,70	0,03	0,03	0,03	3	3	3
JGJA 016	10	9,80	9,30	9,10	0,02	0,07	0,09	2	7	9
JGJA 017	10	8,80	8,60	8,50	0,12	0,14	0,15	12	14	15
JGJA 018	10	8,90	8,60	8,60	0,11	0,14	0,14	11	14	14
JGJA 019	10	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 020	10	9,40	9,10	8,90	0,06	0,09	0,11	6	9	11
JGJA 021	10	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 022	10	8,80	8,70	8,70	0,12	0,13	0,13	12	13	13
JGJA 023	10	8,20	7,90	7,90	0,18	0,21	0,21	18	21	21
JGJA 024	10	9,10	9,10	8,90	0,09	0,09	0,11	9	9	11
JGJA 025	10	9,20	8,80	8,90	0,08	0,12	0,11	8	12	11
JGJA 026	10	9,10	8,90	9,10	0,09	0,11	0,09	9	11	9

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3.4 Absorción

Este análisis se realizó según el libro “Arcilla y Vidriado para el Ceramista”. Daniel Rodees. Barcelona (1990), que nos indica que:

El grado de absorción de agua es una medida de la maduración de la pasta de arcilla cocida. A medida que la pasta de arcilla se acerca a la vitrificación su absorción se acerca a cero.

- 1) Se pesó cuidadosamente las placas cocidas de las 3 temperaturas ya mencionadas y se las colocó en una bandeja.



**Fotografía 39-4:**Ensayo de absorción paso (1)

- 2) Se colocó suficiente agua hasta que cubra todas las placas cocidas y se la puso a hervir durante dos horas.



**Fotografía 40-4:** Ensayo de absorción paso (2)

- 3) Se verifico con la ayuda de un termómetro que la temperatura sea constante.



**Fotografía 41-4:**Ensayo de absorción paso (3)

- 4) Se secó la superficie de las placas con una franela mojada y se las peso nuevamente.



**Fotografía 42-4:** Ensayo de absorción paso (4)

- 5) Se calculó la absorción utilizando la formula siguiente.

$$\text{Porcentaje de absorción} = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

**Tabla 11-4: Absorción**

Muestras	Peso en seco a 1000 °C (g)	Peso en seco a 1050 °C (g)	Peso en seco a 1200 °C (g)	Peso en humedo de 1000 °C (g)	Peso en humedo de 1050 °C (g)	Peso en humedo de 1200 °C (g)	Absorcion de agua a 1000 °C (%)	Absorcion de agua a 1050 °C (%)	Absorcion de agua a 1200 °C (%)
JGJA 001	67,00	62,00	66,96	90,27	83,83	87,42	34,73	35,21	30,56
JGJA 002	64,00	61,00	60,52	88,61	84,72	81,31	38,45	38,89	34,35
JGJA 003	68,00	71,00	74,79	78,77	79,66	82,56	15,84	12,20	10,39
JGJA 004	56,00	62,00	65,33	62,47	69,38	72,01	11,55	11,90	10,23
JGJA 005	64,00	67,00	66,9	73,83	74,99	73,04	15,36	11,93	9,18
JGJA 006	77,00	82,00	83,12	89,97	94,8	95,33	16,84	15,61	14,69
JGJA 007	107,00	105,00	107	120,8	111,95	113,09	12,90	6,62	5,69
JGJA 008	80,00	82,00	78,33	99,2	100,69	95,99	24,00	22,79	22,55
JGJA 009	98,00	102,00	104,82	118,22	123,78	127,94	20,63	21,35	22,06
JGJA 010	92,00	96,00	94,25	109,82	111,25	109,45	19,37	15,89	16,13
JGJA 011	91,00	87,00	86	112,34	101,06	100,23	23,45	16,16	16,55
JGJA 012	57,00	65,00	64,05	76,2	85,59	84,23	33,68	31,68	31,51
JGJA 013	60,00	61,00	59,83	82,31	78,23	75,8	37,18	28,25	26,69
JGJA 014	48,00	46,00	49,48	54,79	51,24	55,73	14,15	11,39	12,63
JGJA 015	113,00	112,00	111,91	122,45	127,39	131,28	8,36	13,74	17,31
JGJA 016	98,00	98,00	99,76	113,53	112,87	113,68	15,85	15,17	13,95
JGJA 017	84,00	84,00	87,74	95,38	93,11	97,06	13,55	10,85	10,62
JGJA 018	87,00	87,00	87,26	94,35	96,42	102,08	8,45	10,83	16,98
JGJA 019	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 020	89,00	86,00	86,66	111	101,11	101,78	24,72	17,57	17,45
JGJA 021	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
JGJA 022	70,00	69,00	67,41	92,14	90,58	87,73	31,63	31,28	30,14
JGJA 023	59,00	59,00	59,96	76,37	73,13	73,89	29,44	23,95	23,23
JGJA 024	86,00	84,00	84,04	.....	97,13	97,38	.....	15,63	15,87
JGJA 025	79,00	81,00	81,2	103,86	103,7	104,62	31,47	28,02	28,84
JGJA 026	76,00	76,00	72,49	100,36	101,28	96,62	32,05	33,26	33,29

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3.5 *Porcentaje de Espacios Porosos*

Este análisis se realizó según la tesis “Investigación de Materiales Cerámicos Alivianados y sus Posibles Aplicaciones”. Laura Cargua Peralta y Dana Encalada Calle. Cuenca (1997), que nos indica que:

La porosidad de un material está dada por la cantidad total de los poros, los vacíos o intersticios que hay entre partículas que constituyen el material.

La porosidad es la relación que existe entre el volumen de una sustancia y el volumen absorbido por los poros cuando el material ha sido sumergido en un líquido.

$$\% \text{ espacios porosos} = \frac{V1}{V2}$$

Ph: Peso del bizcocho húmedo.

Ps: Peso del bizcocho seco.

V2: volumen de las placas bizcochadas.

Ph-Ps= Peso del agua = Volumen de agua = Volumen de poros= V1.

Se considera que el valor de (Ph-Ps) es numéricamente igual al volumen ocupado por los poros, porque la densidad del agua es igual a 1gr/ml.

Tabla 12-4: Porcentaje de espacios porosos

MUESTRAS	Muestras a 1000 °C	Muestras a 1050 °C	Muestras a 1200 °C
JGJA 001	44,21	50,47	47,30
JGJA 002	49,17	50,29	45,09
JGJA 003	29,92	22,83	23,13
JGJA 004	20,93	20,87	19,65
JGJA 005	26,22	21,83	16,77
JGJA 006	30,33	30,49	29,42
JGJA 007	26,79	14,10	12,17
JGJA 008	38,13	36,15	37,71
JGJA 009	36,95	37,55	40,68
JGJA 010	34,74	29,28	29,40
JGJA 011	39,00	29,97	29,95
JGJA 012	44,58	49,05	48,08
JGJA 013	46,77	38,25	38,05
JGJA 014	25,49	22,19	25,75
JGJA 015	15,88	26,08	32,83
JGJA 016	28,89	28,76	26,73
JGJA 017	25,93	21,87	21,95
JGJA 018	16,99	21,14	31,06
JGJA 019	.....	.....	.....
JGJA 020	40,46	28,57	29,39
JGJA 021	.....	.....	.....
JGJA 022	42,22	41,60	41,35
JGJA 023	44,00	39,41	38,06
JGJA 024	.....	27,92	28,67
JGJA 025	45,43	42,55	44,02
JGJA 026	47,62	53,36	47,69

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3.6 Densidad Real

Este análisis se realizó según la tesis “Investigación de Materiales Cerámicos Alivianados y sus Posibles Aplicaciones”. Laura Cargua Peralta y Dana Encalada Calle. Cuenca (1997), que nos indica que:

Es la relación que existe entre la masa del material y su volumen, menos el volumen de poros que contiene, esta viene dada en gr/cm<sup>3</sup>; se determina con la siguiente fórmula.

$$Densidad Real = \frac{Ps}{V - (Ph - Ps)}$$

Ps: Peso del bizcocho seco.

V: volumen de las placas bizcochadas.

Ph-Ps: Volumen de poros

Tabla 13-4: Desidad Real

<b>Muestras</b>	<b>A 1000 °C</b>	<b>A 1050 °C</b>	<b>A 1200 °C</b>
JGJA 001	2,28	3,13	2,94
JGJA 002	2,52	2,73	2,39
JGJA 003	2,70	2,32	2,90
JGJA 004	2,29	2,00	2,39
JGJA 005	2,31	2,24	2,20
JGJA 006	2,58	2,64	2,84
JGJA 007	2,84	2,53	2,43
JGJA 008	2,57	2,42	2,69
JGJA 009	2,84	2,71	3,11
JGJA 010	2,75	2,50	2,58
JGJA 011	2,73	2,77	2,58
JGJA 012	2,39	2,67	2,94
JGJA 013	2,36	2,16	2,30
JGJA 014	2,42	2,61	2,75
JGJA 015	2,26	2,59	2,82
JGJA 016	2,56	2,66	2,61
JGJA 017	2,58	2,58	2,65
JGJA 018	2,42	2,48	2,65
JGJA 019	.....	.....	.....
JGJA 020	2,75	2,36	2,39
JGJA 021	.....	.....	.....
JGJA 022	2,31	2,31	2,34
JGJA 023	2,67	2,72	2,64
JGJA 024	.....	2,54	2,53
JGJA 025	2,65	2,58	2,73
JGJA 026	2,84	3,44	2,74

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.3.7 Densidad Aparente

Este análisis se realizó según la tesis “Investigación de Materiales Cerámicos Alivianados y sus Posibles Aplicaciones”. Laura Cargua Peralta y Dana Encalada Calle. Cuenca (1997), que nos indica que:

Es la relación de la masa de un material a su volumen solido aparente, es decir el volumen del material más el volumen de poros encerrados. Viene dada en gr/cm<sup>3</sup>; se determina con la siguiente fórmula.

$$Densidad\ Aparente = \frac{Ps}{V}$$

Ps: Peso del bizcocho seco.

V: volumen de las placas bizcochadas.

**Tabla 14-4: Densidad Aparente**

<b>MUESTRAS</b>	<b>A 1000 ° C</b>	<b>A 1050 ° C</b>	<b>A 1200 ° C</b>
JGJA 001	1,27	1,43	1,55
JGJA 002	1,28	1,29	1,31
JGJA 003	1,89	1,87	2,23
JGJA 004	1,81	1,75	1,92
JGJA 005	1,71	1,83	1,83
JGJA 006	1,80	1,95	2,00
JGJA 007	2,08	2,13	2,14
JGJA 008	1,59	1,59	1,67
JGJA 009	1,79	1,76	1,84
JGJA 010	1,79	1,84	1,82
JGJA 011	1,66	1,85	1,81
JGJA 012	1,32	1,55	1,53
JGJA 013	1,26	1,35	1,43
JGJA 014	1,80	1,95	2,04
JGJA 015	1,90	1,90	1,90
JGJA 016	1,82	1,90	1,92
JGJA 017	1,91	2,02	2,07
JGJA 018	2,01	1,95	1,83
JGJA 019	.....	.....	.....
JGJA 020	1,64	1,63	1,68
JGJA 021	.....	.....	.....
JGJA 022	1,33	1,33	1,37
JGJA 023	1,49	1,65	1,64
JGJA 024	.....	1,79	1,81
JGJA 025	1,44	1,52	1,53
JGJA 026	1,49	1,60	1,43

Elaborado por: Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

#### 4.4 Observaciones Generales

Las placas JGJA 019 y JGJA21 no se pudo realizar las pruebas de contracción después de la cocción, ni las de la absorción, ya que al trayecto de ponerlas de ponerlas en el horno se trisaron, se desasieron debido a su nula plasticidad y compactación.

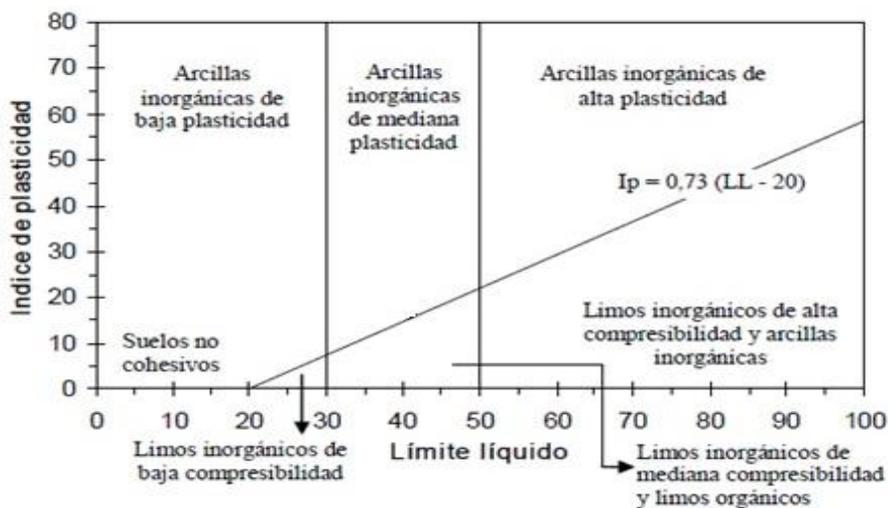
La placa JGJA 024 después de la cocción a (1000 °C), al momento de realizar el análisis de la absorción del agua se deshizo, la cual se pudo concluir que esta muestra se debe de realizarse la cocción a temperaturas mucho más altas, ya que es un indicativo de que serviría para porcelana.

## 4.5 Resultados

Al analizar los resultados del color tras la quema se pudo determinar que:

Las muestras JGJA 001, 002, 008, 022, 024 son para cerámica blanca. Las muestras JGJA 004 ,017 y 016 son para lo que es baldosas o lozas. Las muestras JGJA 003, 005, 006, 007, 010, 011, 012, 013, 014, 018, 020, 023, 025, 026 son para cerámica roja que quiere decir para materiales de construcción (ladrillos, tejas, etc) y productos de alfarería. Las muestras JGJA 009 y 015 son feldespatos que sería como un aditivo fundente para la cerámica.

La clasificación mediante el diagrama de Casagrande permite evidenciar cuales muestras ensayadas, son las que tienen mayor plasticidad, mediana plasticidad o una baja plasticidad, simplemente ubicando los valores del Límite Líquido y el Índice Plástico.

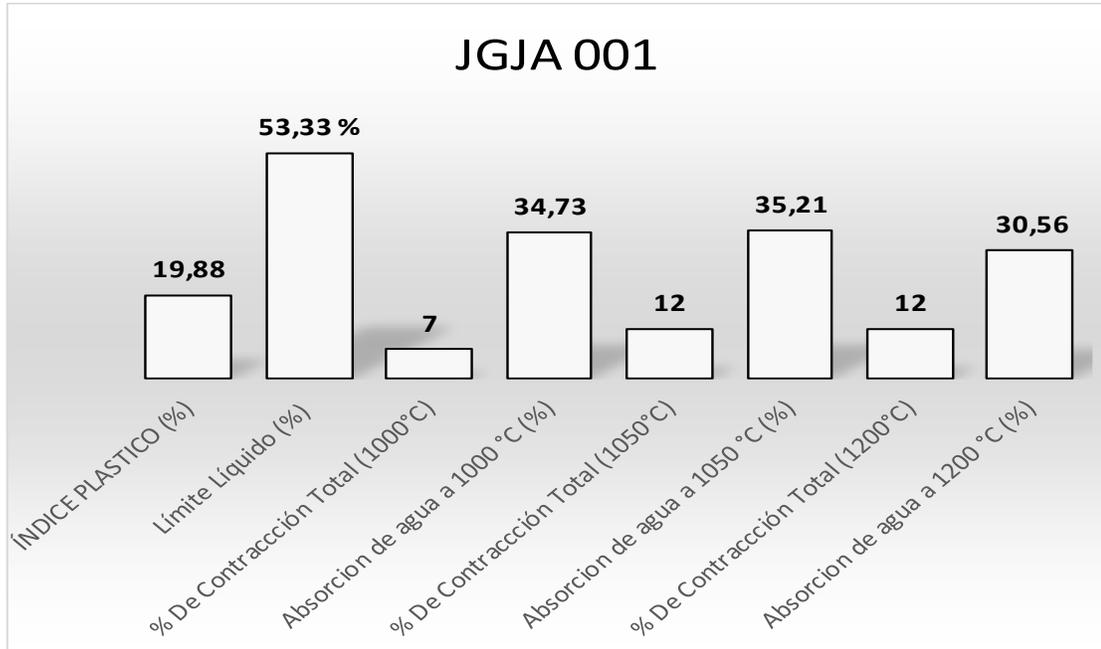


**Figura 11-4:** Diagrama de la carta de plasticidad de Casagrande

**Fuente:** <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25762/39346>

La Recta  $I_p = 0,7(w_l - 20)$ , arcillas puras (sobre ellas) y las que contienen algún coloide orgánico (debajo).

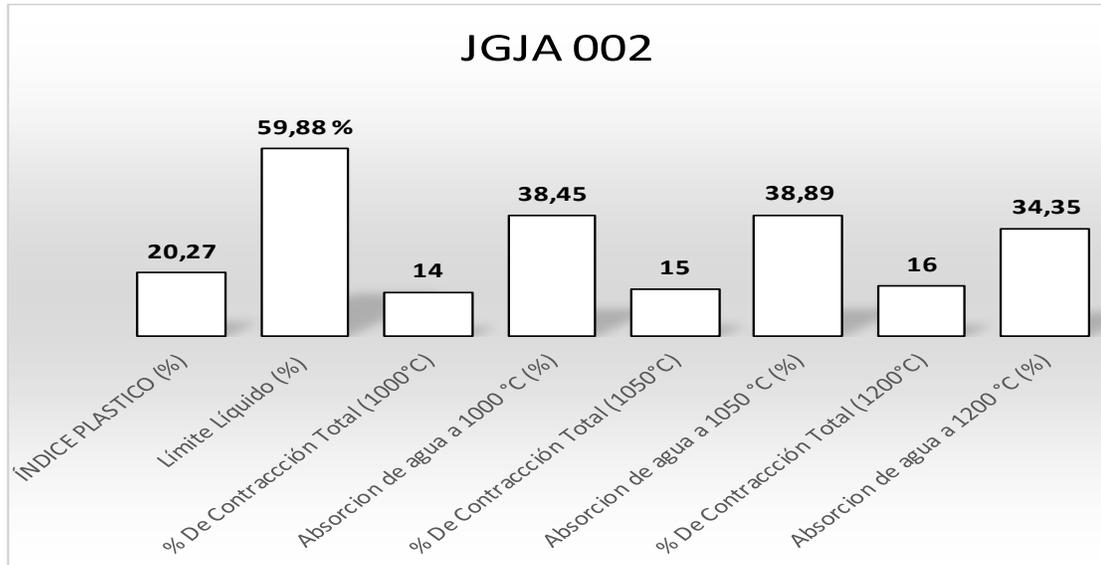
La Recta vertical: 50 separa, a las arcillas de alta plasticidad (derecha) y las arcillas de baja y media plasticidad (izquierda).



**Gráfico 1-4:** Resultado de la muestra 1

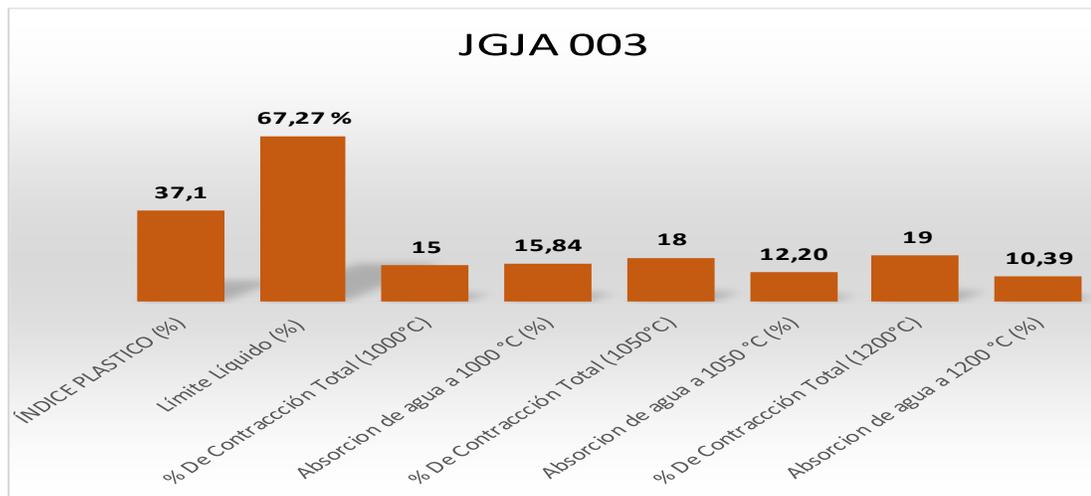
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra caolinífera JGJA 001 tiene la propiedad más importante que es su alta plasticidad, su color blanco y su granulometría fina, vitrifica fácilmente en un amplio margen de temperatura, por ello tiene porcentajes altos de absorción, lo que significa que es muy porosa, lo cual sobrepasa los rangos de 10-20% de absorción de agua establecidos por (Enrique y Amorós, 1985), el rango de contracción es moderado. Se recomienda realizar la cocción a temperaturas mucho más altas para que llegue a vitrificarse y pueda servir para porcelanato, también puede servir para cualquier tipo de cerámica blanca como loza por su alto contenido de plasticidad y su alto contenido de absorción o sino también se añade este tipo de material para mejorar la blancura de la loza, o las propiedades de moldeo de los sanitarios. Todo depende para que se vaya a utilizar ya que las piezas cerámicas de pasta blanca son más apreciadas para los productos esmaltados, ya que el color blanco permite obtener efectos especiales en el esmaltado. La contracción recomendada para pasta de porcelana es de 15 a 20 % cocción a 1350-1400 °C. Para pasta de loza se recomienda de 8 a 10 % cocción de 1000 - 1020 °C.



**Gráfico 2-4:** Resultado de la muestra 2  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

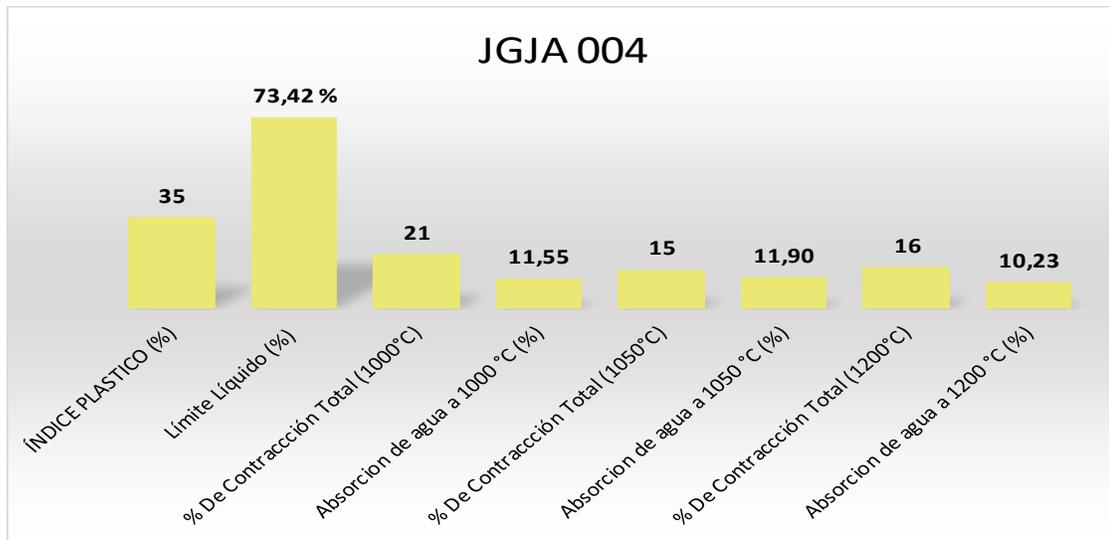
La muestra caolinifera JGJA 002 tiene casi las mismas propiedades que la muestra JGJA 001 lo único que varía un poco, son sus valores, por esta razón se daría el mismo uso ya descrito en la muestra JGJA001, hay que recalcar que su contenido de absorción es demasiado alto se recomienda mezclar con algún otro aditivo para poder mejorar su calidad.



**Gráfico 3-4:** Resultado de la muestra 3  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

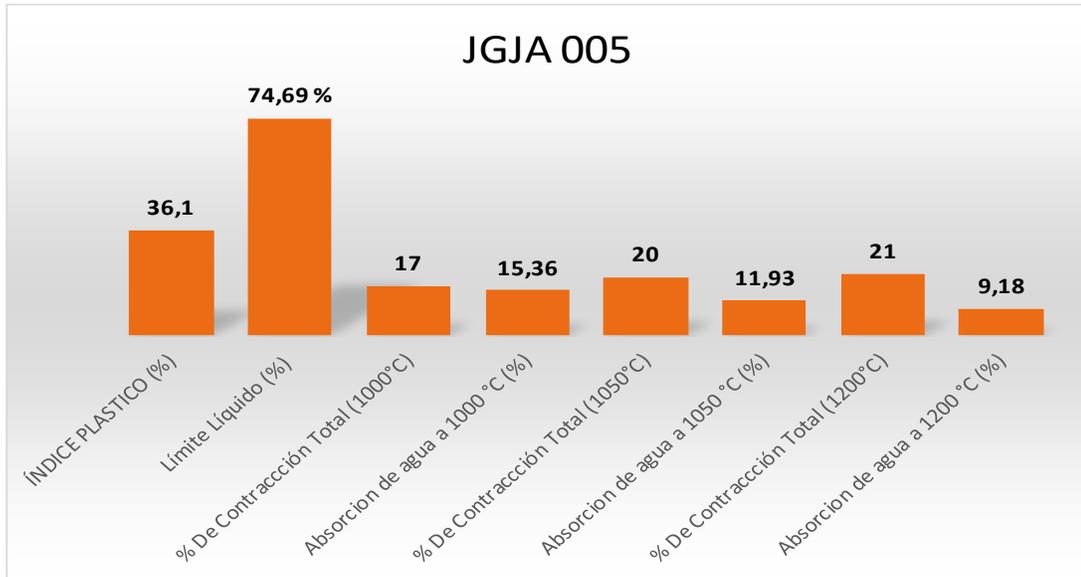
La muestra JGJA 003, tiene una alta plasticidad, su granulometría es muy fina, debido a su absorción de agua se puede decir que es una muestra porosa, su contracción es alta lo cual no se podría

trabajar por sí sola si no tendría que mezclarse con algún aditivo para mejorar su contracción. Este tipo de pasta coloreada se aplica para la elaboración cerámica estructural alfarería (ladrillo, tejas, vasijas, platos, vasos etc.). El rango de cocción que se debe aplicar para la fabricación de cerámica estructural es de 900 °C a 1100 °C. La contracción adecuada que tiene que tener es de 6 a 8 % cocción a 1000 y 1020 para alfarería.



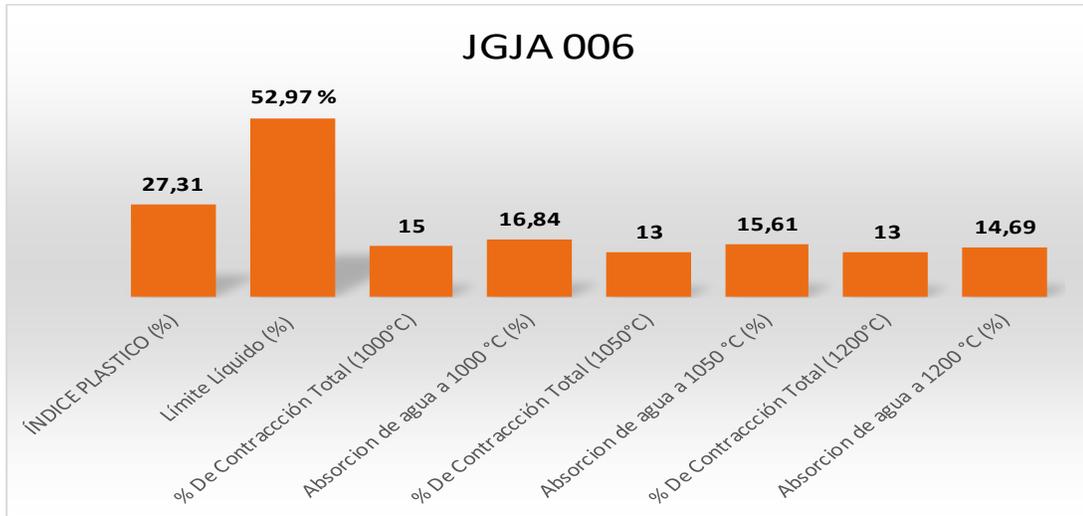
**Gráfico 4-4:** Resultado de la muestra 4  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 004 se caracteriza por tener una alta plasticidad, una granulometría fina, debido a su porcentaje de absorción se puede decir que esta muestra es porosa, su color es amarillento tras la cocción, lo cual se puede concluir que con las características que presenta se podría aplicar para la fabricación de azulejos o baldosas cerámicas. El único inconveniente es su contracción esto hace que sea imposible de utilizarla por sí misma, lo que se recomendaría que se usen mezclándolas a otras arcillas para mejor trabajabilidad. El rango de % de agua para la fabricación de azulejos es de (10-15%) entonces cumple con las especificaciones mencionadas. Esta muestra sufrió deformaciones al igual de pequeñas fisuras tras la cocción. Es por ello se recomienda una temperatura de cocción de 1000 °C a 1020°C con una contracción de 8 a 10 %.



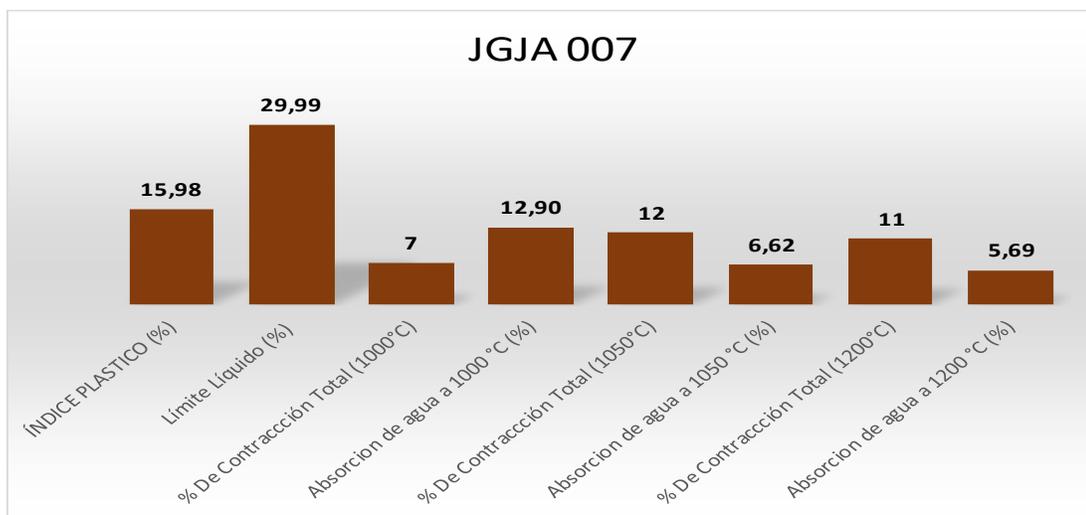
**Gráfico 5-4:** Resultado de la muestra 5  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 005, por las características que presentan debido a su color, su granulometría muy fina, su absorción podemos clasificar que esta muestra a 1200°C no es porosa y llega a vitrificarse, a esta temperatura se presentó una pequeña deformación al igual que unas pocas fisuras, lo cual se pudo concluir que esta pasta coloreada puede ser útil para pavimento de gres rojo. Mientras que a 1000°C hasta 1050 °C la absorción se clasifica como porosa, esta muestra a esa temperatura sería muy útil para lo que es la cerámica estructural alfarería (ladrillo, tejas, vasijas, platos, vasos etc.). Su plasticidad es alta, el único inconveniente que presenta este tipo de materia prima es su excesiva contracción, esto hace que sea imposible de utilizarla por sí misma, lo que se recomendaría que se usen mezclándolas a otras arcillas para mejor trabajabilidad. La contracción adecuada que tiene que tener es de 6 a 8 % para la fabricación de cerámica estructural y alfarería. Para la fabricación de pavimento de gres rojo la contracción adecuada es de 10 a 15 % cocción 1250 a 1280 °C.



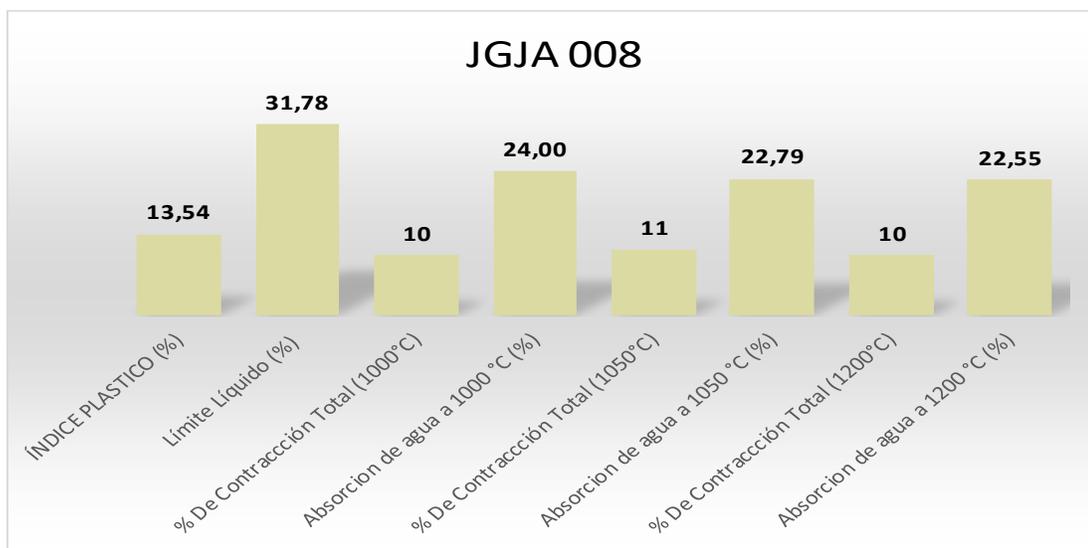
**Gráfico 6-4:** Resultado de la muestra 6  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 006 se caracteriza por tener una alta plasticidad, de granulometría fina, debido a su porcentaje de absorción podemos que esta muestra es porosa, su contracción es moderada. Se pudo concluir que esta pasta coloreada sería muy útil para lo que es la cerámica estructural alfarería (ladrillo, tejas, vasijas, platos, vasos etc.) El único inconveniente que se produjo fue una pequeña deformación ya que el rango temperaturas máximas de cocción para este tipo de materia prima es de 1000°C a 1020 °C. La contracción adecuada que tiene que tener es de 6 a 8 %.



**Gráfico 7-4:** Resultado de la muestra 7  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 007, por las características que presentan debido a su color, a su absorción podemos clasificar que esta muestra no es porosa ya que posee una absorción de agua inferior al 10 % a temperatura de 1050 °C y 1200°C, su granulometría es muy fina, su contracción total no es muy alta. Lo cual se pudo concluir que esta pasta coloreada para gres se podría aplicar en pavimentos de gres rojo. Aunque tenga un factor desfavorable que es la baja plasticidad se podría compensar con un aditivo de otra arcilla que contengan una alta plasticidad para tener mejor trabajabilidad. Para la fabricación de pavimento de gres rojo la contracción adecuada es de 10 a 15 % cocción 1250 a 1280 °C.



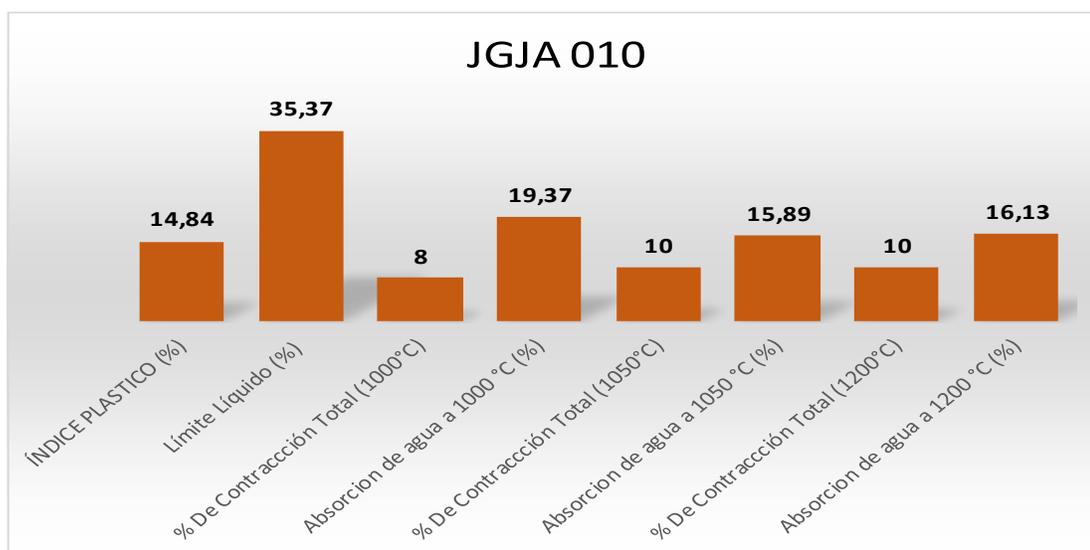
**Gráfico 8-4:** Resultado de la muestra 8  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 008, es la idónea para realizar formulación de una pasta para loza, porque el primer paso para realizar esta formulación es encontrar una arcilla natural, que cumpla con las siguientes características: de ser de mediana plasticidad, su contracción total de un 10% a una temperatura de 1200 °C, absorción de agua de la arcilla cocida de 6 % y que no sufra ningún agrietamiento. Lo cual se pudo concluir con los análisis realizados que esta muestra cumple con casi todas las especificaciones requeridas para realizar una pasta para loza, lo único que no se cumplió fue la absorción de agua lo que significa que necesitaría de algún aditivo para disminuir el porcentaje y llegar con el óptimo.



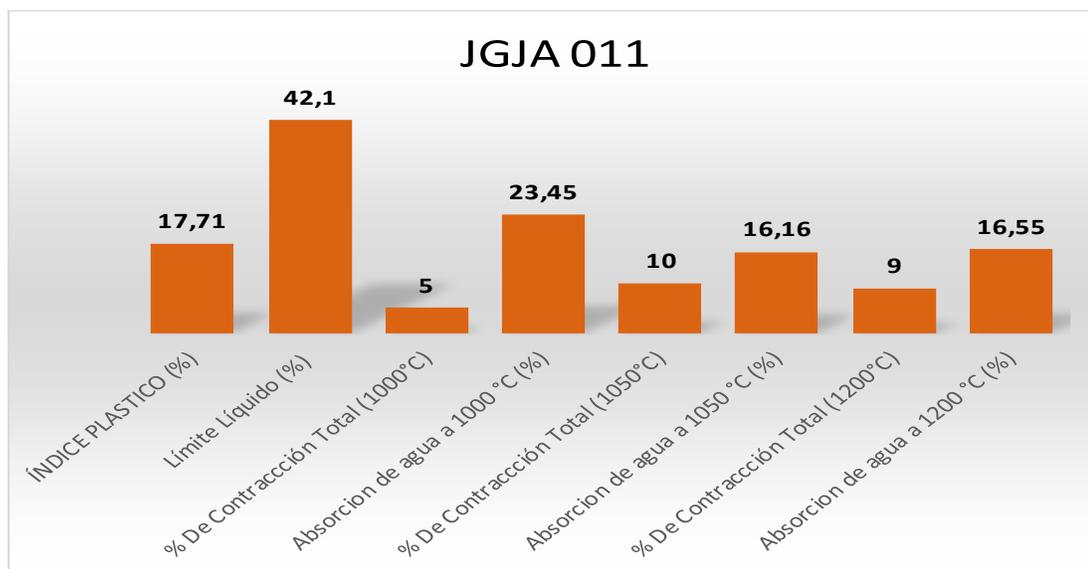
**Gráfico 9-4:** Resultado de la muestra 9  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 009, es un feldespato que especialmente por su color y características que presentan se puede utilizar como aditivo fundente y para el control de la vitrificación por la acción de los óxidos alcalinos. este tipo de feldespato se podría utilizar como un aditivo para loza ya que las especificaciones son algo menos estrictas en el color, contenido de hierro y mayor presencia de sodio.



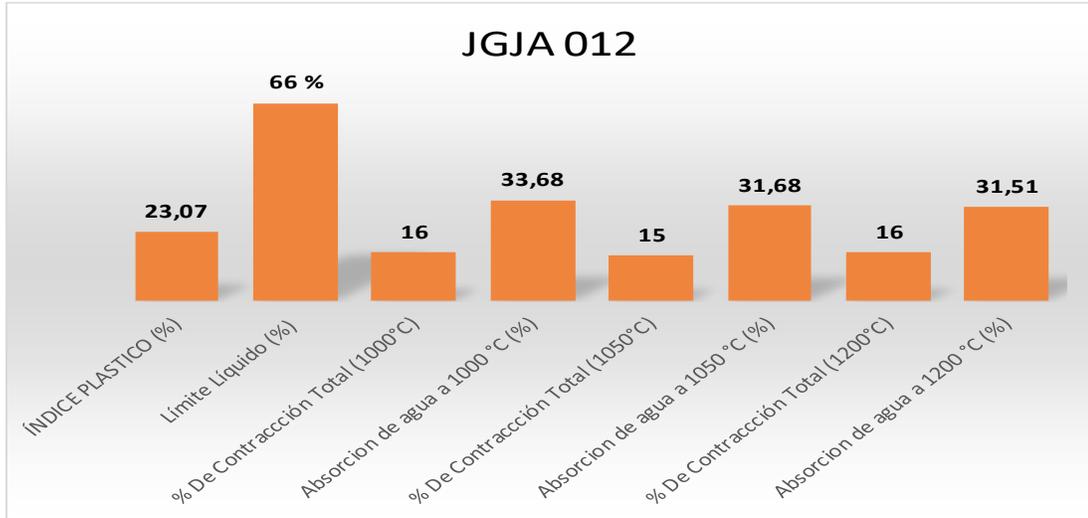
**Gráfico 10-4:** Resultado de la muestra 10  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 010 al igual que la muestra JGJA 008, aun que tienen similares características se diferencian en su color esto se da debido a las diferentes proporciones de hierro y cal que tienen las muestras para que se de este tipo de coloración después de la cocción, de igual manera varían sus valores, pero sigue siendo idónea para realizar formulación de una pasta para loza, porque el primer paso para realizar esta formulación es encontrar una arcilla natural, que cumpla con las siguientes características: de ser de mediana plasticidad, su contracción total de un 10% a una temperatura de 1200 °C, absorción de agua de la arcilla cocida de 6 % y que no sufra ningún agrietamiento. Lo cual se pudo concluir con los análisis realizados que esta muestra cumple con casi todas las especificaciones requeridas para realizar una pasta para loza, lo único que no se cumplió fue la absorción de agua lo que significa que necesitaría de algún aditivo para disminuir el porcentaje y llegar con el óptimo.



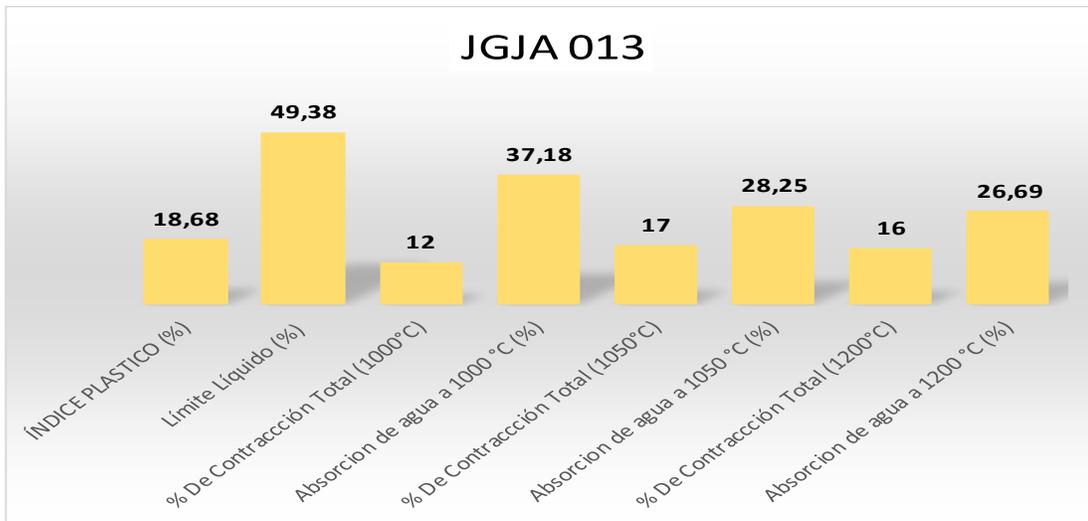
**Gráfico 11-4:** Resultado de la muestra 11  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 011, tiene una mediana plasticidad, su granulometría es muy fina a, debido a su absorción de agua se puede decir que es una muestra porosa, su contracción es buena. Este tipo de pasta coloreada se aplica para la elaboración cerámica estructural alfarería (ladrillo, tejas, vasijas, platos, vasos etc.). pero a temperatura de cocción de 1000 a 1020 °C con una contracción de 6 a 8 %. Y también serviría para la elaboración de pasta para loza ya que posee una contracción dentro de los rangos establecidos de 8 a 10 % el único inconveniente es su absorción lo que significa que se tendría que agregar algún aditivo para contrarrestar el valor de esta característica.



**Gráfico 12-4:** Resultado de la muestra 12  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

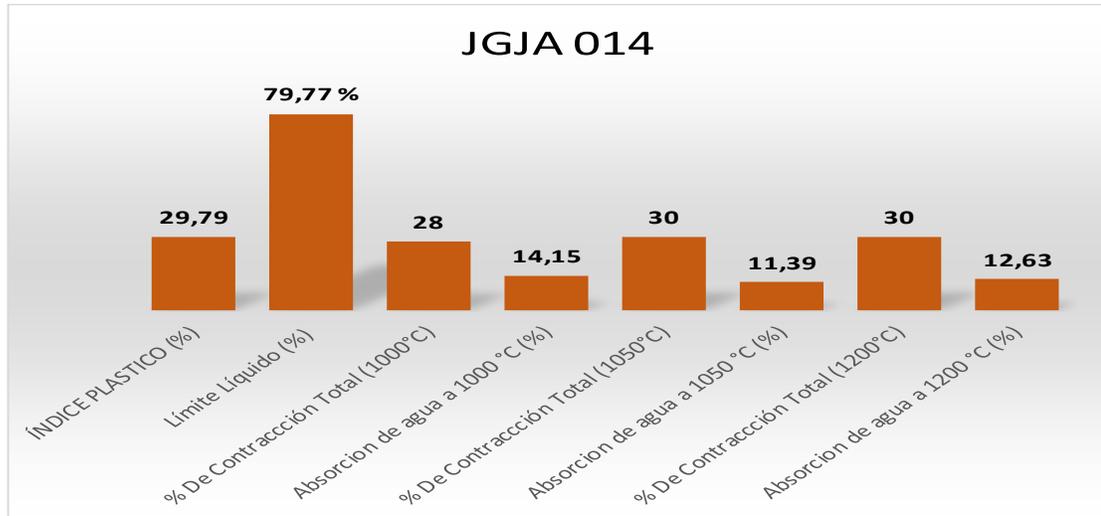
La muestra JGJA 012, este tipo de materia prima tiene una buena plasticidad, su granulometría es fina, el único inconveniente es su absorción y su contracción lo que se recomienda es modificar a esta materia con algunos aditivos para tener una buena pasta para el uso de cerámica roja



**Gráfico 13-4:** Resultado de la muestra 13  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

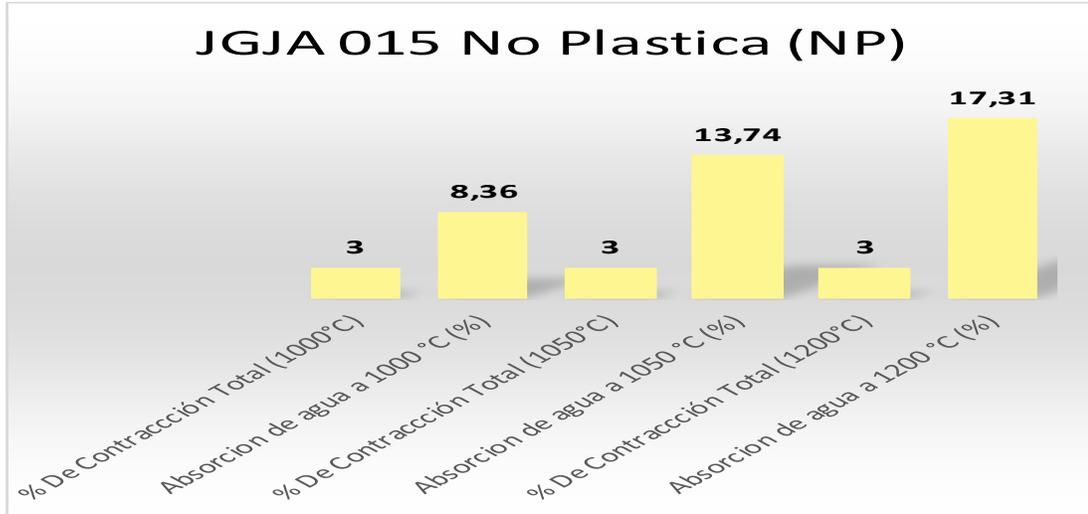
La muestra JGJA 013, debido a sus características en especial es su color y su granulometría este tipo de material solo se utilizaría como aditivo para mejorar las pastas cerámicas ya que su

granulometría contiene el 45% de arena y el 55% de finos, mediante estos resultados se llegó a esta conclusión



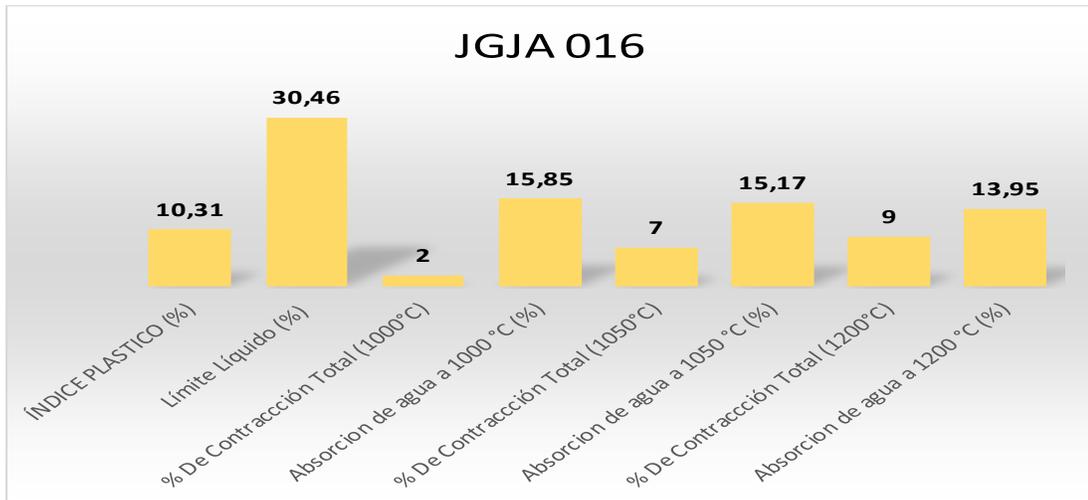
**Gráfico 14-4:** Resultado de la muestra 14  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 014, tiene buena plasticidad excesiva contracción, lo que significa que presenta las mismas características de una bentonita que cuando estaba en contacto con el agua se aumentó entre 10 y 15 veces su volumen , cuando se secó en su totalidad se redujo demasiado el cual nos indica que es una bentonita en conclusión este tipo de material serviría solo como aditivo a la pasta cerámica para mejorar su plasticidad y su trabajabilidad , pero solo se recomienda añadirla solo un porcentaje de 1 % ya que se pude hacerse pegajosa y difícil de amasarla.



**Gráfico 15-4:** Resultado de la muestra 15  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

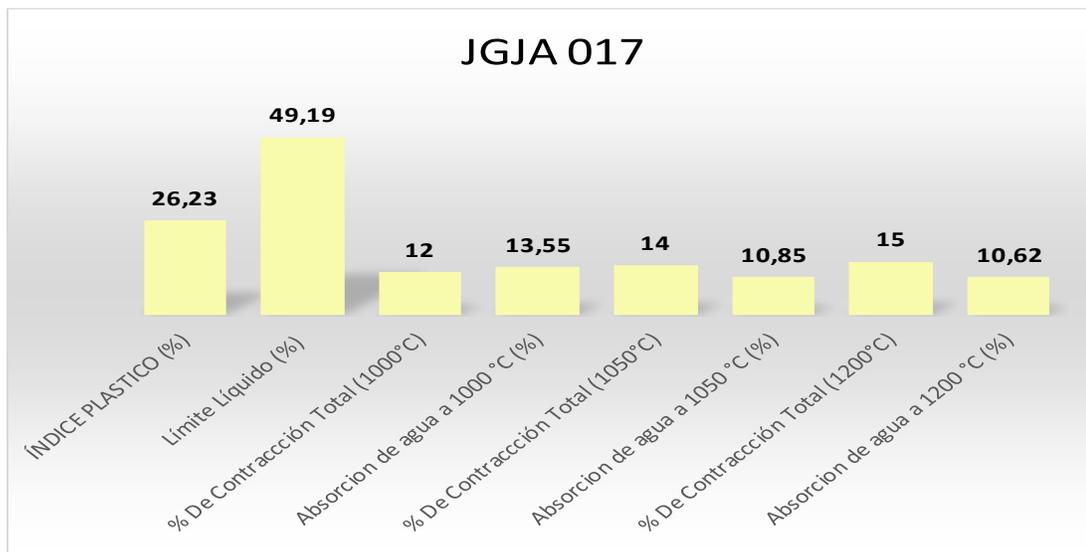
La muestra JGJA 015, es un feldespato que especialmente por su color y características que presentan se puede utilizar como aditivo fundente y para el control de la vitrificación por la acción de los óxidos alcalinos. este tipo de feldespato se podría utilizar como un aditivo para las porcelanas ya que la principal característica que debe ser un color de cocción blanco o un color crema, mínimo contenido de hierro, alto contenido de óxidos alcalinos.



**Gráfico 16-4:** Resultado de la muestra 16  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

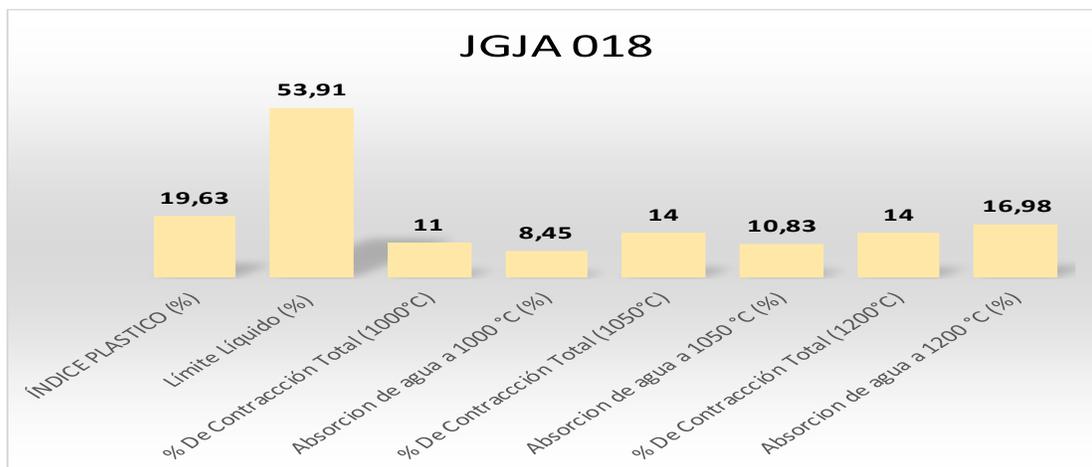
La muestra JGJA 016 al igual que la muestra JGJA017 se caracteriza por tener una mediana plasticidad, una granulometría fina, debido a su porcentaje de absorción se puede decir que esta

muestra es porosa, su color es amarillento tras la cocción, la única diferencia es su contracción baja, lo cual se puede concluir que con las características que presenta se podría aplicar para la fabricación de azulejos o baldosas cerámicas. También se podría aplicarse para la formulación de una pasta para Loza el único inconveniente sería su absorción debido a que debe cumplir con las siguientes características: de ser de mediana plasticidad, su contracción total de un 10%, absorción de agua de la arcilla cocida de 6 % y que no sufra ningún agrietamiento. Se recomienda mezclarla con algunos aditivos para mejorar las características de esta muestra en el caso de la absorción.



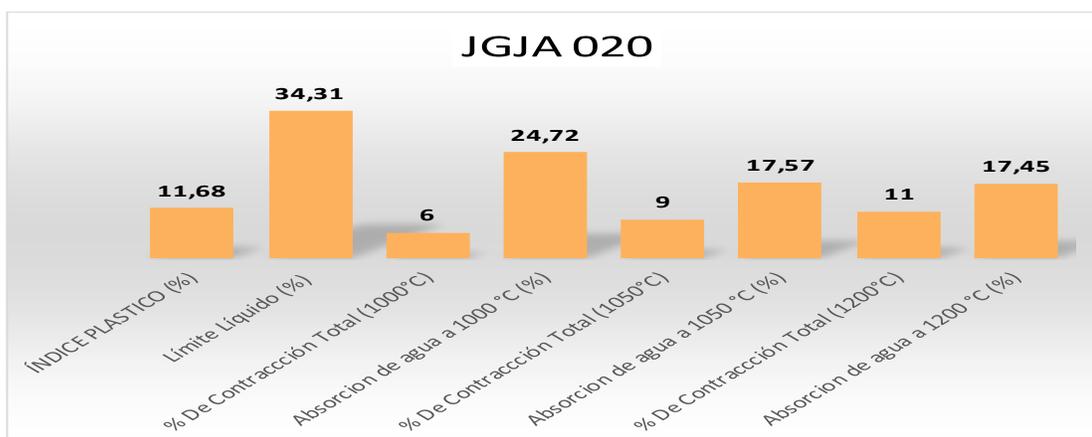
**Gráfico 17-4:** Resultado de la muestra 17  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 017 se caracteriza por tener una mediana plasticidad, una granulometría fina, debido a su porcentaje de absorción se puede decir que esta muestra es porosa, su color es amarillento tras la cocción, lo cual se puede concluir que con las características que presenta se podría aplicar para la fabricación de azulejos o baldosas cerámicas. También se podría aplicarse para la formulación de una pasta para Loza el único inconveniente sería su contracción y su absorción debido a que debe cumplir con las siguientes características: de ser de mediana plasticidad, su contracción total de un 8 a 10%, absorción de agua de la arcilla cocida de 6 % y que no sufra ningún agrietamiento. Se recomienda mezclarla con algunos aditivos para mejorar las características de esta muestra. En el caso de para hacer baldosas o azulejos el único conveniente es la contracción.



**Gráfico 18-4:** Resultado de la muestra 18  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

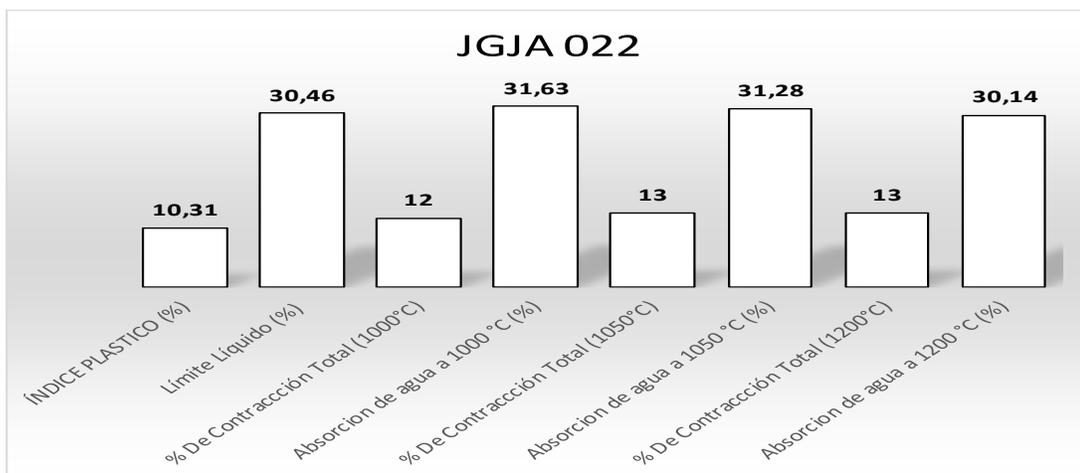
La muestra JGJA 018 se caracteriza por tener una alta plasticidad, una granulometría fina, un buen color; debido a su porcentaje de absorción a 1000°C se puede decir que no es porosa, su contracción es óptima porque está dentro de los rangos de 10 a 15 % establecidos para realizar pastas de gres. Partir de las temperaturas de 1050 a 1200 °C el porcentaje de absorción es el óptimo para fabricación de azulejos o baldosas cerámicas, al igual que su contracción.



**Gráfico 19-4:** Resultado de la muestra 20  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

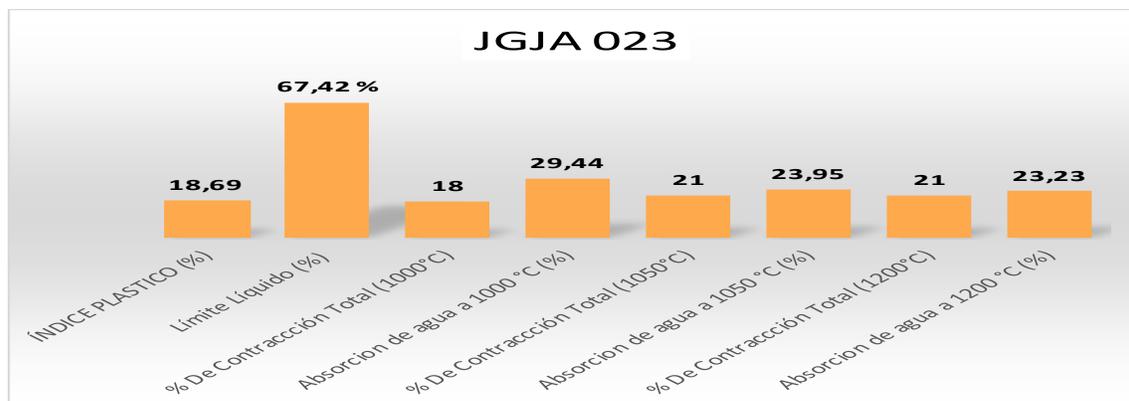
La muestra JGJA 020 se caracteriza por tener una mediana plasticidad, una granulometría fina, su color. Esta muestra se utilizaría para pastas rojas en si para cerámica estructural y alfarería a una temperatura de 1000°C ya que a esa temperatura cumple los rangos establecidos, el único inconveniente sería su absorción. También se podría utilizarlas a temperatura de 1050 solo tendría

que bajar el 1 % de su contracción par que se ideal para alfarería o cerámica estructural. Si se desea aplicar esta muestra para pasta para loza se recomienda que la absorción de la muestra baja aun porcentaje de 6 % ya que tiene la contracción y plasticidad óptima para este tipo de uso.



**Gráfico 20-4:** Resultado de la muestra 22  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

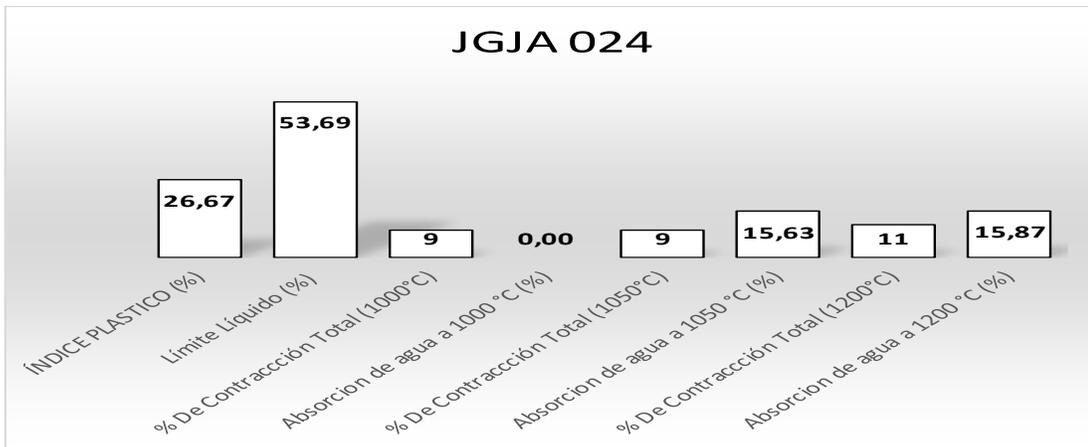
La muestra caolinifera JGJA 022, su característica es un material de mediana plasticidad, de color blanco tras la cocción, presenta moderada contracción a la cocción. Este tipo de arcilla se puede considerar como caolines refractarios, se lo utilizaría para ladrillos y piezas usadas en la construcción de hornos industriales o a su vez en cerámica blanca se recomienda mejorar su absorción de agua.



**Gráfico 21-4:** Resultado de la muestra 23  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

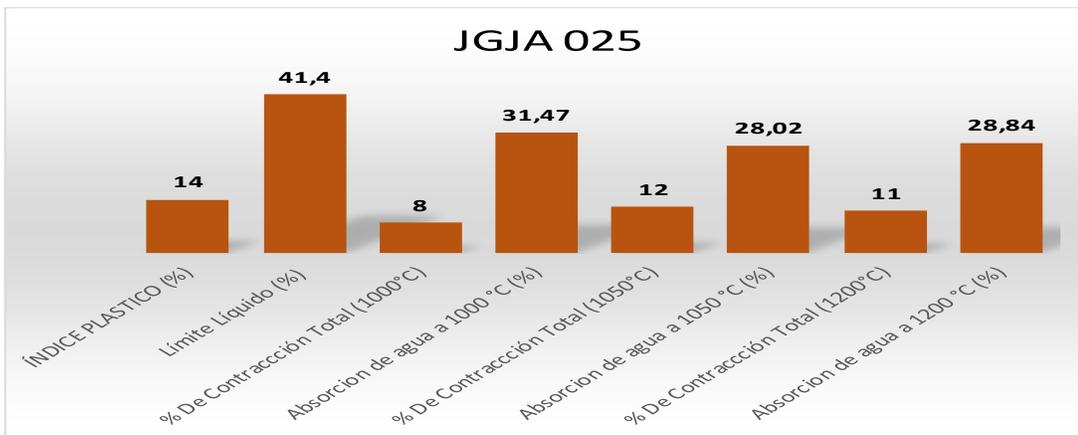
La muestra JGJA 023, la única característica favorable de este tipo de materia prima es su alta plasticidad debido a su granulometría fina, ya que su contracción y absorción son desfavorables, así

mismo se presentó pequeñas fisuras y deformidades tras la cocción. lo cual se pudo concluir que esta muestra solo serviría como aditivo para mejora la plasticidad de las pastas cerámicas.



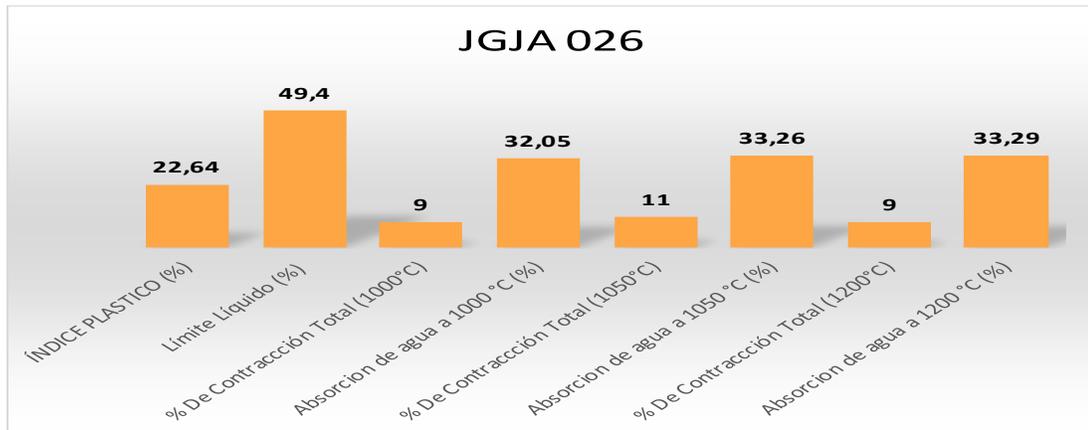
**Gráfico 22-4:** Resultado de la muestra 24  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 024 este tipo de material se caracterizan por presentar una alta plasticidad y color blanco tras cocción, es de grano finísimo, sufre un encogimiento de 11%, en el proceso tras la cocción a 1200 °C. Es un producto poroso se la clasifico de esta manera porque está dentro del rango establecido por (Enrique y Amorós, 1985) entre 10-20% de absorción de agua. Esto nos lleva a concluir que este material es apto para la fabricación de pavimentos, ladrillería de alta calidad, loza, porcelana sanitaria y materiales refractarios. También sirve para mezclar con otros tipos de arcillas que carecen de plasticidad.



**Gráfico 23-4:** Resultado de la muestra 25  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 025, tiene mediana plasticidad, su granulometría es fina, se podría utilizar para cerámica estructural y alfarería ya que tiene una buena contracción a 1000°C, está dentro de los rangos establecidos lo único desfavorable es su absorción de agua ya que sobrepasa los valores óptimos para la fabricación de este tipo de cerámica.



**Gráfico 24-4:** Resultado de la muestra 26  
**Elaborado por:** Jasmin Gabriela Jaramillo A. (2017)

La muestra JGJA 026, tiene mediana plasticidad, su granulometría muy fina, se podría utilizar para cerámica estructural y alfarería ya que tiene una buena contracción, el único inconveniente es su desfavorable absorción se recomienda mezclar con otro tipo de arcilla para mejorar su calidad y bajar su absorción.

## CAPÍTULO V

### 5.1 CONCLUSIONES

- Al término de este trabajo investigativo, que tuvo un desarrollo tanto teórico como práctico, en base de los datos y resultados obtenidos podemos decir, que los objetivos planteados en este estudio han sido plenamente alcanzados.

- A partir de las pruebas físico-cerámicas realizadas a las muestras recolectadas, se pudo evidenciar que existe en la provincia yacimientos no metálicos aprovechables que perfilan de buenas características para el uso cerámico bien sea para cerámica blanca o cerámica roja.

- De los 26 materiales estudiados, la muestra JGJA 024 presenta características muy favorables para la fabricación de pavimentos, ladrillería de alta calidad, loza, porcelana sanitaria y materiales refractarios. Las muestras JGJA 001, 002, 008, 022 son para cerámica blanca. Las muestras JGJA 004 ,017 y 016 son para lo que es baldosas o lozas. Las muestras JGJA 003, 005, 006, 007, 010, 011, 012, 013, 014, 018, 020, 023, 025, 026 son para cerámica roja que quiere decir para materiales de construcción (ladrillos, tejas, etc) y productos de alfarería. Las muestras JGJA 009 y 015 son feldespatos que pueden ser útiles como aditivo fundente para la cerámica.

- La mayor parte de las muestras recolectadas de la zona estudiada está constituida por material idóneo para el uso de alfarería

- Del corredor referencial en este estudio se desprende que en los cantones Palora, Huamboya Morona, Sucua, Méndez, Tiwinza, Limón Indanza y San Juan Bosco, existen materia prima aprovechable para cerámica, mientras que en el cantón Logroño no se encontró materiales de buenas características.

- Luego de haber realizado el respectivo muestreo y análisis de material cerámico por su ubicación geográfica se pudo establecer que en el cantón de Morona es el de mayor predominio cerámico.

## 5.2 RECOMENDACIONES

En base al conocimiento obtenido en la elaboración de este trabajo de titulación se recomienda lo siguiente:

- Realizar exploración de los yacimientos no metálicos con mayor anomalía, ya que presentan buenas características para el uso cerámico, es decir para que este yacimiento sea económicamente rentable tienen que ser grandes, fácilmente explotables, accesibles, y bien situados respecto al mercado potencial de los productos.

- Hacer un estudio más detallado en el cantón Morona, ya que por medio del mapa temático se pudo evidenciar que en este cantón hay mayor predominio cerámico con buenas características.

- Realizar dosificaciones con las materias primas ya investigadas para tener un producto final necesario para el uso cerámico.

### **Recomendaciones para elaborar pasta cerámica**

Para poder utilizar estas materias primas ya caracterizadas, como pasta cerámica se debe de tomar en cuenta algunos factores decisivos para obtener un producto final deseado, ya que los resultados obtenidos de cada muestra recolectada indican que no solo se necesita de una arcilla natural si no de una o más variedades para poder conseguir una mejor propiedad.

En la pasta cerámica se puede utilizar materiales anti plásticos (Feldespatos, Arena de cuarzo, Carbonato Cálcico, Talco, chamota, etc), que se deberán adicionar finamente molidos para no quitar su homogeneidad. Debido a que son muy importantes en la reducción, la deformación, y el choque térmico, es por ello que las cantidades de estos materiales agregadas al material plástico favorecerán su porosidad, acortarán la contracción y reducirán su punto de fusión.

Añadir:

- Feldespatos para reducir el encogimiento durante el secado de las piezas crudas y como fundente por encima de 1200 °C o a su vez se añade feldespatos potásicos para dar transparencia a las porcelanas y lozas.

- Arena de cuarzo para reducir el encogimiento de las piezas cerámicas y a la vez aumenta la dilatación térmica de las mismas una vez horneadas. Tener en cuenta que el tamaño de partículas de sílice es importante ya que cuando el tamaño de partícula es pequeño puede reaccionar y actuar como fundente, y cuando el tamaño de partícula es grande, aumenta la refractariedad.
- Carbonato Cálculo para rebajar la temperatura de vitrificación de las mismas. Si se añade este anti plástico hay que tener mucho cuidado, ya que pueden llegar a deformar las piezas e incluso fundirlas, incluir porcentajes superiores al 13%. Hay que tener en cuenta que el carbonato cálcico muy frecuentemente es impureza de la arcilla, no siendo necesario añadirlo. Se puede combinar estos compuestos de cálcico con minerales de hierro, los cuales permitirá reducir el color rojo trasladándolos hacia el blanco. Se añade Dolomía como sustituto del carbonato cálcico, para elevar la temperatura de maduración de los barnices, en proporciones del 3 % al 6 %.
- Talco, esto serviría como fundente en pastas de baja temperatura de cocción (2%) y favorece el ajuste entre las pastas y los barnices a la vez que evita cuarteaduras.
- Materiales orgánicos como el serrín o carbón (lignito), que al quemarse en el horno dan piezas de alta porosidad y poco peso.

Utilizar chamota ya que reduce las contracciones por secado y por cocción, lo que aminora las tensiones internas, el riesgo de grietas y fisuras; aporta más resistencia mecánica al cuerpo cerámico crudo; aumenta la facilidad de drenaje respecto al secado cerámico; mejora la resistencia al choque térmico; es el más utilizado y económico por proceder de piezas rotas o defectuosas que se pulverizan.

### 5.3 RESUMEN

La presente investigación propone: caracterización de las materias primas cerámicas y su relación con su entorno geológico. El trabajo se ejecutó en cuatro fases: primera fase corresponde a la etapa de recopilación documental, el cual es un método indirecto que consiste en la consulta de información bibliográfica tanto en forma física como digital sobre el tema, consta de mapas como político-geológico, archivos bibliográficos sobre materiales cerámicos. La segunda es la de Campo, que corresponde a un método directo, que consiste en la recolección de datos in situ basándose en el reconocimiento, estudio y muestreo de las materias primas en el lugar donde están localizadas. La tercera la de laboratorio, donde se determinó mediante pruebas, propiedades físico-cerámicas de cada muestra recolectada realizando un análisis cualitativo. Luego se procedió a clasificar las muestras, según su color, su plasticidad, su refractariedad, porosidad, absorción de agua, contracción a la quema y densidad formulando una caracterización. La última, consiste en el procesamiento de datos para la obtención de los resultados con la ayuda de software profesional expresados en tablas gráficos y mapas temáticos. Con los resultados obtenidos se pudo evidenciar que existe en la provincia yacimientos no metálicos aprovechables que perfilan de buenas características para el uso cerámico bien sea para cerámica blanca o cerámica roja, a su vez se pudo establecer que en el cantón de Morona es el de mayor predominio cerámico en referencia a los respectivos muestreos realizados en este cantón.

**Palabras clave:** MATERIA PRIMA - CERÁMICA - PROPIEDADES FÍSICO-CERÁMICAS



REVISADO  
22 FEB 2018  
i. P. P. P.

## 5.4 ABSTRACT

The current research proposes the characterization of ceramic raw material and their relation with their geological environment. The research was carried out in four stages. The first stage belongs to the documentary compilation which is an indirect method consisting on the bibliographic information consulting in a digital and physical way about the topic. It contains political and geological maps and bibliographic files about ceramic materials. The second stage is the field trip, which belongs to a direct method about on-site data collection based on the appreciation, study and sampling of raw material in the place they are located. The third one is the laboratory stage that was determined through tests and physical-ceramic properties of each sample collected as well as a qualitative analysis. Then the samples were classified according to their color, plasticity, refractory, porosity, water absorption, contraction to burning and density allowing formulating a characterization. The last stage consists on the data processing for the obtaining the results with the use of professional software expressed in charts and thematic maps. With the results obtained, it was possible to evidence that the province has usable non-metallic mining beds that have good characteristics for the ceramic use for both, white and red ceramics; in addition, it was possible to establish that Morona County is the most prevalent according to the samplings carried out in this County.

Key words: RAW MATERIAL – PHYSICAL-CERAMIC PROPERTIES



## 5.5 BIBLIOGRAFÍA

- Intituto Ecuatoriano de Normalización, INEN (13-05-1982). *Geotecnia: mecánica de suelos terminología y simbología*. Quito-Ecuador.
- Acosta, F. V. (1999). *Estudio de la influencia de los factores: grado de molienda, formulacion, espesores de esmalte, y aditivos sobre el defecto "crawling" en un esmalte para sanitario*. Monterrey.
- Avgustinik, A. (1983). *Cerámica*. Barcelona - España: Reverté
- Báez, N., Núñez, R., Loachamín, R., & Tirado, R. (2005). *Rocas y minerales industriales en el Ecuador*. Quito.
- Calero Santos, V. E., Rlivera Chávez, M. D., & Valdez Rivera, J. U. (2016). *Determinacion del comportamiento al hinchamiento y retracción de suelos que tienen plasticidad, en algunos puntos de la carretera longitudinal del norte, en el tramo comprendido entre metapan (DPTO.SANTA ANA) y sensuntepeque (DPTO. CABAÑAS)*. San Salvador.
- Cargua, L., & Encalada, D. (1997). *Investigacion de materiales cerámicos alivianados y sus posibles aplicaciones*. Cuenca.
- Caruso, N. (1986). *Cerámica Viva*. Barcelona: Omega.
- Ceramica/Propiedades de las Arcillas*. (s.f.). *Lección3*. Recuperado el 20 de enero del 2016. Obtenido de <http://bvhumanidades.usac.edu.gt/files/original/dbd026c8918878305381f8df9fe10a87.pdf>
- D'Alessandro, M. (13 de Julio de 2016). *Rocas y minerales*. Recuperado el 10 de marzo del 2017. Obtenido de <http://www.rocasym minerales.net/el-cuarzo/>
- Daly, E. (1998). *Manual del ceramista*. Málaga: Daly.
- Díaz Rodríguez, L., & Torrecillas, R. (2002). Arcillas cerámicas: una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones. *Boletín de la sociedad Española de cerámica y vidrio*, 460. Madrid.
- Dolors, R. I. (2005). *Cerámica artística*. Barcelona: Parramón.
- Fierro, F. (1980). *Área minera Plan Grande-estudio de arcillas*. Limon Indanza.
- Fierro, F. (1984). *Área minera Plan del Milagro-Estudio de illita*. Limon Indanza.
- Fierro, F. (1985). *Área minera General Plaza-definición estratigráfica de estratos de arena de cuarzo*. Limon Indanza.
- Fierro, F. (1987). *La minería de la jurisdicción del C.R.E.A (Azúay, Cañar Y Morona Santiago)*. Cuenca.

- Fierro, F. (1997). *Área minera Chone-Indanza estudio de arcillas*. Limon Indanza.
- Grim, R. (1953). *Clay Mineralogy*. Illinois: McGraw-Hill Book Company.
- Hoffstetter Bristow, R. (1977). *Lexico estratigráfico internacional*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Bartolomé, J. (1997). El caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones. *Cerámica y vidrio*, 7. Madrid.
- Jami, A., & Zuñiga, F. (1997). *Porcelana fosfática con el uso de materia prima nacional*. Cuenca.
- Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2005). *Mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Mejia, N. (2011). *Arcilla*. Huaraz.
- Morán, H., & Moyano, F. (1998-1999). *Corte geológico de las formaciones cretácico-terciarias en el frente de calgamiento andino entre Morona y Santiago*. Guayaquil.
- Moreno Llango, M. J., & Polo Funes, M. C. (2012). *Análisis y elaboración de un ladrillo de barro producido con los materiales del cantón Chambo que cumplan con las especificaciones de calidad necesarias*. Riobamba.
- Rhodes, D. (1990). *Arcilla y vidriado para el ceramista*. Barcelo - España: CEAC.
- Segarra Morales, M. S. (2013). *Programa de certificación vial competencias técnicas de laboratorista en vialidad grado I*. Loja: Ediloja.
- Simón, J. (2015). *Interpretación de lo femenino mediante procesos creativos de formas cerámicas en atmósferas reductoras*. Valencia.

## 5.6 GLOSARIO

**Arcilla abigarrada:** arcillas de varios colores

**Barniz:** En tecnología cerámica el término barniz hace siempre referencia a una mezcla de arcillas floculadas con otra sustancia (cal, sal, etc).

**Bizcocho:** Estado del objeto cerámico tras la primera cocción, cuando este han de someterse a varias cocciones.

**Calcinar:** Someter al calor una materia para que, al descomponerse, desprenda todas las sustancias volátiles.

**Coloides:** Dispersión de partículas ultrafinas (la fase dispersa) suspendidas en un medio de dispersión

**Chamota:** Arcilla cocida y molida en gránulos más o menos finos.

**Choque térmico:** se refiere a la rotura de algún material al sufrir un cambio drástico de temperatura.

**Deshidroxilación:** Pérdida de OH (hidroxilo) a bajas y altas temperaturas.

**Dilatación térmica:** Se denomina dilatación térmica al aumento de longitud, volumen o alguna otra dimensión métrica que sufre un cuerpo físico debido al aumento de temperatura que se provoca en él por cualquier medio.

**Esteatita:** Variedad de talco compacto, granular, blando, suave y de color grisáceo o verdoso

**Erosión:** Fenómeno de descomposición y desintegración de materiales por acciones mecánicas, químicas y biológicas.

**Meteorización:** Conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos de alteración y descomposición de una roca superficial.

**Minerales hojosos:** son aquellos que presentan una estructura con aspecto de tablillas, láminas u hojas: micas, (moscovita, biotita).

**Pelítica:** es Arcilloso, pero el término se utiliza ahora, casi exclusivamente, para referirse a las rocas arcillosas metamorizadas (pelitas).

**Pérdidas por ignición o pérdidas por calcinación:** Es uno de los parámetros analíticos de las rocas o minerales. Se obtiene calcinando la muestra y midiendo la diferencia de peso entre la muestra sin calcinar y calcinada, y se expresa en forma porcentual.

**Suelo húmico:** son suelos compuestos de materia orgánica.

**Torrentes:** es una corriente natural de agua situada en una zona montañosa, con fuertes pendientes, caudal irregular y que puede tener gran capacidad de erosión.

**Transición:** Paso o cambio de un estado, modo de ser, etc., a otro.

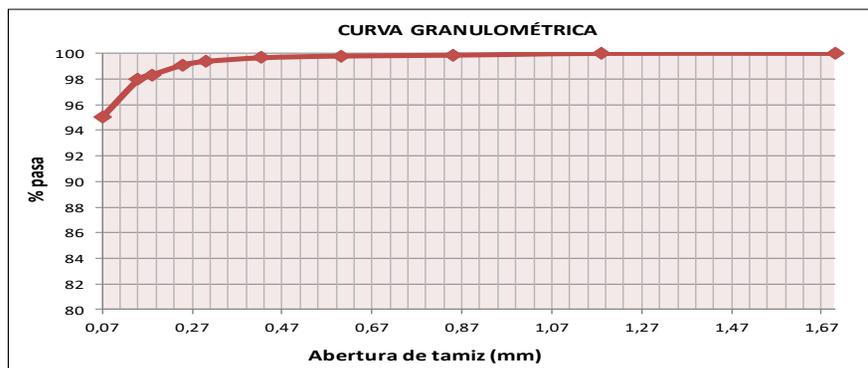
## **5.7 ANEXOS**

# Anexo 1. Ensayos del laboratorio de las muestras tomadas en la zona de estudio

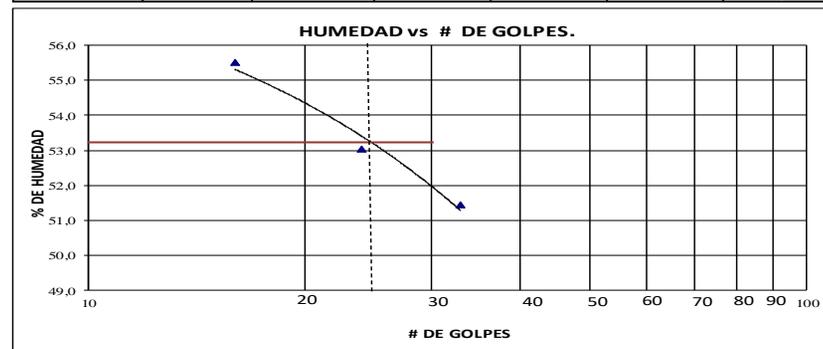
		<b>LABORATORIO DE SUELOS</b>					
<b>PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA</b>							
<b>UBICACIÓN:</b> Morana-San Isidro		<b>MUESTRA :</b> JGJA 001		<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo			
<b>USO:</b> CERÁMICO		<b>COLOR:</b> Gris-Blanco		<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/7/2017			

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	0,3	0,3	0,14	99,86	
N°30	0,60	0,1	0,4	0,21	99,79	
N°40	0,43	0,3	0,7	0,34	99,66	
N°50	0,30	0,6	1,3	0,62	99,38	
N°60	0,25	0,6	1,9	0,89	99,11	
N°80	0,18	1,6	3,5	1,67	98,33	
N°100	0,15	0,8	4,3	2,03	97,97	
N°200	0,07	6,1	10,4	4,94	95,06	
< N°200			199,4	95,06		
<b>TOTAL</b>			<b>209,8</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	209,8 gr	ARENA	5 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	10,36 gr	FINOS	95 %



N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
25	33	45,07	39,40	28,38	51,45	
26	24	46,15	39,87	28,03	53,04	
27	16	44,65	38,00	26,02	55,51	
						53,33
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
25		16,80	15,92	13,26	33,08	
26		17,23	16,29	13,51	33,81	
						33,45



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		95,06	
Límite Líquido	LL =	53,33 %	
Límite Plástico	LP =	33,45 %	
Índice de Plasticidad	IP =	19,88 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo :	Inorganico
Características del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



# LABORATORIO DE SUELOS

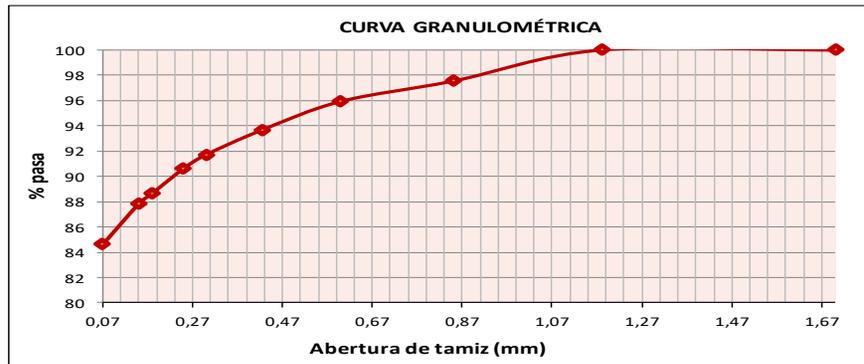


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

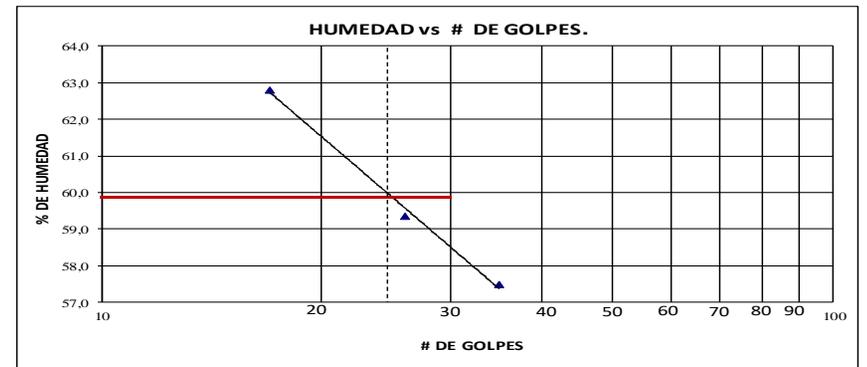
<b>UBICACIÓN:</b>	San Juan Bosco	<b>MUESTRA :</b>	JGJA 002	<b>ENSAYADO POR:</b>	Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b>	CERAMICO	<b>COLOR:</b>	Blanco	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	3,9	3,9	2,46	97,54	
N°30	0,60	2,5	6,4	4,06	95,94	
N°40	0,43	3,5	9,9	6,31	93,69	
N°50	0,30	3,1	13,0	8,28	91,72	
N°60	0,25	1,7	14,7	9,37	90,63	
N°80	0,18	3,1	17,8	11,34	88,66	
N°100	0,15	1,3	19,1	12,17	87,83	
N°200	0,07	5,0	24,2	15,38	84,62	
< N°200			133,0	84,62		
<b>TOTAL</b>			<b>157,1</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	157,1 gr	ARENA	15 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	24,16 gr	FINOS	85 %



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
40	35	46,60	39,95	28,38	57,48	
41	26	42,99	36,90	26,64	59,36	
42	17	41,21	35,35	26,02	62,81	
						<b>59,88</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
37		16,11	15,37	13,50	39,57	
38		12,93	12,26	10,57	39,64	
						<b>39,61</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		84,62	
Límite Líquido	LL =	59,88 %	
Límite Plástico	LP =	39,61 %	
Índice de Plasticidad	IP =	20,27 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo :	Inorgánico
Caractrísticas del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

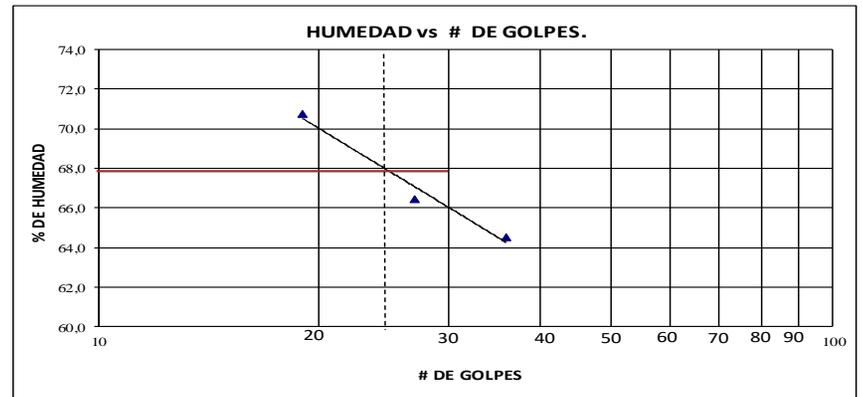
UBICACIÓN:	Morana-Rio Blanco	MUESTRA :	JGJA 003	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Gris-Amarillento.	FECHA DE ENSAYO:	13/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	-	0,0	0,00	100,00	
N°50	0,30	-	0,0	0,00	100,00	
N°60	0,25	-	0,0	0,00	100,00	
N°80	0,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°100	0,15	0,2	0,2	0,10	99,90	
N°200	0,07	2,5	2,7	1,23	98,77	
< N°200			219,2	98,77		
TOTAL			222,0			

PESO ANTES DEL LAVADO=	222,0 gr	ARENA	1 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	2,73 gr	FINOS	99 %



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>						
28	36	44,67	38,31	28,46	64,57	
29	27	43,44	36,72	26,61	66,47	
35	19	41,98	35,54	26,44	70,77	
						67,27
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>						
35		16,03	15,48	13,67	30,39	
36		16,04	15,51	13,74	29,94	
						30,17



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		98,77	
Límite Líquido	LL =	67,27 %	
Límite Plástico	LP =	30,17 %	
Índice de Plasticidad	IP =	37,10 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	CH		Inorganico
Características del Suelo :	CH	Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



# LABORATORIO DE SUELOS



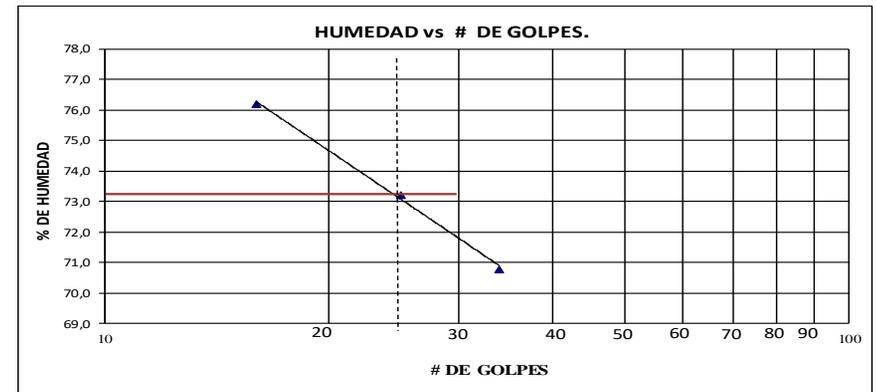
PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

UBICACIÓN:	Morana-Rio Blanco	MUESTRA :	JGJA 004	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Gris	FECHA DE ENSAYO:	14/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	0,4	0,4	0,20	99,80	
N°40	0,43	0,3	0,6	0,32	99,68	
N°50	0,30	0,3	0,9	0,46	99,54	
N°60	0,25	0,2	1,1	0,55	99,45	
N°80	0,18	0,4	1,5	0,75	99,25	
N°100	0,15	0,2	1,7	0,86	99,14	
N°200	0,07	1,3	3,0	1,50	98,50	
< N°200			194,5	98,50		
TOTAL			197,5			
PESO ANTES DEL LAVADO=		197,5 gr	ARENA	2 %		
PESO DESPUES DEL LAVADO=		2,97 gr	FINOS	98 %		



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
37	34	44,13	37,19	27,39	70,82	
38	25	42,01	35,91	27,58	73,23	
39	16	43,15	36,45	27,66	76,22	
						73,42
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
32		16,32	15,53	13,48	38,54	
33		16,20	15,43	13,42	38,31	
						38,42



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		98,50	
Límite Líquido	LL =	73,42 %	
Límite Plástico	LP =	38,42 %	
Índice de Plasticidad	IP =	35,00 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo :	Inorganico
Características del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



## LABORATORIO DE SUELOS



**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

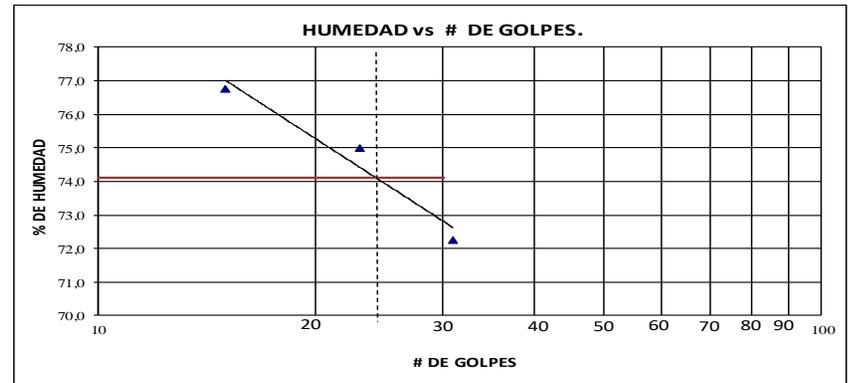
<b>UBICACIÓN:</b> Morana-Rio Blanco	<b>MUESTRA :</b> JGJA 005	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Gris-café	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 17/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	-	0,0	0,00	100,00	
N°50	0,30	0,3	0,3	0,13	99,87	
N°60	0,25	0,1	0,3	0,16	99,84	
N°80	0,18	0,1	0,4	0,21	99,79	
N°100	0,15	0,1	0,5	0,25	99,75	
N°200	0,07	0,4	0,9	0,45	99,55	
< N°200			206,3	99,55		
<b>TOTAL</b>			<b>207,2</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	207,2 gr	ARENA	0 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	0,93 gr	FINOS	100 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
37	31	43,05	36,48	27,39	72,28	
38	23	43,19	36,50	27,58	75,00	
39	15	43,57	36,66	27,66	76,78	
						<b>74,69</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
28		15,85	15,15	13,33	38,46	
29		16,08	15,34	13,42	38,54	
						<b>38,50</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		99,55
Límite Líquido	LL =	74,69 %
Límite Plástico	LP =	38,59 %
Índice de Plasticidad	IP =	36,10 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH	
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo : Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

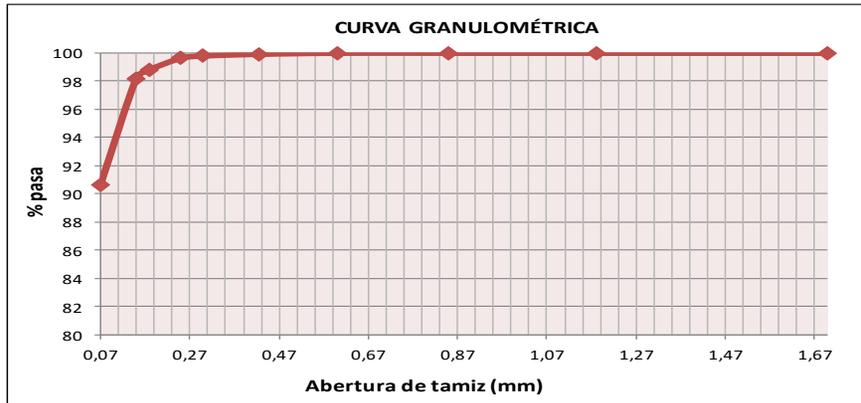
UBICACIÓN: Morana-Río Blanco  
USO: CERAMICO

MUESTRA : JGJA 006  
COLOR: Marron

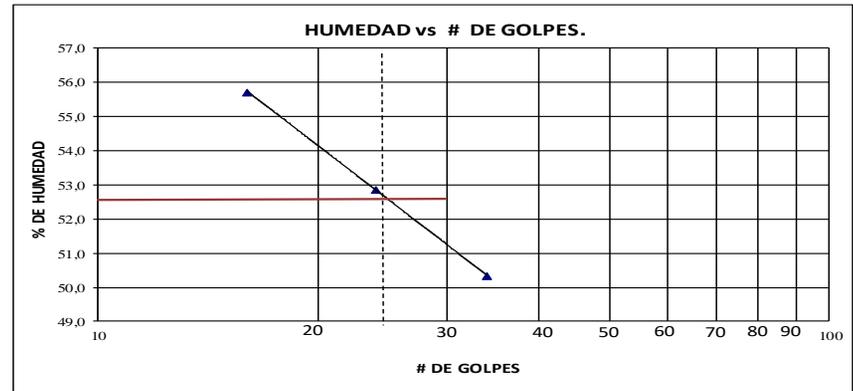
ENSAYADO POR: Gabriela Jaramillo  
FECHA DE ENSAYO: 18/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	0,2	0,2	0,08	99,92	
N°50	0,30	0,3	0,4	0,20	99,80	
N°60	0,25	0,3	0,8	0,36	99,64	
N°80	0,18	1,7	2,5	1,18	98,82	
N°100	0,15	1,3	3,8	1,81	98,19	
N°200	0,07	15,8	19,6	9,31	90,69	
< N°200			190,9	90,69		
TOTAL			210,5			

PESO ANTES DEL LAVADO=	210,5 gr	ARENA	9 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	19,60 gr	FINOS	91 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
31	34	44,91	38,99	27,23	50,34	
32	24	44,66	38,48	26,79	52,87	
33	16	44,62	38,77	28,27	55,71	
						52,97
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
39		16,89	16,25	13,85	26,67	
40		16,94	16,24	13,40	24,65	
						25,66



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		90,69
Límite Líquido	LL =	52,97 %
Límite Plástico	LP =	25,66 %
Índice de Plasticidad	IP =	27,31 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH	
Suelo :	CH	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CH	Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.



# LABORATORIO DE SUELOS

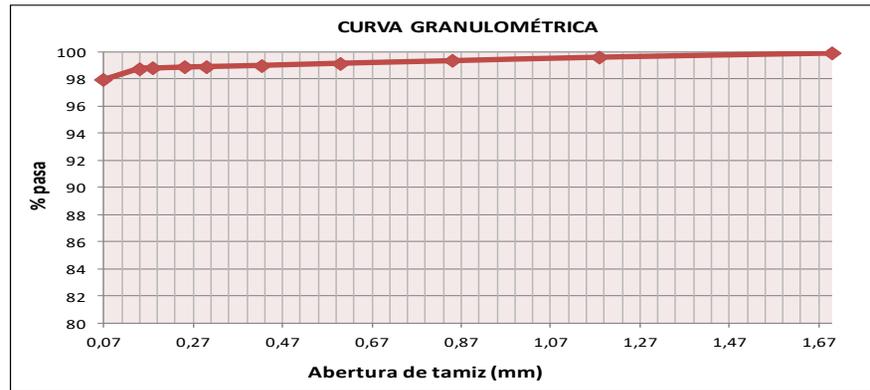


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

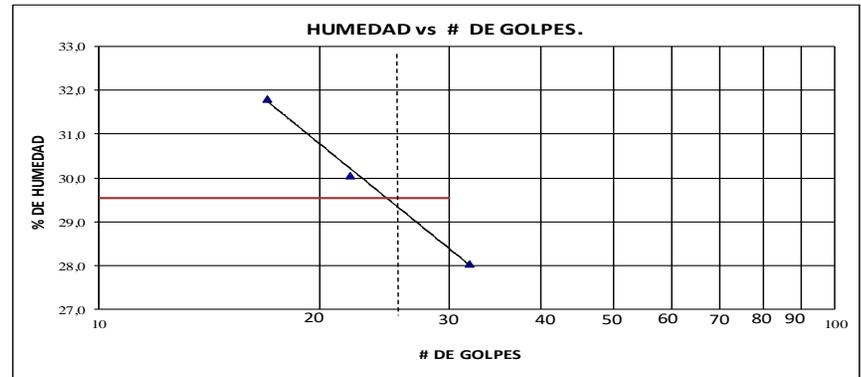
UBICACIÓN:	Morana-Macas	MUESTRA :	JGJA 007	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Marron	FECHA DE ENSAYO:	19/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	0,3	0,3	0,12	99,88	
N°16	1,18	0,8	1,1	0,42	99,58	
N°20	0,85	0,7	1,8	0,67	99,33	
N°30	0,60	0,5	2,3	0,86	99,14	
N°40	0,43	0,4	2,7	1,01	98,99	
N°50	0,30	0,2	2,9	1,10	98,90	
N°60	0,25	0,1	3,0	1,14	98,86	
N°80	0,18	0,2	3,2	1,21	98,79	
N°100	0,15	0,1	3,4	1,26	98,74	
N°200	0,07	2,1	5,5	2,05	97,95	
< N°200			260,3	97,95		
<b>TOTAL</b>			<b>265,7</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	265,7 gr	ARENA	2 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	5,45 gr	FINOS	98 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
34	32	50,58	45,82	28,86	28,07	
43	22	47,81	43,02	27,09	30,07	
44	17	46,53	42,32	29,09	31,82	
						<b>29,99</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
41		18,20	17,61	13,41	14,05	
42		18,38	17,82	13,81	13,97	
						<b>14,01</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		97,95
Límite Líquido	LL =	29,99 %
Límite Plástico	LP =	14,01 %
Índice de Plasticidad	IP =	15,98 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Baja Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL	
Suelo :	CL	Inorganico
Características del Suelo :	CL	Son arcillas de baja plasticidad, es decir con limite liquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.



# LABORATORIO DE SUELOS

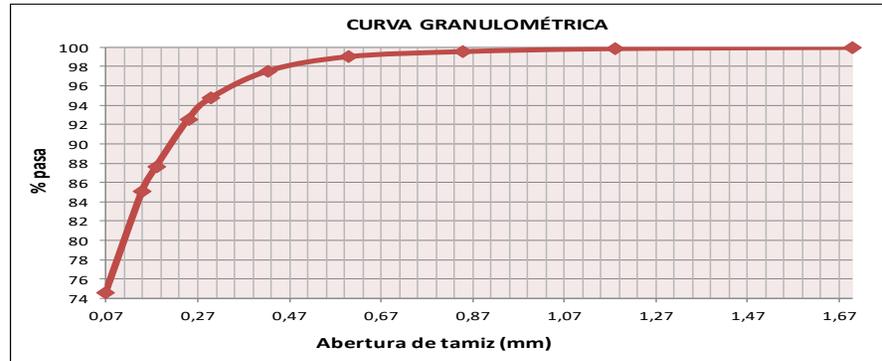


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

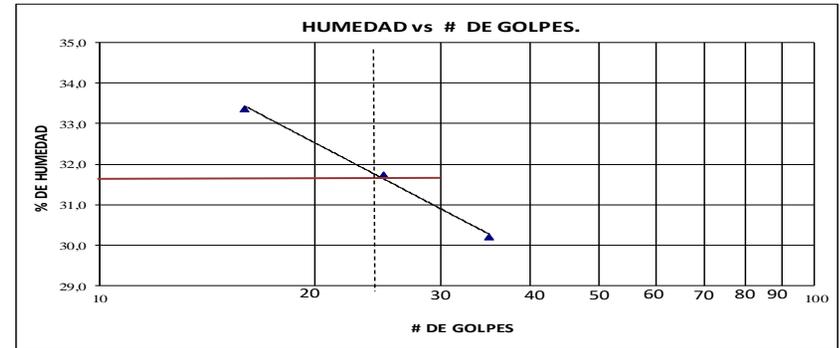
UBICACIÓN:	Morana-Jimbitono	MUESTRA :	JGJA 008	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Gris-Oscuro	FECHA DE ENSAYO:	20/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	0,3	0,3	0,13	99,87	
N°20	0,85	0,8	1,1	0,43	99,57	
N°30	0,60	1,3	2,4	0,96	99,04	
N°40	0,43	3,7	6,1	2,43	97,57	
N°50	0,30	7,0	13,0	5,22	94,78	
N°60	0,25	5,6	18,6	7,46	92,54	
N°80	0,18	12,3	30,8	12,38	87,62	
N°100	0,15	6,2	37,0	14,86	85,14	
N°200	0,07	26,3	63,3	25,43	74,57	
< N°200			185,7	74,57		
TOTAL			249,1			

PESO ANTES DEL LAVADO=	249,1 gr	ARENA	25 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	63,34 gr	FINOS	75 %



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
21	35	53,58	47,69	28,20	30,22	
22	25	47,64	42,89	27,93	31,75	
30	16	47,73	42,55	27,03	33,38	
						31,78
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
43		14,48	13,88	10,61	18,35	
44		18,01	17,39	13,97	18,13	
						18,24



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		74,57
Límite Líquido	LL =	31,78 %
Límite Plástico	LP =	18,24 %
Índice de Plasticidad	IP =	13,54 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL	
Suelo :	CL	Inorganico
Características del Suelo :	CL	Son arcillas de Mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.



# LABORATORIO DE SUELOS

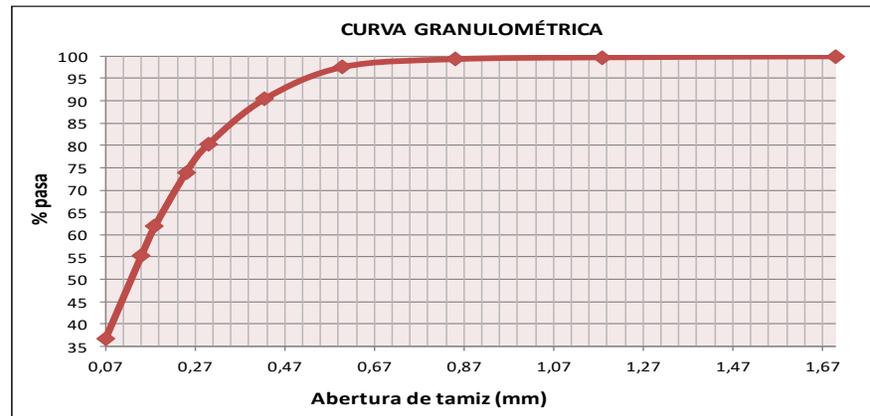


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

UBICACIÓN:	Méndez-Tayuza	MUESTRA :	JGJA 009	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Verde Oliva Amarillento	FECHA DE ENSAYO:	21/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	0,6	0,6	0,23	99,77	
N°20	0,85	1,0	1,5	0,64	99,36	
N°30	0,60	4,2	5,7	2,39	97,61	
N°40	0,43	17,1	22,8	9,55	90,45	
N°50	0,30	24,1	46,9	19,64	80,36	
N°60	0,25	15,2	62,1	25,98	74,02	
N°80	0,18	28,9	91,0	38,08	61,92	
N°100	0,15	15,7	106,7	44,66	55,34	
N°200	0,07	44,5	151,2	63,29	36,71	
< N°200			87,7	36,69		
<b>TOTAL</b>			<b>238,9</b>			

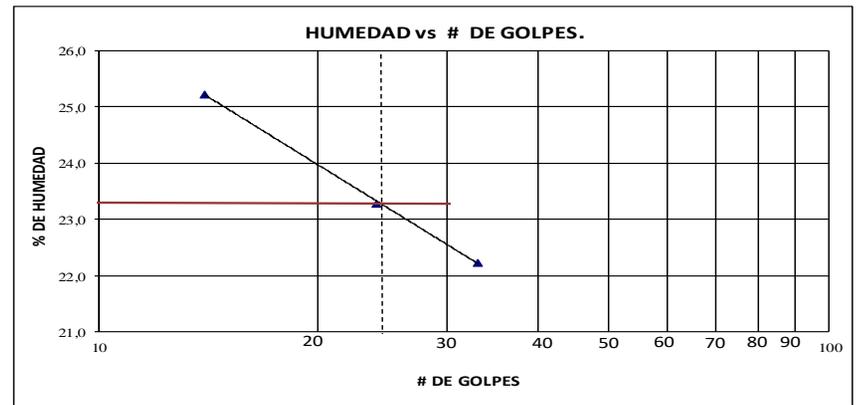
PESO ANTES DEL LAVADO=	238,9 gr	ARENA	63 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	151,23 gr	FINOS	37 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
36	33	51,03	46,85	28,06	22,25	
25	24	52,88	48,25	28,38	23,30	
26	14	52,06	47,22	28,03	25,22	
						<b>23,59</b>

LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
30		17,10	16,48	13,36	19,87	
31		14,29	13,70	10,66	19,41	
						<b>19,64</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S	
% Que Pasa la Malla N° 200	36,71
% Que Pasa la Malla N° 4	100,00
Límite Líquido LL =	23,59 %
Límite Plástico LP =	19,64 %
Índice de Plasticidad IP =	3,95 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Grueso Arena
Tipo de Simbología :	Simbología Normal
Tipo de Suelo :	SM, SC
Suelo :	SC
Características del Suelo :	SC Arena Arcillosa



## LABORATORIO DE SUELOS



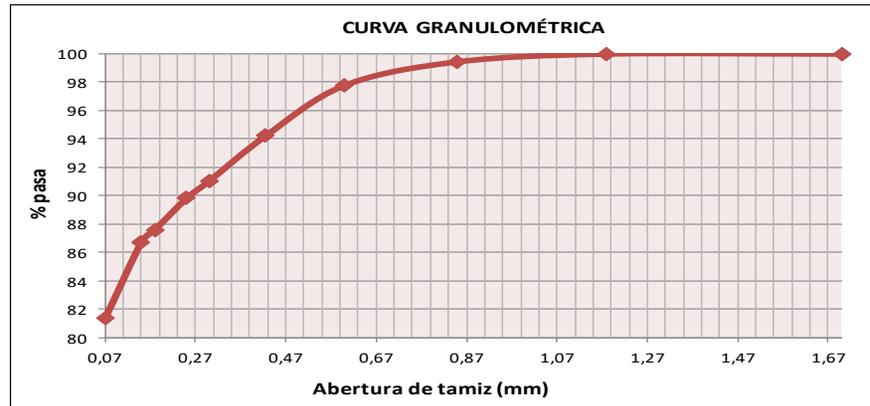
**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

<b>UBICACIÓN:</b> Méndez-Chupianza	<b>MUESTRA :</b> JGJA 010	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Marrón Claro	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 24/7/2017

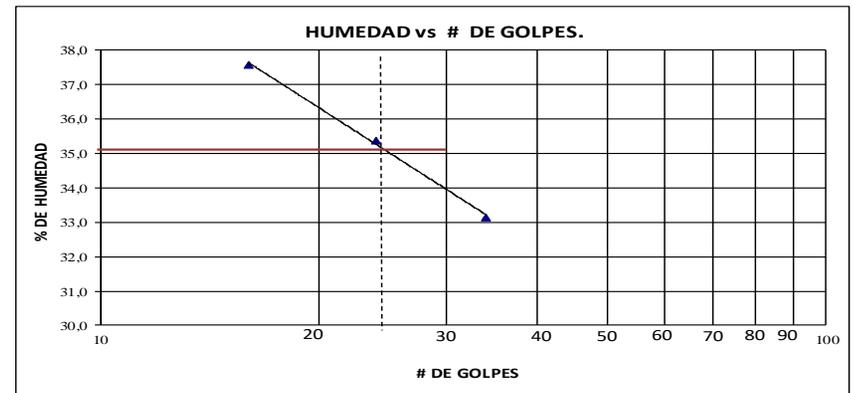
### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	1,2	1,2	0,55	99,45	
N°30	0,60	3,5	4,7	2,20	97,80	
N°40	0,43	7,5	12,2	5,76	94,24	
N°50	0,30	6,7	18,9	8,94	91,06	
N°60	0,25	2,6	21,5	10,15	89,85	
N°80	0,18	4,7	26,2	12,36	87,64	
N°100	0,15	1,9	28,0	13,24	86,76	
N°200	0,07	11,3	39,3	18,58	81,42	
< N°200			172,3	81,42		
<b>TOTAL</b>			<b>211,6</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	211,6 gr	ARENA	19 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	39,32 gr	FINOS	81 %



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
27	34	49,79	44,37	28,02	33,15	
28	24	48,74	43,44	28,46	35,38	
29	16	45,43	40,29	26,61	37,57	
						<b>35,37</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
22		17,24	16,61	13,51	20,32	
24		16,50	15,94	13,24	20,74	
						<b>20,53</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		81,42	
Límite Líquido	LL =	35,37 %	
Límite Plástico	LP =	20,53 %	
Índice de Plasticidad	IP =	14,84 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL		
Suelo :	CL		Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CL	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.	



### LABORATORIO DE SUELOS

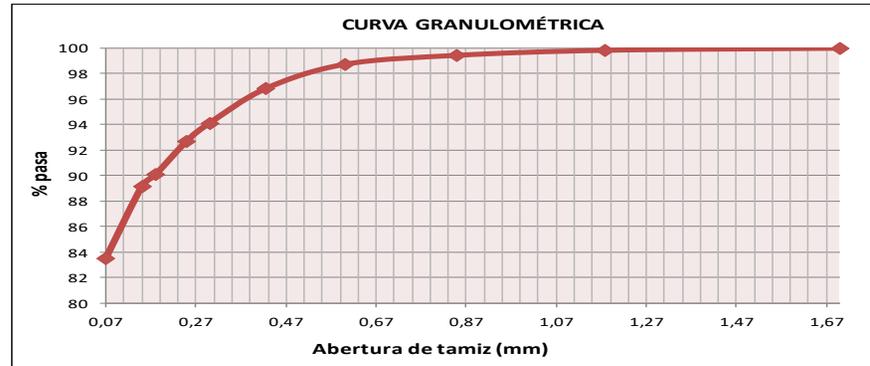


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

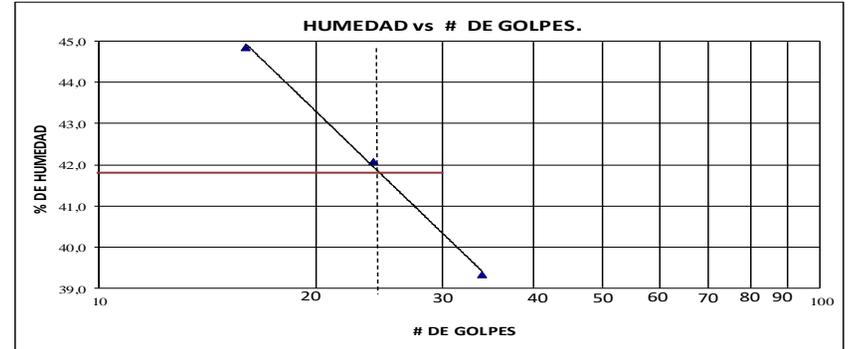
<b>UBICACIÓN:</b>	Méndez-Chupianza	<b>MUESTRA :</b>	JGJA 011	<b>ENSAYADO POR:</b>	Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b>	CERAMICO	<b>COLOR:</b>	Marrón Claro	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	25/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	0,4	0,4	0,16	99,84	
N°20	0,85	0,9	1,3	0,56	99,44	
N°30	0,60	1,7	3,0	1,26	98,74	
N°40	0,43	4,5	7,6	3,16	96,84	
N°50	0,30	6,5	14,0	5,88	94,12	
N°60	0,25	3,3	17,4	7,26	92,74	
N°80	0,18	6,3	23,7	9,92	90,08	
N°100	0,15	2,2	25,9	10,83	89,17	
N°200	0,07	13,4	39,3	16,46	83,54	
< N°200			199,6	83,54		
<b>TOTAL</b>			<b>238,9</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	238,9 gr	<b>ARENA</b>	16 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	39,32 gr	<b>FINOS</b>	84 %



N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
31	34	48,34	42,38	27,23	39,34	
32	24	45,86	40,21	26,79	42,10	
33	16	45,74	40,33	28,27	44,86	
						<b>42,10</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
21		14,24	13,47	10,31	24,37	
34		17,62	16,88	13,85	24,42	
						<b>24,39</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		83,54	
Límite Líquido	LL =	42,1 %	
Límite Plástico	LP =	24,39 %	
Índice de Plasticidad	IP =	17,71 %	
<b>Tipo de Suelo Según su Granulometría :</b>	Suelo Fino Mediana Plasticidad		
<b>Tipo de Simbología :</b>	Simbología Normal		
<b>Tipo de Suelo :</b>	CL , ML , OL		
<b>Suelo :</b>	CL		Inorganico
<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	CL	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con limite liquido menor a 50 %	





## LABORATORIO DE SUELOS



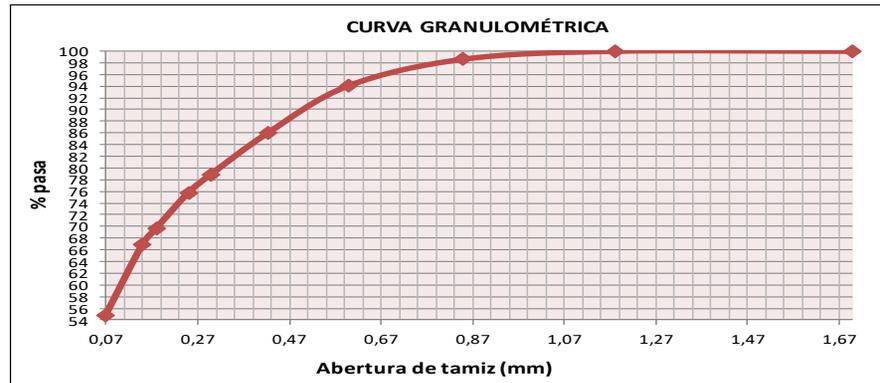
**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

<b>UBICACIÓN:</b> Méndez	<b>MUESTRA :</b> JGJA 013	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Amarillo Oliva	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 27/7/2017

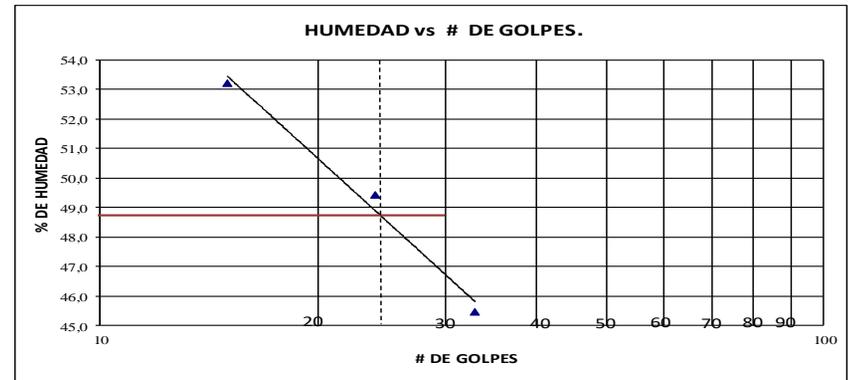
### GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	2,7	2,7	1,37	98,63	
N°30	0,60	9,0	11,8	5,91	94,09	
N°40	0,43	16,0	27,7	13,94	86,06	
N°50	0,30	14,2	41,9	21,07	78,93	
N°60	0,25	6,3	48,2	24,26	75,74	
N°80	0,18	12,1	60,4	30,36	69,64	
N°100	0,15	5,5	65,8	33,12	66,88	
N°200	0,07	24,0	89,8	45,19	54,81	
< N°200			109,0	54,81		
<b>TOTAL</b>			<b>198,8</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	198,8 gr	<b>ARENA</b>	45 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	89,83 gr	<b>FINOS</b>	55 %



N°	N°	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>					
34	33	44,95	39,92	28,86	45,48
35	24	43,94	38,15	26,44	49,44
43	15	44,45	38,42	27,09	53,22
					<b>49,38</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>					
27		16,25	15,58	13,39	30,59
28		16,26	15,57	13,33	30,80
					<b>30,70</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		54,81	
Límite Líquido	LL =	49,38 %	
Límite Plástico	LP =	30,7 %	
Índice de Plasticidad	IP =	18,68 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Fino Mediana Plasticidad	
Tipo de Simbología :		Simbología Normal	
Tipo de Suelo :		CL , ML , OL	
Suelo :		<b>ML,OL</b>	Indicar Tipo de Suelo : Inorganico
Caractísticas del Suelo :		<b>ML</b>	Son limos de mediana plasticidad, con limite líquido menor a 50 % y se caracterizan por tener media comprensibilidad



# LABORATORIO DE SUELOS

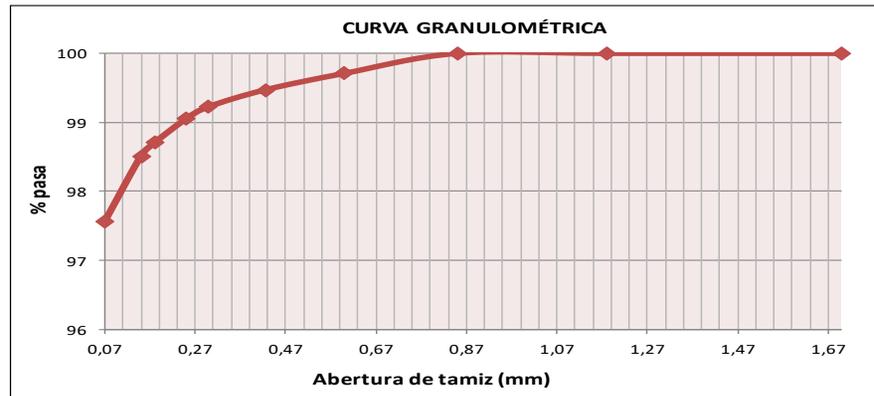


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

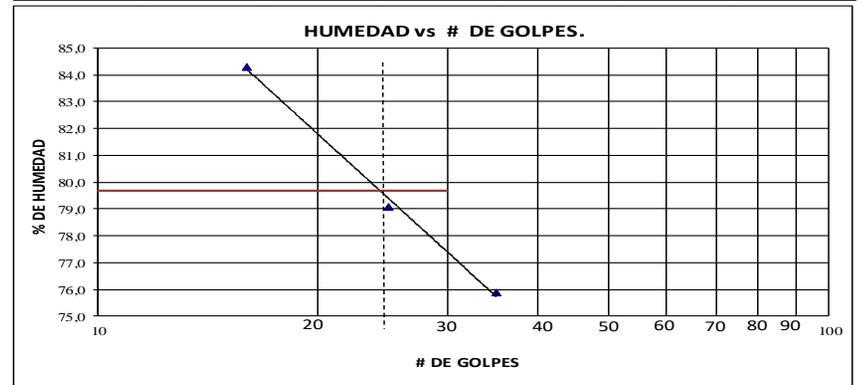
UBICACIÓN:	Méndez	MUESTRA :	JGJA 014	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERÁMICO	COLOR:	Rojo Oscuro	FECHA DE ENSAYO:	28/7/2017

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GRANULOMETRÍA (ASTM D422)				
		PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	0,5	0,5	0,29	99,71	
N°40	0,43	0,4	0,9	0,53	99,47	
N°50	0,30	0,4	1,3	0,77	99,23	
N°60	0,25	0,3	1,6	0,95	99,05	
N°80	0,18	0,6	2,2	1,29	98,71	
N°100	0,15	0,3	2,6	1,48	98,52	
N°200	0,07	1,6	4,2	2,43	97,57	
< N°200			168,2	97,57		
TOTAL			172,4			

PESO ANTES DEL LAVADO=	172,4 gr	ARENA	2 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	4,19 gr	FINOS	98 %



N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
21	35	45,65	38,12	28,20	75,91	
22	25	43,96	36,88	27,93	79,11	
30	16	44,52	36,52	27,03	84,30	
						79,77
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
43		14,11	12,94	10,61	50,21	
44		16,89	15,92	13,97	49,74	
						49,98



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		97,57	
Límite Líquido	LL =	79,77 %	
Límite Plástico	LP =	49,98 %	
Índice de Plasticidad	IP =	29,79 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo :	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

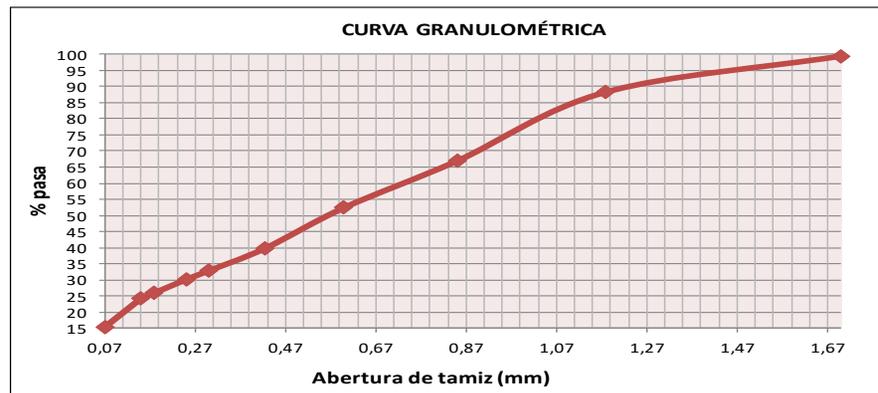
UBICACIÓN: Méndez-Cambanaca  
USO: CERAMICO

MUESTRA : JGJA 015  
COLOR: Amarillo Pardusco

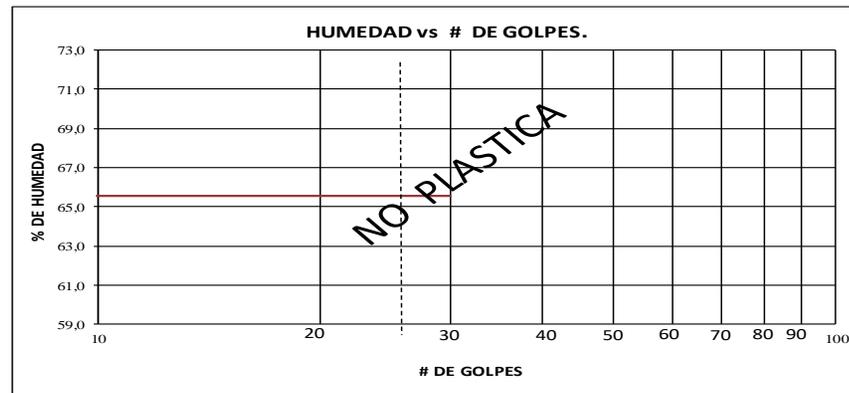
ENSAYADO POR: Gabriela Jaramillo  
FECHA DE ENSAYO: 31/7/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	1,0	1,0	0,52	99,48	
N°16	1,18	21,7	22,7	11,65	88,35	
N°20	0,85	41,6	64,3	33,03	66,97	
N°30	0,60	28,1	92,4	47,49	52,51	
N°40	0,43	24,5	116,9	60,10	39,90	
N°50	0,30	13,6	130,5	67,07	32,93	
N°60	0,25	5,3	135,8	69,79	30,21	
N°80	0,18	8,1	143,8	73,93	26,07	
N°100	0,15	3,6	147,4	75,77	24,23	
N°200	0,07	16,9	164,3	84,48	15,52	
< N°200			27,2	13,98		
TOTAL			194,5			

PESO ANTES DEL LAVADO=	191,5 gr	ARENA	84 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	164,34 gr	FINOS	16 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200	15,52	
% Que Pasa la Malla N° 4	100,00	
Límite Líquido	LL =	
Límite Plástico	LP =	
Índice de Plasticidad	IP =	0,00 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Grueso Arena	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	SM , SC	
Suelo :	SC	
Caractrísticas del Suelo :	SC	Arena arcillosa



# LABORATORIO DE SUELOS

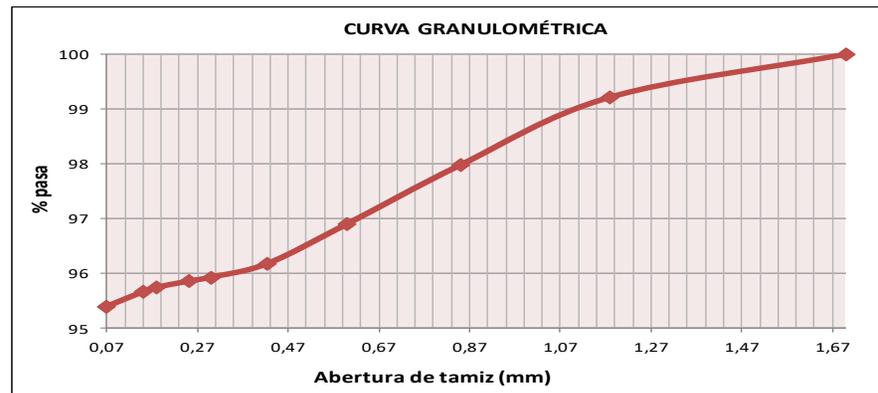


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

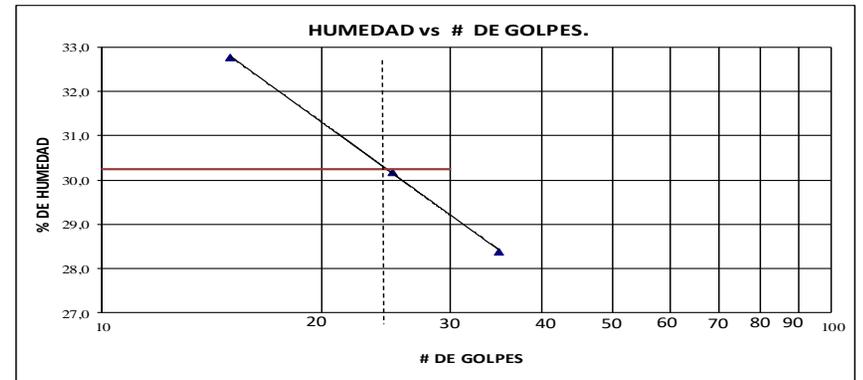
UBICACIÓN:	Puente del Río Pasataza	MUESTRA :	JGJA 016	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Gris Claro	FECHA DE ENSAYO:	1/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	2,0	2,0	0,79	99,21	
N°20	0,85	3,1	5,1	2,02	97,98	
N°30	0,60	2,7	7,9	3,10	96,90	
N°40	0,43	1,8	9,7	3,82	96,18	
N°50	0,30	0,6	10,3	4,07	95,93	
N°60	0,25	0,2	10,5	4,15	95,85	
N°80	0,18	0,3	10,8	4,26	95,74	
N°100	0,15	0,2	11,0	4,34	95,66	
N°200	0,07	0,7	11,7	4,61	95,39	
< N°200			241,8	95,39		
TOTAL			253,5			

PESO ANTES DEL LAVADO=	253,5 gr	ARENA	5 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	11,68 gr	FINOS	95 %



N°	N°	PESO	PESO	TARRO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
31	35	50,92	45,68	27,23	28,40	
32	25	46,93	42,26	26,79	30,19	
33	15	46,58	42,06	28,27	32,78	
						<b>30,46</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
21		15,49	14,61	10,31	20,47	
22		19,31	18,35	13,51	19,83	
						<b>20,15</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		95,39
Límite Líquido	LL =	30,46 %
Límite Plástico	LP =	20,15 %
Índice de Plasticidad	IP =	10,31 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL	
Suelo :	CL	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CL	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

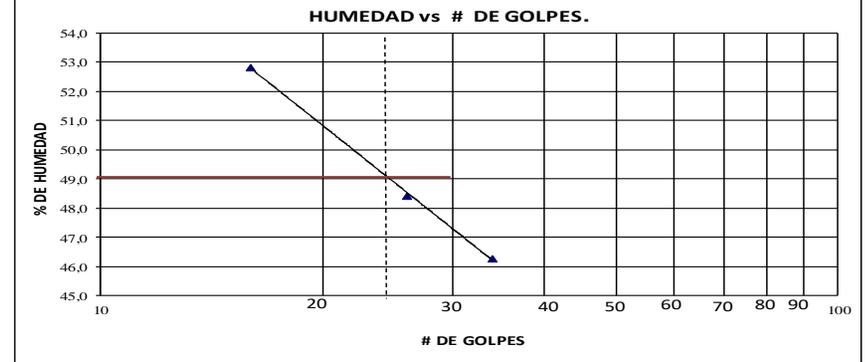
<b>UBICACIÓN:</b>	Morona-Arapico	<b>MUESTRA :</b>	JGJA 017	<b>ENSAYADO POR:</b>	Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b>	CERAMICO	<b>COLOR:</b>	Gris-blanquesino	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	2/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
		PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	-	0,0	0,00	100,00	
N°50	0,30	0,4	0,4	0,17	99,83	
N°60	0,25	0,1	0,5	0,20	99,80	
N°80	0,18	0,2	0,7	0,27	99,73	
N°100	0,15	0,1	0,8	0,32	99,68	
N°200	0,07	4,0	4,8	1,85	98,15	
< N°200			253,7	98,15		
<b>TOTAL</b>			<b>258,5</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	258,5 gr	<b>ARENA</b>	<b>2 %</b>
PESO DESPUES DEL LAVADO=	4,79 gr	<b>FINOS</b>	<b>98 %</b>



N°	N°	PESO		TARRO	%	%
		HUMEDO	SECO			
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
40	34	49,77	43,00	28,38	46,31	
41	26	46,10	39,75	26,64	48,44	
42	16	45,43	38,72	26,02	52,83	
						<b>49,19</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
24		17,34	16,57	13,24	23,12	
25		16,60	15,98	13,26	22,79	
						<b>22,96</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
<b>% Que Pasa la Malla N° 200</b>		98,15
<b>Límite Líquido</b>	LL =	49,19 %
<b>Límite Plástico</b>	LP =	22,96 %
<b>Índice de Plasticidad</b>	IP =	26,23 %
<b>Tipo de Suelo Según su Granulometría :</b>	Suelo Fino Mediana Plasticidad	
<b>Tipo de Simbología :</b>	Simbología Normal	
<b>Tipo de Suelo :</b>	CL , ML , OL	
<b>Suelo :</b>	<b>CL</b>	Inorganico
<b>Caractrísticas del Suelo :</b>	<b>CL</b>	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

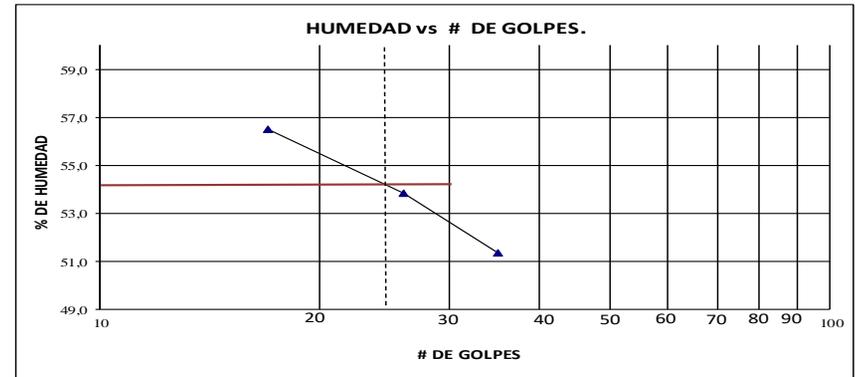
UBICACIÓN:	Sucua	MUESTRA :	JGJA 018	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERÁMICO	COLOR:	Gris	FECHA DE ENSAYO:	3/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	0,6	0,6	0,35	99,65	
N°20	0,85	0,4	1,0	0,56	99,44	
N°30	0,60	0,5	1,5	0,86	99,14	
N°40	0,43	0,8	2,3	1,31	98,69	
N°50	0,30	0,9	3,2	1,83	98,17	
N°60	0,25	0,4	3,6	2,05	97,95	
N°80	0,18	0,8	4,4	2,49	97,51	
N°100	0,15	0,5	4,9	2,78	97,22	
N°200	0,07	5,4	10,3	5,83	94,17	
< N°200			167,1	94,17		
TOTAL			177,5			

PESO ANTES DEL LAVADO=	177,5 gr	ARENA	6 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	10,34 gr	FINOS	94 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
29	35	44,97	38,74	26,61	51,36	
30	26	48,17	40,77	27,03	53,86	
31	17	48,58	40,87	27,23	56,52	53,91
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
38		14,46	13,46	10,57	34,60	
39		17,17	16,26	13,58	33,96	34,28
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		94,17	
Límite Líquido	LL =	53,91 %	
Límite Plástico	LP =	34,28 %	
Índice de Plasticidad	IP =	19,63 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH		
Suelo :	MH,OH	Indicar Tipo de Suelo :	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	MH	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.	



### LABORATORIO DE SUELOS

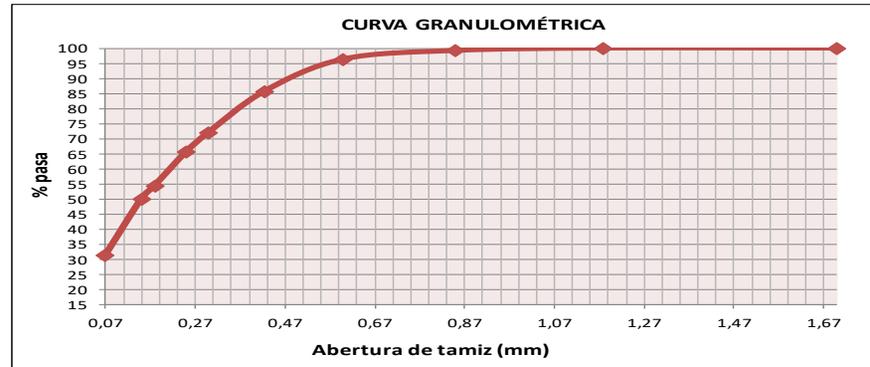


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

<b>UBICACIÓN:</b>	Limón Indanza-Santa Clara	<b>MUESTRA :</b>	JGJA 019	<b>ENSAYADO POR:</b>	Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b>	CERAMICO	<b>COLOR:</b>	Blanca	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	4/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	2,0	2,0	0,80	99,20	
N°30	0,60	7,2	9,2	3,67	96,33	
N°40	0,43	26,7	35,9	14,32	85,68	
N°50	0,30	34,4	70,4	28,03	71,97	
N°60	0,25	16,3	86,6	34,53	65,47	
N°80	0,18	28,0	114,7	45,70	54,30	
N°100	0,15	11,3	126,0	50,20	49,80	
N°200	0,07	46,9	172,9	68,90	31,10	
< N°200			78,1	31,10		
<b>TOTAL</b>			<b>250,9</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	250,9 gr	<b>ARENA</b>	<b>69 %</b>
PESO DESPUES DEL LAVADO=	172,89 gr	<b>FINOS</b>	<b>31 %</b>



N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S	
% Que Pasa la Malla N° 200	31,10
% Que Pasa la Malla N° 4	100,00
Límite Líquido LL =	
Límite Plástico LP =	
Índice de Plasticidad IP =	0,00 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Grueso Arena
Tipo de Simbología :	Simbología Normal
Tipo de Suelo :	SM, SC
Suelo :	SC
Caractrísticas del Suelo :	SC Arena Arcillosa



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

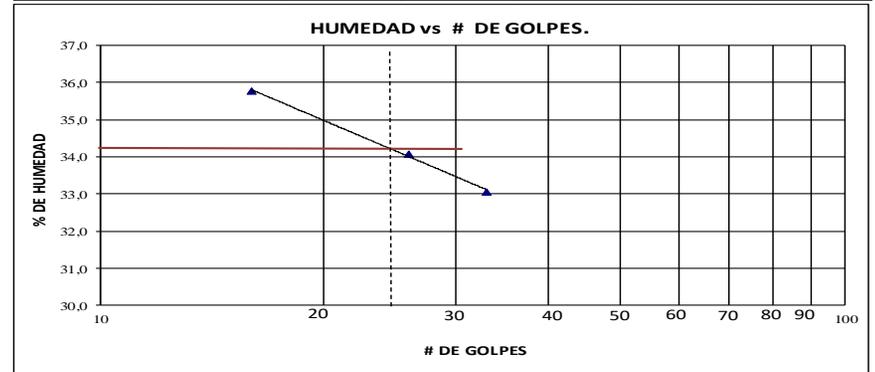
<b>UBICACIÓN:</b>	Limón Indanza-Plan de Milagro	<b>MUESTRA :</b>	JGJA 020	<b>ENSAYADO POR:</b>	Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b>	CERAMICO	<b>COLOR:</b>	Amarillo-Pálido	<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	7/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	-	0,0	0,00	100,00	
N°50	0,30	0,2	0,2	0,07	99,93	
N°60	0,25	0,0	0,2	0,09	99,91	
N°80	0,18	0,1	0,3	0,13	99,87	
N°100	0,15	0,1	0,4	0,15	99,85	
N°200	0,07	0,2	0,6	0,23	99,77	
< N°200			238,0	99,77		
<b>TOTAL</b>			<b>238,5</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	238,5 gr	<b>ARENA</b>	<b>0 %</b>
PESO DESPUES DEL LAVADO=	0,56 gr	<b>FINOS</b>	<b>100 %</b>



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES			TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>						
37	33	49,04	43,51	26,79	33,07	
38	26	51,74	45,60	27,58	34,07	
39	16	46,13	41,00	26,66	35,77	
						<b>34,31</b>
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>						
32		18,22	17,34	13,48	22,80	
34		18,54	17,68	13,85	22,45	
						<b>22,63</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		100,00
Límite Líquido	LL =	34,31 %
Límite Plástico	LP =	22,63 %
Índice de Plasticidad	IP =	11,68 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL	
Suelo :	CL	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CL	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.



# LABORATORIO DE SUELOS

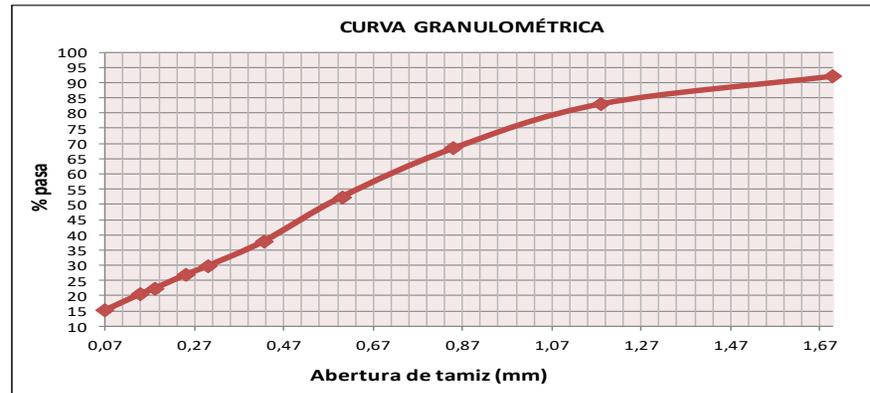


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

UBICACIÓN:	Limón Indanza-Santa Clara	MUESTRA :	JGJA 021	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERAMICO	COLOR:	Gris	FECHA DE ENSAYO:	8/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	20,2	20,2	7,90	92,10	
N°16	1,18	23,3	43,5	17,04	82,96	
N°20	0,85	37,3	80,8	31,63	68,37	
N°30	0,60	40,8	121,6	47,62	52,38	
N°40	0,43	37,4	159,0	62,24	37,76	
N°50	0,30	20,6	179,6	70,31	29,69	
N°60	0,25	7,5	187,1	73,25	26,75	
N°80	0,18	11,7	198,7	77,81	22,19	
N°100	0,15	4,3	203,1	79,51	20,49	
N°200	0,07	13,9	216,9	84,94	15,06	
< N°200			38,5	15,06		
TOTAL			255,4			

PESO ANTES DEL LAVADO=	255,4 gr	ARENA	85 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	216,91 gr	FINOS	15 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
TARRO	GOLPES					



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		15,06	
% Que Pasa la Malla N° 4		100,00	
Límite Líquido	LL =		
Límite Plástico	LP =		
Índice de Plasticidad	IP =	0,00 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Grueso Arena		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	SM, SC		
Suelo :	SC		
Características del Suelo :	SC	Arena Arcillosa	



## LABORATORIO DE SUELOS

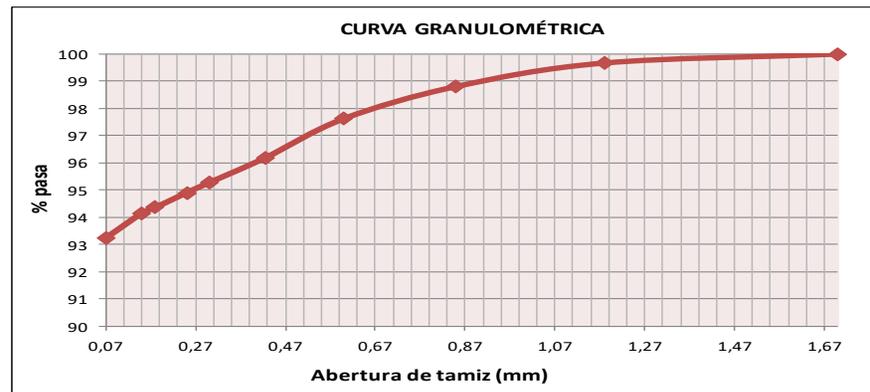


**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

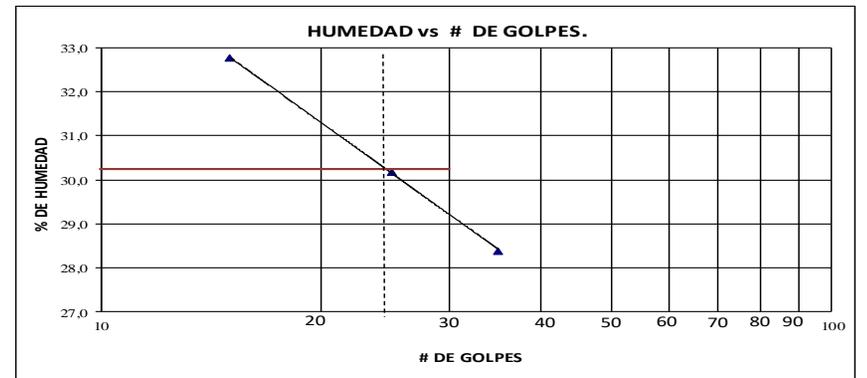
<b>UBICACIÓN:</b> Limon Indanza-Mina de Cuscungo	<b>MUESTRA :</b> JGJA 022	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Blanco-Rosáceo	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 9/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	0,7	0,7	0,33	99,67	
N°20	0,85	2,0	2,7	1,19	98,81	
N°30	0,60	2,7	5,4	2,37	97,63	
N°40	0,43	3,2	8,6	3,80	96,20	
N°50	0,30	2,1	10,7	4,72	95,28	
N°60	0,25	0,8	11,5	5,08	94,92	
N°80	0,18	1,2	12,7	5,63	94,37	
N°100	0,15	0,5	13,2	5,84	94,16	
N°200	0,07	2,1	15,2	6,74	93,26	
< N°200			210,6	93,26		
<b>TOTAL</b>			<b>225,8</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	225,8 gr	<b>ARENA</b>	7 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	15,23 gr	<b>FINOS</b>	93 %



N°	N°	PESO		PESO	%	%
		HUMEDO	SECO			
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
31	35	50,92	45,68	27,23	28,40	
32	25	46,93	42,26	26,79	30,19	
33	15	46,58	42,06	28,27	32,78	
						<b>30,46</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
21		15,49	14,61	10,31	20,47	
22		19,31	18,35	13,51	19,83	
						<b>20,15</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S	
<b>% Que Pasa la Malla N° 200</b>	93,26
<b>Límite Líquido</b> LL =	30,46 %
<b>Límite Plástico</b> LP =	20,15 %
<b>Índice de Plasticidad</b> IP =	10,31 %
<b>Tipo de Suelo Según su Granulometría :</b>	Suelo Fino Mediana Plasticidad
<b>Tipo de Simbología :</b>	Simbología Normal
<b>Tipo de Suelo :</b>	CL , ML , OL
<b>Suelo :</b>	CL
<b>Características del Suelo :</b>	Inorganico
	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 % .



## LABORATORIO DE SUELOS



**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

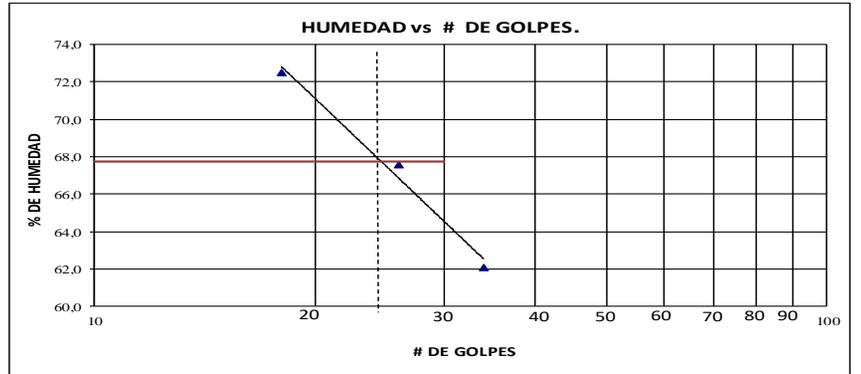
<b>UBICACIÓN:</b> Chivaza	<b>MUESTRA :</b> JGJA 023	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Amarillo-Rojizo	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 10/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	PESO RET.	%	%	%
	(mm)	PARCIAL	ACUMULADO	RETENIDO	QUE PASA	ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	0,2	0,2	0,09	99,91	
N°40	0,43	0,3	0,5	0,23	99,77	
N°50	0,30	0,5	1,0	0,44	99,56	
N°60	0,25	0,4	1,5	0,62	99,38	
N°80	0,18	1,1	2,6	1,08	98,92	
N°100	0,15	0,7	3,3	1,38	98,62	
N°200	0,07	3,5	6,7	2,83	97,17	
< N°200			230,3	97,17		
<b>TOTAL</b>			<b>237,0</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	237,0 gr	<b>ARENA</b>	3 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	6,71 gr	<b>FINOS</b>	97 %



N°	N°	PESO	PESO	PESO	%	%
TARRO	GOLPES	HUMEDO	SECO	TARRO	DE HUMEDAD	PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)</b>						
A	34	45,08	36,86	23,63	62,13	
B	26	42,55	34,91	23,61	67,61	
C	18	42,84	34,79	23,69	72,52	
						<b>67,42</b>
<b>LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)</b>						
24		17,59	16,17	13,24	48,46	
26		18,71	17,00	13,51	49,00	
						<b>48,73</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		97,16
Límite Líquido	LL =	67,42 %
Límite Plástico	LP =	48,73 %
Índice de Plasticidad	IP =	18,69 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH	
Suelo :	<b>MH,OH</b>	Indicar Tipo de Suelo : Inorganico
Características del Suelo :	<b>MH</b>	Son limos de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.



## LABORATORIO DE SUELOS

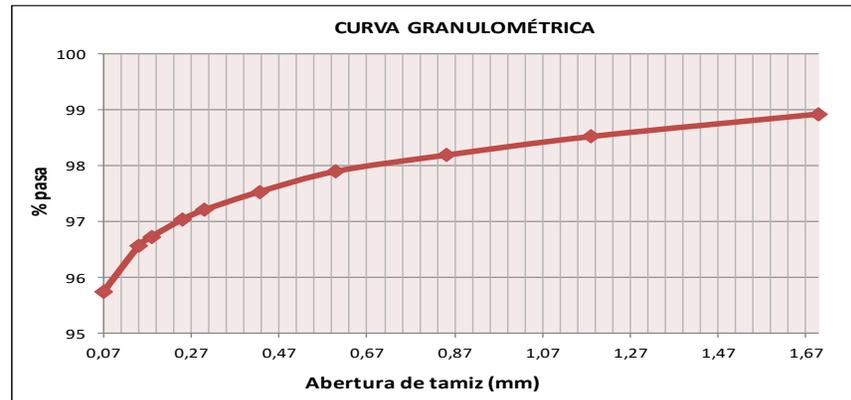


**PROYECTO:** INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

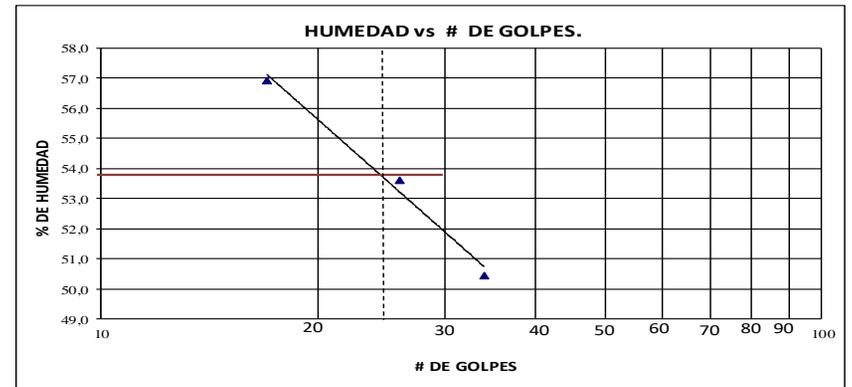
<b>UBICACIÓN:</b> Palora-Nuevo amundalo	<b>MUESTRA :</b> JGJA 024	<b>ENSAYADO POR:</b> Gabriela Jaramillo
<b>USO:</b> CERAMICO	<b>COLOR:</b> Gris-Claro	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 11/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	3,1	3,1	1,08	98,92	
N°16	1,18	1,2	4,2	1,48	98,52	
N°20	0,85	1,0	5,2	1,81	98,19	
N°30	0,60	0,8	6,0	2,10	97,90	
N°40	0,43	1,1	7,1	2,47	97,53	
N°50	0,30	0,9	8,0	2,79	97,21	
N°60	0,25	0,5	8,5	2,96	97,04	
N°80	0,18	0,9	9,3	3,27	96,73	
N°100	0,15	0,5	9,8	3,43	96,57	
N°200	0,07	2,3	12,1	4,25	95,75	
< N°200			273,5	95,75		
<b>TOTAL</b>			<b>285,6</b>			

PESO ANTES DEL LAVADO=	285,6 gr	ARENA	4 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	12,14 gr	FINOS	96 %



N° TARRO	N° GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
<b>LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)</b>						
38	34	49,25	41,98	27,58	50,49	
39	26	47,91	40,84	27,66	53,64	
44	17	49,40	42,03	29,09	56,96	
						<b>53,69</b>
<b>LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)</b>						
30		17,07	16,28	13,36	27,05	
31		13,86	13,18	10,66	26,98	
						<b>27,02</b>



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200	95,75	
Límite Líquido	LL =	53,69 %
Límite Plástico	LP =	27,02 %
Índice de Plasticidad	IP =	26,67 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Alta Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CH , MH , OH	
Suelo :	CH	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CH	Son arcillas de alta plasticidad, con límite líquido mayor a 50 % y se caracterizan por ser muy compresibles.



# LABORATORIO DE SUELOS

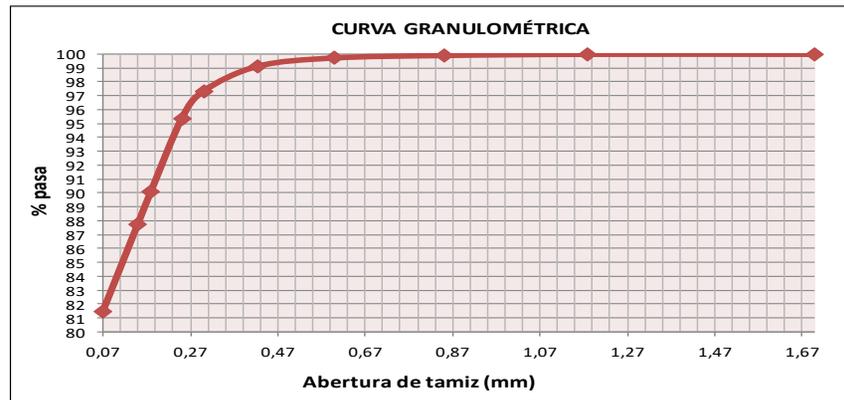


PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

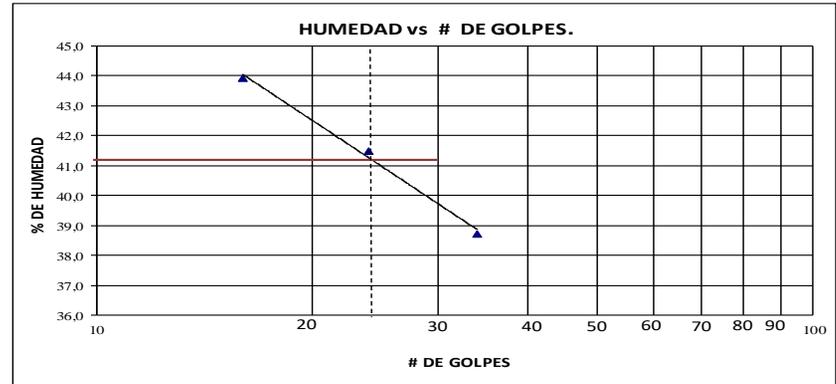
UBICACIÓN:	Morona-Proaño	MUESTRA :	JGJA 025	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERÁMICO	COLOR:	Rojo-Claro	FECHA DE ENSAYO:	14/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	0,2	0,2	0,09	99,91	
N°30	0,60	0,4	0,6	0,26	99,74	
N°40	0,43	1,4	2,1	0,86	99,14	
N°50	0,30	4,4	6,5	2,66	97,34	
N°60	0,25	4,9	11,3	4,67	95,33	
N°80	0,18	12,7	24,0	9,90	90,10	
N°100	0,15	5,7	29,7	12,25	87,75	
N°200	0,07	15,2	44,9	18,54	81,46	
< N°200			197,3	81,46		
TOTAL			242,2			

PESO ANTES DEL LAVADO=	242,2 gr	ARENA	19 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	44,91 gr	FINOS	81 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318)						
1	34	45,27	39,21	23,57	38,75	
2	24	45,71	39,24	23,65	41,50	
3	16	45,62	38,90	23,61	43,95	
						41,40
LIMITE PLASTICO (ASTM D4318)						
32		16,08	15,53	13,48	26,83	
34		16,55	15,96	13,85	27,96	
						27,40



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S			
% Que Pasa la Malla N° 200		81,46	
Límite Líquido	LL =	41,4 %	
Límite Plástico	LP =	27,4 %	
Índice de Plasticidad	IP =	14,00 %	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad		
Tipo de Simbología :	Simbología Normal		
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL		
Suelo :	ML,OL	Indicar Tipo de Suelo :	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	ML	Son limos de mediana plasticidad, con limite liquido menor a 50 % y se caracterizan por tener de baja compresibilidad.	



# LABORATORIO DE SUELOS



PROYECTO: INVESTIGACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA

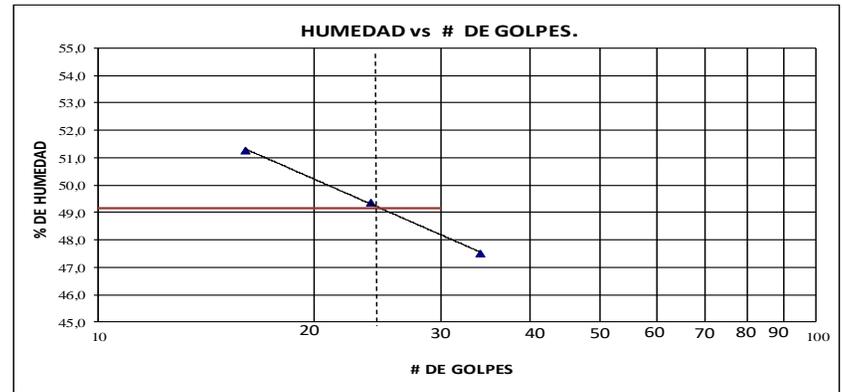
UBICACIÓN:	Twinsa	MUESTRA :	JGJA 026	ENSAYADO POR:	Gabriela Jaramillo
USO:	CERÁMICO	COLOR:	Rojo	FECHA DE ENSAYO:	15/8/2017

GRANULOMETRÍA (ASTM D422)						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RET. PARCIAL	PESO RET. ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% ESPECIFICADO
N°12	1,70	-	0,0	0,00	100,00	
N°16	1,18	-	0,0	0,00	100,00	
N°20	0,85	-	0,0	0,00	100,00	
N°30	0,60	-	0,0	0,00	100,00	
N°40	0,43	0,1	0,1	0,05	99,95	
N°50	0,30	0,6	0,7	0,32	99,68	
N°60	0,25	0,3	1,0	0,45	99,55	
N°80	0,18	0,5	1,5	0,68	99,32	
N°100	0,15	0,4	1,9	0,86	99,14	
N°200	0,07	0,4	2,3	1,02	98,98	
< N°200			220,2	98,98		
TOTAL			222,5			

PESO ANTES DEL LAVADO=	222,5 gr	ARENA	1 %
PESO DESPUES DEL LAVADO=	2,28 gr	FINOS	99 %



N°	N°	PESO HUMEDO	PESO SECO	TARRO	% DE HUMEDAD	% PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO(ASTM D4318)						
33	34	47,61	41,38	28,27	47,52	
34	24	49,40	42,61	28,86	49,38	
35	16	45,76	39,21	26,44	51,29	
						49,40
LIMITE PLASTICO(ASTM D4318)						
22		18,07	17,10	13,51	27,02	
23		18,03	17,10	13,59	26,50	
						26,76



CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S		
% Que Pasa la Malla N° 200		99,00
Límite Líquido	LL =	49,4 %
Límite Plástico	LP =	26,76 %
Índice de Plasticidad	IP =	22,64 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría :	Suelo Fino Mediana Plasticidad	
Tipo de Simbología :	Simbología Normal	
Tipo de Suelo :	CL , ML , OL	
Suelo :	CL	Inorganico
Caractrísticas del Suelo :	CL	Son arcillas de mediana plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %.

Anexo 2. Muestrario de las materias primas



