



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD DE LA ENERGIA, LAS
INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES
NO RENOVABLES

CARRERA INGENIERIA EN GEOLOGIA
AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO
TERRITORIAL

TITULO:

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja a escala 1:50000”

Previo a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

AUTORA:

ZAIDA CELENA ANGAMARCA ANGAMARCA

DIRECTOR:

ING. CARLOMAGNO NIXON CHAMBA TACURI, MG.SC

LOJA – ECUADOR

2020





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



II. CERTIFICACIÓN

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA.

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, y corregido el presente trabajo de tesis de grado, realizado por la señorita egresada: **ZAIDA CELENA ANGAMARCA ANGAMARCA** con C.I; **1104803216** en su proceso de investigación cuyo tema versa en **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000”**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Geología Ambiental Y Ordenamiento Territorial, el misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 10 de marzo del 2020

Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



III. AUTORÍA

Yo, **ZAIDA CELENA ANGAMARCA ANGAMARCA**, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional - Biblioteca Virtual.

Firma:

Cedula: 1104803216

Fecha: 10/03/2020



IV. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN DEL TEXTO COMPLETO

Yo, **ZAIDA CELENA ANGAMARCA ANGAMARCA**, declaro ser autor de la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000”**, como requisito para optar al grado de: **INGENIERA EN GEOLOGIA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, diez días del mes de diciembre del dos mil diecinueve.

Firma:

Autora: Zaida Celena Angamarca Angamarca

Cédula: 1104803216

Dirección: Loja (Zaragoza y Malaga)

Correo electrónico: zaida1938@hotmail.com

Teléfono: 072613019

Celular: 0961759711

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Carlomagno Nixon Chamba Tacuri, Mg. Sc

Tribunal de Grado: Ing. Hernán Castillo Mg. Sc

Ing. Fermín Gonzalez Mg. Sc

Ing. Oscar Estrella Mg. Sc



V. DEDICATORIA

Mi esfuerzo elaborado en este presente trabajo de investigación, dedico primeramente a Dios, quien me dio la vida y siempre me ha permitido salir adelante frente a los obstáculos que se presentan cada día.

Ante todo, he de hacer una mención especial a mis padres Erena Angamarca y Ángel Angamarca, quienes fueron mis pilares fundamentales, por su apoyo moral, comprensión, valentía y fuerza para enfrentar las adversidades, gracias por ser parte de cada momento bueno y malo, porque nunca me dejaron sola en este arduo camino.

Con mucho amor y cariño para mi hijo Matias, quien me dio la fortaleza en cada mirada para no rendirme nunca, a mis hermanos; Carlos, Edison y Magaly, y a mis pequeños sobrinos.

Zaida Celena A.



VI. AGRADECIMIENTO

A Dios, por haber guiado mi camino en los días de estudiante hasta la realización del presente proyecto de investigación.

A mis papás Ángel y Erena quienes con sacrificio y dedicación han permitido mi realización como profesional, gracias por apoyarme en todo momento y sobre todo por ser ejemplo de vida a seguir.

A la Universidad Nacional de Loja, específicamente a la carrera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, por darme la oportunidad de enriquecer mi saber intelectual y haberme formado como profesional para el servicio de nuestra sociedad.

A mi director de tesis, Ing. Carlomagno Chamba por la paciencia y guía brindada en calidad de director, ya que ha contribuido en la conformación de la presente investigación.

A todos mis docentes, que pudieron aportar con un granito de arena a mi formación profesional, además de cada uno de sus consejos, enseñanzas y más por la amistad brindada.

A mis amigos y amigas, que durante todos estos años de carrera han compartido, alentado y expresado palabras de apoyo para llevar a término esta etapa de mi vida.

Zaida Celena A.



VII. TABLA DE CONTENIDOS	
II.CERTIFICACIÓN.....	I
III. AUTORÍA.....	II
IV. CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN DEL TEXTO COMPLETO	III
V. DEDICATORIA.....	IV
VI. AGRADECIMIENTO	V
VII. TABLA DE CONTENIDOS	VI
1. TÍTULO	1
2. RESUMEN.....	2
3. INTRODUCCION	5
4. REVISIÓN DE LITERATURA	7
4.1. Industria de la cerámica.....	7
4.2. Material cerámico.....	8
4.3. Materias primas de cerámicas tradicionales o clásicas	8
4.3.1. Materias primas plásticas	8
4.3.1.1. Arcillas Comunes	9
4.3.1.2. Arcillas especiales	11
4.3.1.3. Caolines.....	12
4.3.2. Materias primas no plásticas.....	17
4.3.2.1. Feldespatos	18
4.4. Proceso Cerámico.....	20
4.5. Criterios para la elección de las materias primas cerámicas	21
4.6. Análisis Granulométrico.....	22
4.7. Importancia de los Límites de Atterberg en el estudio de los materiales arcillosos	23
4.7.1. Definiciones de los Límites de Atterberg	23
4.7.2. Significado de los Límites de Atterberg para la industria cerámica y de los ladrillos	23
4.8. Fluorescencia de Rayos X	27
5. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	28
5.1. Materiales.....	28
5.2. Metodología	28
5.2.1. Metodología para el Objetivo 1.	29



5.2.2.	Metodología para el Objetivo 2	32
5.2.3.	Metodología para el Objetivo 3	40
6.	RESULTADOS	41
6.2.	Ubicación Geográfica	41
6.3.	Acceso	41
6.4.	Clima	42
6.5.	Hidrografía	42
6.6.	Contexto Geológico	43
6.6.1.	Geología histórica y evolutiva	43
6.6.2.	Geología Regional	46
6.6.2.1.	Formaciones Geológicas	48
6.6.3.	Geología Estructural	60
6.6.4.	Geología Local	62
6.6.4.1.	Arcilla	62
6.6.4.2.	Caolín	68
6.6.4.3.	Feldespatos	69
6.6.5.	Geomorfología	70
6.7.	Resultados de las muestras	73
6.8.	Registro y elaboración de la base de datos	101
7.	DISCUSION DE RESULTADOS	102
8.	CONCLUSIONES	108
9.	RECOMENDACIONES	111
10.	BIBLIOGRAFIA	112
11.	ANEXOS	116



Índice de Figuras

Figura 1. Esquema de fabricación de cerámica.	7
Figura 2. Esquema general de clasificación de los materiales arcillosos de aplicación cerámica.	9
Figura 3. Fases del proceso cerámico	20
Figura 4. Criterios para la elección de la materia prima cerámica.	22
Figura 5. Diagrama de plasticidad: Líneas características.	24
Figura 6. Diagrama de plasticidad: segmentos más significativos en el estudio de una arcilla.	25
Figura 7. Diagrama de plasticidad: zonas típicas para algunas arcillas	26
Figura 8. Materiales utilizados en el proyecto de investigación	28
Figura 9. Metodología de muestreo y análisis de las muestras de mayor potencial mineralógico.	39
Figura 10. Mapa del área de estudio.	41
Figura 11. Posible modelo de colisión y disposición de las divisiones litotectónicas.	44
Figura 12. Mapa Geológico del Sur del Ecuador con ubicaciones de las series sedimentarias Miocénicas.	44
Figura 13. Resumen de la geodinámica de la sierra Sur del Ecuador durante el Neógeno.	45
Figura 13. Mapa de la geología regional de la zona de estudio.	46
Figura 15. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Catamayo	62
Figura 16. Foto del afloramiento de Arcilla púrpura en el cantón Catamayo	63
Figura 17. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Catamayo	64
Figura 18. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Catamayo	64
Figura 19. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Olmedo.	65
Figura 20. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Paltas	65
Figura 21. Foto del afloramiento de Lutitas y Limolitas en el cantón Olmedo.	66
Figura 22. Foto del afloramiento de Arcilla residual en el cantón Puyango	66
Figura 23. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Chaguarpamba.	67
Figura 24. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Paltas.	68
Figura 25. Foto del afloramiento de caolín con alto grado de meteorización con yeso	68
Figura 26. Foto del afloramiento de arcilla de tonalidad blanquecina, en el cantón de Paltas ..	69
Figura 27. Foto de la riolita en el cantón de Catamayo	69
Figura 28. Foto del pórfido dacítico	70
Figura 29. Pieza cerámica de la muestra CT-R-01	74
Figura 30. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-01.	75
Figura 31. Pieza cerámica de la muestra CT-R-02	76
Figura 32. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-02.	76
Figura 33. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-03.	77
Figura 34. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-09.	77
Figura 35. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54	78
Figura 36. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-54.	79
Figura 37. Pieza cerámica de la muestra CH-R-17.	80
Figura 38. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CH-R-17.	80
Figura 39. Pieza cerámica de la muestra OL-R-85	81
Figura 40. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-85.	82
Figura 41. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-88.	83



Figura 42. Pieza cerámica de la muestra OL-R-104.....	84
Figura 43. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-104.....	84
Figura 44. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-02.	85
Figura 45. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54	86
Figura 46. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-104.....	86
Figura 47. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54	87
Figura 48. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-10.	88
Figura 49. Pieza cerámica de la muestra PL-R-11.....	89
Figura 50. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-11.	89
Figura 51. Pieza cerámica de la muestra PL-R-18.....	90
Figura 52. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-18.	91
Figura 53. Pieza cerámica de la muestra PL-R-21.....	92
Figura 54. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-21.	92
Figura 55. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-87.	93
Figura 56. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-96.	94
Figura 57. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54	95
Figura 58. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-97.	95
Figura 59. Pieza cerámica de la muestra PY-R-34	96
Figura 60. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-34.....	97
Figura 61. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-51.....	98
Figura 62. Pieza cerámica de la muestra PY-R-72	99
Figura 63. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-72.....	99
Figura 64. Pieza cerámica de la muestra PY-R-73	100
Figura 65. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-73.....	101
Figura 66. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando $Si_2O+Al_2O_3$ vs. $CaO + MgO$ % en peso.....	102
Figura 67. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando $Fe_2O_3+TiO_2$ vs. $MgO+CaO$ % en peso.	103
Figura 68. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando Índice plástico vs. Al_2O_3 % en peso.....	104
Figura 69. Representación gráfica de las muestras de arcilla de origen sedimentario relacionando Índice plástico vs. Al_2O_3 % en peso.	104
Figura 70. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando la plasticidad existente.	106



Índice de Tablas

Tabla 1. Materias Primas de Cerámica Tradicional	8
Tabla 2. Composición de las arcillas en función de su aplicación.	11
Tabla 3. Características de algunos de los tipos de arcillas de aplicación cerámica en España..	15
Tabla 4. Composición química típica (% en peso) de arcillas de cocción blanca, originaria de Ucrania.....	15
Tabla 5. Principales minerales utilizados como materia prima no plástica.	17
Tabla 6. Composiciones químicas típicas de los feldspatos.	18
Tabla 7. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena.	20
Tabla 8. Numeración y abertura de tamices.....	22
Tabla 9. Tipo de Geomorfología del Cantón Catamayo	71
Tabla 10. Unidades geomorfológicas del cantón Chaguarpamba.	71
Tabla 11. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-01	74
Tabla 12. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-01.....	74
Tabla 13. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-02	75
Tabla 14. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-02.....	76
Tabla 15. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-54	78
Tabla 16. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-54.....	78
Tabla 17. Propiedades Físicas de la muestra CH-R-17.....	79
Tabla 18. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CH-R-17.	80
Tabla 19. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-85.	81
Tabla 20. Propiedades físico – cerámicos de la muestra OL-R-85.	81
Tabla 21. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-88.	82
Tabla 22. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-104.	83
Tabla 23. Propiedades físico – cerámicos de la muestra OL-R-104.	84
Tabla 24. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-08.....	85
Tabla 25. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-08.	86
Tabla 26. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-10.....	87
Tabla 27. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-10.	87
Tabla 28. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-11.....	88
Tabla 29. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-11.	89
Tabla 30. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-18.....	90
Tabla 31. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-18.	90
Tabla 32. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-21.....	91
Tabla 33. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-21.	92
Tabla 34. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-97.....	94
Tabla 35. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-97.	95
Tabla 36. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-34.	96
Tabla 37. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-34.....	96
Tabla 38. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-51.	97
Tabla 39. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-72.	98
Tabla 40. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-72.....	99
Tabla 41. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-73.	100
Tabla 42. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-73.....	100



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

Tabla 43. Clasificación industrial de arcillas según (Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro, 2002).....	105
Tabla 44. Clasificación de tipos de mena de feldespatos en la zona de estudio tomando en cuenta el %K ₂ O.	106



Índice de Cuadros

Cuadro 1. Clasificación Industrial de las arcillas.	16
Cuadro 2. Límites definidos por Atterberg.....	23
Cuadro 3. Fichas para la descripción de Afloramientos	30
Cuadro 4. Ficha para la descripción macroscópica de rocas.....	31
Cuadro 5. Código para las muestras recolectadas	32
Cuadro 6. Etiqueta para muestras de interés mineralógico.....	32
Cuadro 7. Ubicación de las muestras de arcillas	105
Cuadro 8. Ubicación de las muestras de feldespatos.	107

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Contracción lineal en seco	35
Ecuación 2. Contracción lineal total	35
Ecuación 3. Factor de contracción.....	35
Ecuación 4. Porcentaje de humedad retenida	37
Ecuación 5. Pérdidas por ignición	37



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

1. TÍTULO

“CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICOS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, A ESCALA 1:50000”



2. RESUMEN

El presente trabajo de tesis denominado “CARACTERIZACION DE MATERIAS PRIMAS NO METALICAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA PLANA EN LOS CANTONCES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, A ESCALA 1:50000”, está enfocado a describir las principales propiedades que deben cumplir las materias primas como arcilla, feldespatos y caolín para la industrialización de las mismas.

Una vez recopilada la información básica acerca del tema en estudio, se procedió a realizar la recolección de muestras idóneas tomando como referencia la geología y el mapa publicado por el INIGEMM en el año 2011 de indicios mineralógicos no metálicos, para luego ser sometidas a ensayos tanto físicos, mineralógicos e industriales.

Las muestras recogidas fueron catalogadas cada una con su respectivo código de acuerdo a su lugar de procedencia, tomando en cuenta las consonantes del cantón al que pertenecen, seguido de la letra R indicando que es una roca, y finalmente un número asignado en campo bajo criterio propio.

Posteriormente de haber obtenido los resultados de los ensayos, se procedió a determinar y clasificar cada una de las muestras dentro de las 3 categorías en base a la clasificación industrial de arcillas de Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro (2002), teniendo entonces de la siguiente manera: para Ball Clays existen 4 muestras que cumplen con los requerimientos CT-R-01, PL-R-10, OL-R-85 y OL-R-104; para Arcillas margosas con bajo contenido de carbonatos existen 5 muestras CT-R-02, PL-R-11, PL-R-97, PY-R-73 y CH-R-17; y en cuanto a las arcillas no margosas poca plásticas se tienen 5 muestras CT-R-54, PL-R-08, PL-R-21, PY-R-34 y PY-R-72 cada una con sus propias características en lo que concierne a arcillas, y así mismo para feldespatos como tipo de mena I, II, y III, que de acuerdo a los resultados se estableció que en el estudio realizado se obtuvo 5 muestras para tipo de mena I, según su contenido de K_2O .

La caracterización de la materia prima conseguida a través de este estudio fue posteriormente organizada, recopilada y almacenada en una base de datos creada a través del software QGIS, la cual fue extendida a la web, mediante una plataforma de acceso público, completando esta



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



información con los indicios mineralógicos del INIGEMM y estudios realizados de varios otros autores, cada muestra será georeferenciada y contendrá los resultados concluyentes.



ABSTRACT

This thesis work called “CHARACTERIZATION OF NON METALLIC RAW MATERIALS FOR THE FLAT CERAMIC INDUSTRY IN THE CANTONCES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS AND PUYANGO OF THE PROVINCE OF LOJA, AT SCALE 1: 50000”, is focused on describing the main properties that raw materials such as clay, feldspar and kaolin must comply with for their industrialization.

Once the basic information on the subject under study was compiled, the collection of suitable samples was carried out taking as reference the geology and the map published by INIGEMM in the year 2011 of non-metallic mineralogical indications, to then be subjected to tests both physical, mineralogical and industrial.

The samples collected are cataloged each with their respective code according to their place of origin, taking into account the consonants of the canton to which they belong, followed by the letter R indicating that it is a rock, and finally a number assigned in the field under criteria own.

After obtaining the results of the tests, each sample was determined and classified within the 3 categories based on the industrial classification of clays (Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro, 2002), having as follows: for Ball Clays there are 4 samples that meet the requirements CT-R-01, PL-R-10, OL-R-85 and OL-R-104; For loamy clays with low carbonate content there are 5 samples CT-R-02, PL-R-11, PL-R-97, PY-R-73 and CH-R-17; and with regard to the non-plastic non-loamy clays there are 5 samples CT-R-54, PL-R-08, PL-R-21, PY-R-34 and PY-R-72 each with their own characteristics in Regarding clays, and also for feldspars as type of ore I, II, and III, which according to the results it was established that in the study carried out 5 samples were obtained for type of ore I, according to their K₂O content

The characterization of the raw material achieved through this study will be subsequently organized, collected and stored in a database created through the QGIS software, which will be extended to the web, through a public access platform, completing this information with INIGEMM mineralogical evidence and studies of several other authors, each sample will be georeferenced and will contain the conclusive results.



3. INTRODUCCION

El Ecuador, a partir del año 2008, se encuentra desarrollando proyectos que contribuyan al mejoramiento de la matriz productiva, a partir de un nuevo modelo de gestión, en el que se promueve el crecimiento económico enfocándose directamente en el ser humano como el centro del progreso.

La provincia de Loja, ubicada en la Región Sur del país presenta características geológico mineras favorables para la exploración y óptimas condiciones para la explotación y beneficio de minerales metálicos y no metálicos; que daría origen al florecimiento de industrias mineras, especialmente no metálicas, que impulsarían el desarrollo económico y social de la población con significativa incidencia en el desarrollo humano de sus comunidades.

En la actualidad se explota una gran cantidad de materiales para la construcción por parte de instituciones públicas y empresas constructoras privadas, como arcilla para ladrilleras, arenas, gravas y rocas masivas para el mercado local. El centro de la industria ladrillera se encuentra en el Cantón Catamayo, asimismo, las ocurrencias conocidas de caolín están situadas en la parte este de la provincia de Loja.

Las rocas y minerales industriales en la actualidad tienen aplicación en todas las ramas de la industria; y cada día se descubren nuevos usos en campos como la electrónica, la industria aeroespacial y las comunicaciones; sin embargo, su mayor uso está ligado a la industria de la construcción, vialidad, cerámica y al sector agropecuario. (Cornejo, 2016)

Cabe señalar que la información que hasta la fecha existe es realmente escasa y está dispersa entre las múltiples instituciones tanto públicas como privadas que manejan estos datos e información debido a variados factores que inciden como la inaccesibilidad a ciertos sectores que poseen los minerales de interés, falta de presupuestos económicos, información relevante desactualizada. Los únicos trabajos existentes y publicados han sido en las décadas de los ochenta y noventa por parte de ese entonces INEMIN, y las más actualizada posible es por parte del INIGEMM del año 2015, la cual cabe señalar que una parte de aquella investigación ha sido publicada más no datos concretos.

Debido a lo expuesto anteriormente, los resultados a este problema se ven desencadenados en la falta de industrialización en el sur del país ya que según datos de Uribe (2015) tan solo el



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

15% de los minerales no metálicos son utilizados en la industria, teniendo una gran riqueza no metálica, por lo que será necesario determinar a través de estudios cuáles son sus características tanto físicas, mineralógicas e industriales, para de esta manera aportar con información base para posteriores trabajos.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Industria de la cerámica

La industria de la cerámica abarca varios sectores: cerámica estructural (ladrillos, tejas, bovedillas, tableros, bloques, etc.), baldosas para pavimentos y revestimientos (azulejos), vajillas, cerámica decorativa, técnica, alfarería y productos refractarios, aunque en cuanto a producción destacan claramente los dos primeros sectores. La cerámica estructural se fabrica con arcilla roja que se amasa, se extrusiona con la forma de la pieza, se seca y se cuece a 850-1000 °C en un horno túnel. El consumo nacional de arcilla roja para este fin es del orden de los 30 millones de toneladas. En baldosas cerámicas se utilizan arcillas rojas, arcillas de cocción blanca, caolín, feldespatos y arena silíceas, carbonatos y talco, en distinta proporción según se trate de revestimiento, pavimento, pasta blanca o roja, etc. Las baldosas, a excepción de las de acabado rústico (gres), llevan un recubrimiento de esmalte o vidriado, en cuya elaboración interviene una amplia gama de minerales industriales. La fabricación de baldosas consta de varias etapas: dosificación de materias primas y preparación de la pasta en un atomizador, conformado por prensado, secado, esmaltado y cocción. El sector de la baldosa cerámica tiene una fuerte implantación en Castellón, donde operan más de 200 fábricas de cerámica, además de un buen número de esmalteras y atomizadores. (Blin, 1967)

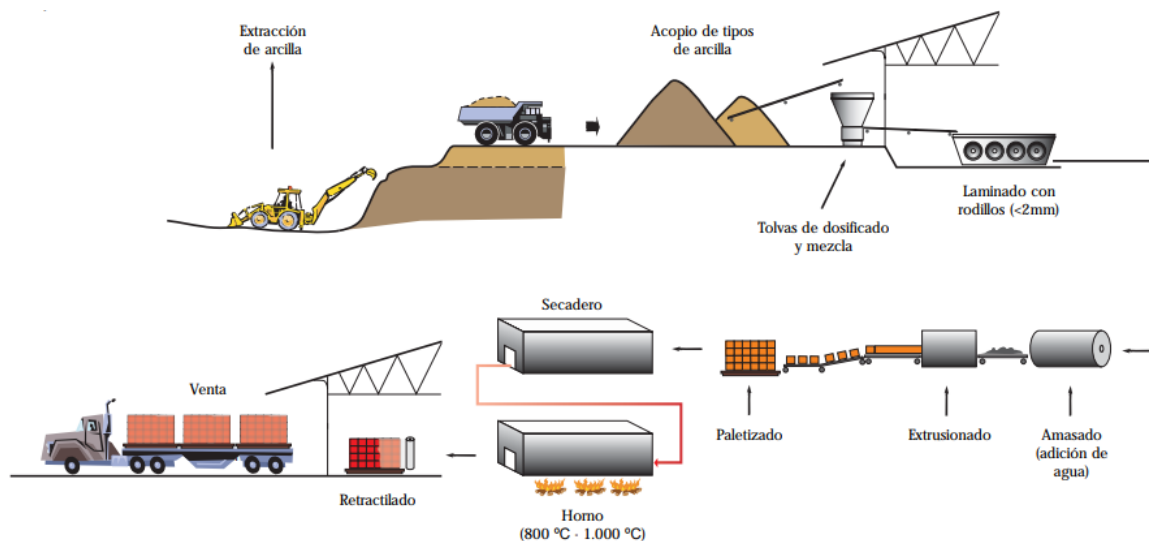


Figura 1. Esquema de fabricación de cerámica.

Fuente: SIEMCALSA (2007).



4.2. Material cerámico

Cualquier producto, que posee una forma, compuesto por materias primas inorgánicas no metálicas (tanto minerales como sintéticas), que a partir de un estado incoherente de polvo se transforma por medio de varias operaciones en un producto semielaborado, el cual, por cocción, se convierte en un objeto sólido, que posee una estructura parcialmente cristalina y parcialmente vítrea. (Gelder & Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004)

4.3. Materias primas de cerámicas tradicionales o clásicas

En las cerámicas tradicionales se utilizan materias primas de depósitos naturales, que de acuerdo con su función pueden ser plásticas o no plásticas.

Las primeras son esencialmente arcillas. Las no plásticas pueden tener una función de "desgrasantes" (materiales que reducen la plasticidad permitiendo una mejor trabajabilidad y facilitando el secado), o son elementos "fundentes" (que facilitan una cocción a menor temperatura e introducen los elementos necesarios para la formación de nuevas fases) (Galán & Aparicio, 2000).

Tabla 1. Materias Primas de Cerámica Tradicional.

Materias Primas de Cerámicas	
Materias primas plásticas	Arcillas de Cocción Roja Arcillas de Cocción Blanca
Materias primas no plásticas o desgrasantes	Sílices (Cuarzo) Feldspatos Talcos Carbonatos

Fuente: Instituto de Tecnología Cerámica (2019).

Modificado por: La Autora (2020).

4.3.1. Materias primas plásticas

La arcilla es una materia prima de la cerámica tradicional, la misma que es fruto de los agentes de meteorización físico-químicos actuantes sobre la roca madre original y se las puede considerar como unas acumulaciones naturales, consolidadas o no, de tamaño de grano fino ($< 1 \mu\text{m}$ según los químicos que estudian los coloides, $< 2 \mu\text{m}$ según los mineralogistas e investigadores del suelo, y $< 4 \mu\text{m}$, según los sedimentólogos) y constituidas por variados minerales arcillosos (silicatos aluminicos hidratados, con iones principalmente de Mg, Fe, K y Na) y otros minerales acompañantes como el cuarzo, los feldspatos, los carbonatos, entre otros, que imparten tanto la plasticidad del material

como las propiedades de secado y de cocción de las piezas elaboradas con dichas materias primas. Además, salvo excepciones, poseen un comportamiento físico muy peculiar frente al agua cual es la plasticidad, e incluso endurecen cuando son secadas o sometidas a tratamientos térmicos a alta temperatura. (Díaz Rodríguez & Torrecillas, 2002)

Tomando en cuenta la definición de yacimiento: “Sector de la corteza terrestre en el que a raíz de uno u otro proceso geológico se produjo la acumulación de una sustancia mineral, que puede utilizarse industrialmente, dadas su cantidad, calidad y condiciones del yacimiento” de Smirnov (1982), las arcillas, que están englobadas dentro del grupo de yacimientos minerales no metálicos, se han dividido, desde el punto de vista cerámico-geológico, para así ubicar a todo material arcilloso existente en la naturaleza dentro de su grupo correspondiente y a partir de ahí describir su composición y sus diferentes aplicaciones cerámicas, tal como se muestra en la figura 2. (Díaz Rodríguez & Torrecillas, 2002)

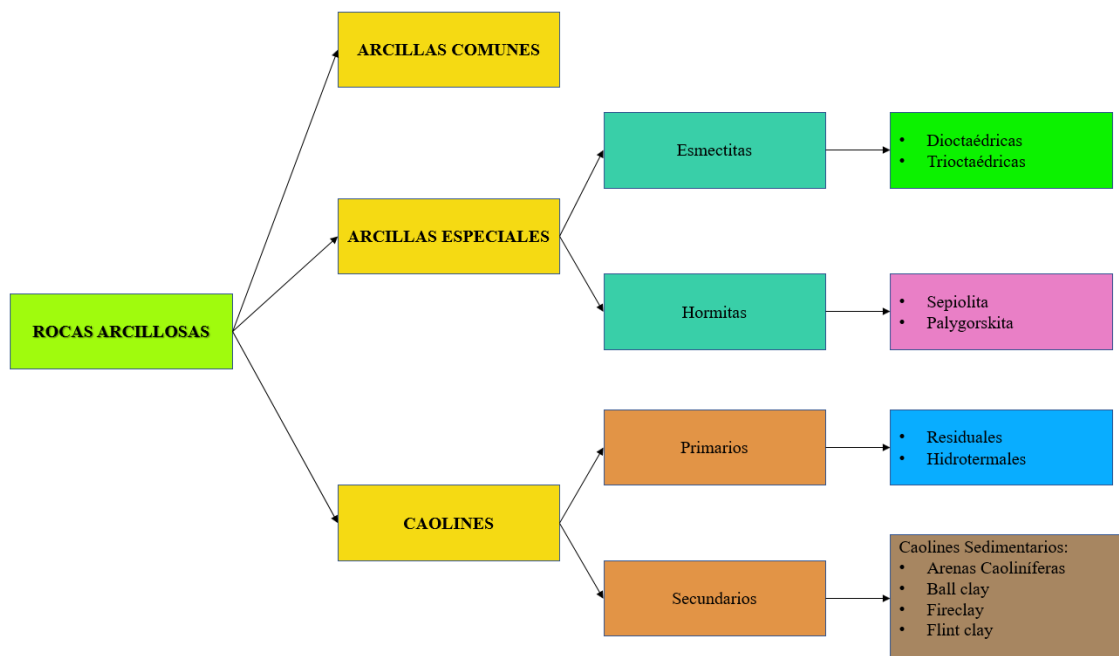


Figura 2. Esquema general de clasificación de los materiales arcillosos de aplicación cerámica.

Fuente: Díaz Rodríguez & Torrecillas (2002).

4.3.1.1. Arcillas Comunes

Una arcilla común es toda materia prima arcillosa de amplia distribución de afloramiento, que, por sus propiedades físicas y sus no muy exigentes especificaciones químico-



mineralógicas, se utiliza, principalmente, en el sector cerámico de la construcción y en alfarería, su naturaleza mineralógica está constituida de minerales arcillosos como illitas, moscovitas y en menor proporción minerales como caolinita, clorita, esmectitas y hormitas.

La presencia de materiales desgrasantes como minerales de cuarzo, carbonatos, así como los diferentes tamaños granulométricos le otorgan propiedades cerámicas muy variadas, tendiendo hacia plasticidades bajas y puntos de vitrificación inferiores a los 1100°C. (Bartolomé, 1997).

Además, según Galán & Aparicio (2000), las arcillas comunes poseen un papel muy importante en la preparación del cuerpo cerámico múltiple y consiste en:

- a) Impartir la plasticidad necesaria para su moldeo,
- b) Mejorar las propiedades mecánicas,
- c) Mejorar las propiedades de la suspensión, y
- d) Aportar los componentes para la formación de fases líquidas y cristalinas durante la cocción.

Según Díaz, Ramírez, Torre, & Carpio (2017), entre los principales usos y aplicaciones de la arcilla común tenemos los siguientes:

- Cerámica estructural (ladrillos, tejas, bovedillas, termoarcilla, etc.).
- Cerámica industrial (tubos, mayólicas, lavaderos, pisos, etc.).
- Cemento, como materia prima para la fabricación del clinker.
- Alfarería y artesanía (vajilla de barro de cocción roja).
- Como material de construcción.
- Ocasionalmente para el mejoramiento de suelos arenosos.

El uso y aplicación de las arcillas comunes en la fabricación de ladrillos, tejas, tubos, viguetas, pavimentos y otras piezas de conducción, así como otros productos a base de arcillas, dependen de la naturaleza de los minerales arcillosos, la composición mineralógica de la materia prima y de la distribución granulométrica de los minerales.

Además, Galán & Aparicio (2000) hacen mención a las composiciones de las arcillas en función de su aplicación:



Tabla 2. Composición de las arcillas en función de su aplicación.

Composición de las Arcillas en función de su aplicación	
Para alfarería	<ul style="list-style-type: none">• Bajo contenido en alúmina (16-23%) y alta proporción de hierro.• Pobres en carbonato cálcico (0-15 %) y ricas en óxidos de hierro (3,5-16 %).• Color de cocción rojo. Temperatura de cocción 960°- 1040 °C.• Ricas en carbonato cálcico (>25 %).• Color de cocción blanco o amarillento.• Temperatura de cocción: 1000°-1100 °C.
Para materiales estructurales	<ul style="list-style-type: none">• Composición química variada.• altos contenidos de sílice y hierro total.• Temperatura de cocción: 850°-1100 °C.
Para granulares y gres (vajilla fina)	<ul style="list-style-type: none">• Arcillas y pizarras ricas en illita y caolinita, con cuarzo y feldespatos.• Temperatura de cocción: 950°-1100 °C.

Fuente: Galán & Aparicio (2000).

Modificado por: La Autora (2020).

Dentro de este grupo también se encuentran las arcillas de cocción roja, que se caracterizan por la ausencia casi total de carbonatos. Los minerales arcillosos pueden ser asociados a los tipos illítico-cloríticos.

Tienen la función de conferir plasticidad al sistema y, por lo tanto, de permitir la obtención de valores interesantes del módulo de ruptura en verde y en seco, así como en cocido, en cuanto que suelen ser materiales gresificantes. (Gelder & Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004).

4.3.1.2. Arcillas especiales

En cuanto tiene que ver a las arcillas especiales, estas son un conjunto de arcillas comerciales con una mineralogía concreta y unas propiedades físicas determinadas. Están compuestas por minerales arcillosos de dos grupos diferentes (el grupo de las esmectitas y el grupo de las hormitas), pero con un origen geológico íntimamente relacionado entre sí. Sus propiedades físicas compiten mutuamente, destacando, entre otras, sus propiedades reológicas, su alta superficie específica y su alto poder de adsorción.



4.3.1.3. Caolines

Se trata de una arcilla compuesta, fundamentalmente, de minerales del grupo del caolín, cuarzo y minerales accesorios. El caolín pertenece a la familia de los aluminosilicatos y se caracteriza por ser un mineral de color blanco. (Díaz, Ramírez, Torre, & Carpio, 2017)

El caolín comercial es una roca que contiene cierta proporción de minerales del grupo del caolín, que puede ser económicamente extraída y concentrada. Los caolines pueden ser primarios de origen residual o hidrotermal, formados a partir de granito, pegmatita, riolita, gneis, etc., o secundarios, caolines sedimentarios procedentes de la desmantelación de los horizontes de alteración primarios, tras su transporte, concentración y sedimentación, esencialmente en medios continentales. Estos caolines son arenas y arcosas caoliníferas. Unos y otros constituyen lo que se denominan caolín bruto. (Galán & Aparicio, 2000). Según el Instituto de Tecnología Cerámica (2019), los caolines presentan las siguientes propiedades:

- Composición química: $2\text{SiO}_2 * \text{Al}_2\text{O}_3 * 2\text{H}_2\text{O}$
- Proporción elevada de minerales tipo caolinita: Caolinita, dickita, nacrita, entre otros.
- Tamaño de partícula: Intermedio
- Color en crudo: Blanco
- Plasticidad: Baja
- Fácilmente dispersable en agua
- Mal comportamiento en el prensado
- Elevada refractariedad
- Color en cocido: Blanco

El caolín utilizado por algunas industrias es un material obtenido a partir del beneficio del caolín bruto o roca de caolín recién extraída.

Los usos del caolín son muy numerosos y variados hasta el punto de que el empleo de esta importante materia prima llega a cubrir más de un centenar de aplicaciones en productos industriales muy diferentes entre sí.

Las causas principales que determinan esta amplitud y diversidad de usos son consecuencia de una serie de propiedades inherentes a su naturaleza, entre las que cabe



destacar fundamentalmente su blancura, su inercia ante los agentes químicos, su ausencia de toxicidad, el tamaño de partícula, entre otros. (Palomino, 2005).

Pueden realizarse diversas formas de clasificación del caolín, sin embargo, por el estudio del presente proyecto de investigación, será clasificado entre los caolines más comunes, los mismos que son:

- **Caolín primario.** - Los más abundantes son los caolines residuales y corresponden a rocas meteorizadas en la superficie topográfica. Son masas irregulares, tabulares, que siguen la superficie topográfica como un manto desarrollado sobre la roca original. Otro tipo de caolín primario es el caolín hidrotermal que tiene forma irregular y alargada si están en relación con fracturas, lechos piroplásticos y otras áreas permeables a soluciones magmáticas.
- **Caolín secundario.** - A veces el mismo caolín es movilizado como material detrítico y en cuencas más o menos alejadas se integra en una roca sedimentaria. Puede suceder también que los minerales alumínicos de una roca sedimentaria sean alterados a caolín "in situ".

Dado que es prácticamente imposible la distinción entre la caolinita detrítica y la alteración sin o post-diagenética, todo depósito caolinífero de roca sedimentaria se considera caolín secundario. Éstos se presentan en formas lenticulares ameboides de tamaños muy variados, o constituyen rellenos de paleocanales que se extienden hasta varios kilómetros con espesores de decenas de metros.

Dentro de esta clasificación se puede considerar tipos de arcillas blancas debido a su alto contenido en caolinita. Éstas son:

- **Arenas Caoliníferas.** – normalmente están constituidas en el mejor de los casos, por un 80% de cuarzo y un 20% de minerales caoliníticos (caolinita), y con contenidos mínimos de feldespato y micas. Se utilizan para el estucado, la industria cerámica y como cargas en las industrias del caucho y el papel. (Bartolomé, 1997) .

Se han formado como producto de la transformación del feldespato a caolinita, a través de un paso intermedio micáceo, basándose en que la asociación principal de las series está compuesta por “caolinita e illita. (Mesa & Colmenar, 1992).



- **Ball Clays.** - Término utilizado para designar cualquier tipo de arcilla sedimentaria de elevada plasticidad cuyo color después de cocción es blanco. Mineralógicamente, las arcillas Ball clays están constituidas fundamentalmente por caolinita (alrededor del 70 %), micas y cuarzo. Los colores oscuros de estas arcillas son debidos a la presencia de materia orgánica, la cual puede encontrarse hasta en un 16 % (en peso), pero que en general no suele ser superior al 1-2 %.

Estas arcillas son utilizadas principalmente por la industria de pavimentos y revestimientos cerámicos, bien sea para la fabricación del soporte o del engobe, así como en los subsectores de loza y porcelana.

- **Fire Clay.** – Arcilla con bajo contenido de óxido e hidróxido de hierro, magnesio y álcalis, y que es capaz de soportar temperaturas superiores a 1500 °C. Están compuestas principalmente por caolinita, aunque normalmente contienen otras rocas, como diásporo, pedernal y pizarras, y arcillas bauxíticas. Su utilidad principal es la de la industria del refractario, ya que en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos es muy reducida. No son arcillas plásticas generalmente.
- **Flint Clay.** – Materiales duros y compactos de fractura concoidea. Están compuestas de caolinita relativamente ordenada con bajos contenidos en hierro y en otros materiales fundentes.

Son arcillas muy abrasivas y están altamente calificadas como materias primas para refractarios.

Su riqueza en caolinita es del orden del 90 %, conteniendo además óxidos e hidróxidos de aluminio, pirita y materia orgánica.

Actualmente estas arcillas son destinadas a la fabricación de chamotas de excelente calidad.

En la Tabla 3, se puede contemplar algunas de las características principales de este tipo de caolines:



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

Tabla 3. Características de algunos de los tipos de arcillas de aplicación cerámica en España.

PROPIEDADES	China clay (1)	Arenas Caolíníferas (2)	Ball clay (3)	Fire clay (4)
-2 micras (%)	39	54,90	65	70,2
Caolinita (%)	74	73	95	75
Mica (%)	20	3	< 5	10
Cuarzo (%)	-	4	< 5	10
Feldespatos (%)	6	20	-	< 5
SiO ₂ (%)	51,0	47,0	45,5	54,5
Al ₂ O ₃ (%)	36,0	39,0	38,57	27,21
Fe ₂ O ₃ (%)	0,72	0,48	0,49	1,57
TiO ₂ (%)	0,02	0,12	0,60	1,08
CaO (%)	0,05	0,10	0,42	0,26
MgO (%)	0,23	0,07	-	0,67
K ₂ O (%)	1,30	0,29	0,50	3,73
Na ₂ O (%)	0,03	0,14	0,02	0,38
Ppc (%)	11,3	12,8	13,51	10,58

(1) ECESA (Burela, Lugo)

(2) CAOBAR, S.A. (Poveda de la Sierra, Guadalajara)

(3) Cuenca de Tuy (Pontevedra)

(4) Llano (Pantano del Ebro, Cantabria)

Fuente: Díaz Rodríguez & Torrecillas (2002).

De acuerdo a la Cordinación General de Minería (2014), una de las principales especificaciones del caolín cerámico concierne a la presencia de minerales que puedan afectar el color de quemado del cuerpo cerámico. El principal problema es el óxido de hierro, pero un contenido significativo de cobre, cromo y manganeso también es perjudicial. Tales impurezas producen manchas cuando el cuerpo cerámico es quemado. Ante lo expuesto se denota que este tipo de arcilla posee un color blanco tras la cocción, debido a su composición química, que se evidencia en la tabla 4, donde se especifica el porcentaje correspondiente en peso de una típica arcilla de cocción blanca, originaria de Donetsk, Ucrania, además se enfatiza que estas poseen un índice de plasticidad (IP) comprendido entre 34 a 41.

Tabla 4. Composición química típica (% en peso) de arcillas de cocción blanca, originaria de Ucrania

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	C	P.P.C
65,5	23	0,9	1	0,4	0,6	0,3	2	0,1	6,4
54	31	8	1,2	0,4	0,7	0,5	2,5	0,1	8,8

Fuente: Instituto de Tecnología Cerámica (2019).

Entonces para determinar la aplicabilidad de cada una de las arcillas, es importante tener en cuenta una clasificación industrial que se basa en la composición química y su índice de plasticidad, como lo plantea Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro (2002), y modificado por el Instituto Geominero de España, como se muestra en el cuadro 1.



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

Grupo	Denominación	Características	Aplicaciones Principales
Grupo 1 Arcillas de Cocción Blanca	Ball-clays	CaO+MgO<2,5% Fe ₂ O ₃ <3%	Arcillas con cierto carácter refractario. Baldosas de pasta blanca y porcelana sanitaria. Gres porcelánico.
Grupo 2 Arcillas Montmorilloníticas	2.1. No calcáreas	CaO+MgO<2,5% Esmectitas como mineral accesorio de la fracción arcilla, siendo ésta media o alta	Utilización en la preparación de pastas para pavimento y revestimiento poroso, como componente minoritario para aumentar la plasticidad de las mismas
	2.2. Calcáreas	CaO+MgOε2,5% Esmectitas como mineral accesorio de la fracción arcillosa, siendo ésta media o alta	
Grupo 3 Arcillas Margosas	3.1 Contenido Alto de Carbonatos o Tipo Arava	CaO+MgO≥17,5%	Su variable contenido en carbonatos les confiere buenas características como componentes mayoritarios en pastas de revestimiento poroso. Las tipo Chulilla pueden utilizarse en pasta para gres como componente minoritario.
	3.2 Contenido Medio de Carbonatos o Tipo Mas Vell	10%≤CaO+MgO<17,5%	
	3.3 Contenido Bajo de Carbonatos o Tipo Chulilla	2,5%≤CaO+MgO<10%	
Grupo 4 Arcillas Margosas	4.1 Arcillas plásticas	CaO+MgO<2,5% Al ₂ O ₃ ≥19% IP≥25	Forman parte de la formulación pastas para gres en porcentajes elevados (hasta el 70% en algunos casos). Se mezclan arcillas con diferentes IP y materias desgrasantes hasta obtener el comportamiento óptimo de la pasta en crudo y en cocido
	No 4.2 Arcillas poco plásticas (incluye la Tipo Moró)	CaO+MgO<2,5% Al ₂ O ₃ <19% IP<25	
Grupo 5 Arcillas Especiales	Caolín	Presencia de kanditas como minerales principales de la fracción arcilla, siendo ésta alta	Las aplicaciones industriales de estas arcillas no son la cerámica, sino como absorbentes, cargas, refractarias, etc...
	Paligorskita-attapulgita	Presencia de paligorskita como mineral principal de la fracción arcilla, siendo ésta alta	
	Bentonita	Presencia de esmectitas como minerales principales de la fracción arcilla, siendo ésta alta	
	Sepiolita	Presencia de sepiolita como mineral principal de la fracción arcilla, siendo ésta alta	

Cuadro 1. Clasificación Industrial de las arcillas.

Fuente: Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro (2002).



4.3.2. Materias primas no plásticas

Las materias primas no plásticas reducen la plasticidad y facilitan la defloculación, mejoran la permeabilidad y empaquetamiento de la pasta, y aportan óxidos para la formación de fases líquidas y cristalinas o son inertes.

Los principales minerales no plásticos son: feldespatos (y feldespatoides) que son fundentes; cuarzo y arenas silíceas que actúan como inertes; calcita y dolomita, que pueden ser reactivos y también fundentes; y los óxidos de Fe y otros elementos (Cu, Co, Mn, Ti.) que suelen actuar como pigmentos, y en ciertos casos como fundentes.

Tabla 5. Principales minerales utilizados como materia prima no plástica.

	Minerales	Fórmulas	Tipos de yacimiento frecuentes
Formas de la sílice	Cuarzo	SiO ₂	Cuarzitas, areniscas, diques de cuarzo, vidrios volcánicos. Sedimentos de precipitación química.
Feldespatos	Ortoclasa	KSi ₃ O ₈ Al	Pegmatitas.
	Microclina	KSi ₃ O ₈ Al	Arenas de descomposición de granitos y gneises
	Plagioclasas	Na Si ₃ O ₈ Al (Albita) Ca Si ₂ O ₈ Al ₂ (Anortita)	
Nesosilicatos aluminicos y minerales de aluminio	Andalucita	Al ₂ O ₃ SiO ₄	Aureolas de metamorfismo de rocas ígneas en sedimentos arcillosos.
	Silimanita	Al ₂ O ₃ SiO ₄	Gneises. Esquistos y pegmatitas.
	Distena	Al ₂ O ₃ SiO ₄	Pegmatitas pobres en sílice.
	Corindón	Al ₂ O ₃	Rocas ricas en Al metamorfizadas.
Silicatos magnésicos y minerales de Mg	Pirofilita	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Pizarras aluminicas de metamorfismo regional bajo
	Olivino	Mg ₂ SiO ₄ (Forsferita)	Rocas ultra básicas
	Talco	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	Dolomías silicificadas. Serpentinas y olivinos alterados. Ambientes metasomáticos, hidrotermal y de metamorfismo regional.
	Cordierita	Mg ₂ Si ₅ AlO ₁₈ Al ₃	Rocas de Mg y Al fuertemente metamorfizadas. Esquistos y gneises inyectados por rocas ígneas.
	Magnesita	Mg CO ₃	Series carbonatadas metamorfizadas. Asociada a serpentinas. Mármoles
Otros Minerales	Vermiculita	(Mg, Fe, (Si,Al) ₄ 10(OH) ₂ 4H ₂ O	Pegmatitas máficas. En serpentinas. Alteración de biotitas
	Wollastonita	CaSiO ₃	Calizas impuras metamorfizadas
	Grafito	C	Rocas carbonosas metamorfizadas por alta temperatura
	Zircón	ZrSiO ₄	Placeres. Accesorios en rocas plutónicas y metamórficas ácidas
	Cromita	FeCr ₂ O ₄	Rocas ultra básicas. Placeres

Fuente: Galán & Aparicio (2000).



En general las materias primas cerámicas mayormente utilizadas son silicatos y rocas silicatadas, además existen principales minerales que entran en composiciones cerámicas como materia prima no plástica, como se indica en la tabla 5. (Galán & Aparicio, 2000).

4.3.2.1. Feldespatos

Los feldespatos son silicoaluminatos de sodio y/o potasio, se encuentra en las pegmatitas, son formaciones de rocas magmáticas en las que se encuentran puros o mezclados con otros minerales comúnmente cuarzo y micas. Raramente, se encuentra en la naturaleza especies mineralógicas puras por lo que su composición varía ampliamente. El sodio (Na) y el potasio (K) se sustituyen mutuamente en la microclina y la albita respectivamente, mientras que el Na puede reemplazar parcialmente al calcio (Ca) en la anortita. (Pinto, 2011).

En la industria cerámica interesan los feldespatos alcalinos como la ortoclasa, la microclina y la albita. Los feldespatos cálcicos (anortita y otros) no se emplean mucho en cerámica. La presencia de álcalis hace que su punto de fusión sea mucho más bajo que el del cuarzo y alúmina, de hecho, cumple con la función de fundente dentro de la mezcla. (Pinto, 2011).

Los feldespatos poseen composiciones químicas típicas, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Composiciones químicas típicas de los feldespatos.

% de Óxido	Feldespatos Potásicos	Feldespatos Sódicos
SiO ₂	68,5	70,40
Al ₂ O ₃	17,2	18,80
Fe ₂ O ₃	0,08	0,30
TiO ₂	0,10	0,10
CaO	0,60	0,10
MgO	0,20	0,05
K ₂ O	9,80	2,50
Na ₂ O	3,10	7,50
Pérdida por calcinación a 1000 °C %	0,40	0,40

Fuente: Pinto (2011).

Dentro de las propiedades de los feldespatos al tratarse de un grupo con series isomórficas, las propiedades físicas y ópticas son muy variables de unos individuos a otros, dependiendo de la composición puntual de cada caso. La dureza es una de las constantes en todo el grupo, ya que oscila en todos los casos entre 6 y 6,5 en la escala de



Mohs, con exfoliación perfecta o muy buena en dos direcciones que se cortan a 90°, y las fracturas son concoideas, astillosas o desiguales. La densidad varía en las plagioclasas dependiendo del mayor contenido en calcio, aumentando ligeramente el peso específico de 2,6 a 2,7. En las ortosas y microclinas, el peso específico es ligeramente inferior con un valor medio de 2,55.

Son infusibles a la llama la sanidina y las microclinas, mientras que el resto lo hace con dificultad, siendo más fácil en el caso de las plagioclasas. Todas son solubles en ácido fluorhídrico y las plagioclasas se disuelven en clorhídrico más fácilmente cuando mayor es el contenido en calcio.

El brillo es vítreo nacarado en todo el grupo variando la transparencia según los individuos. Todos ellos al pertenecer a los sistemas monoclinico y triclinico son anisótropos biáxicos con unos índices de refracción medio bajos, son inferiores en las ortosas y superiores en las plagioclasas. La birrefringencia es bastante constante. No presentan espectros típicos ni fluorescencia.

- **Función de los feldespatos en las pastas cerámicas**

El objetivo fundamental de los feldespatos en las pastas de cerámicas es el de rebajar el punto de fusión, lo que es de máxima importancia, tanto desde el punto de vista técnico como económico, produciendo las reacciones fundamentales para la constitución del producto cerámico a una temperatura más baja. El feldespato disminuye, en los productos porosos, el coeficiente de dilatación. (Morales Güeto, 2004).

Se han realizado muchos estudios sobre el uso de los feldespatos sódico y potásico en la masa cerámica, especialmente en las vitrificadas.

La experiencia y la práctica han excluido a este último caso el uso de feldespato preponderantemente sódico. La explicación estriba en la distinta viscosidad a alta temperatura.

De la viscosidad depende la posibilidad de deformarse más o menos rápidamente por acción del propio peso, y es este el motivo de la dificultad del uso de los feldespatos sódicos en las pastas vitrificadas, como por ejemplo la porcelana. (Morales Güeto, 2004).

- **Clasificación de los tipos tecnológicos de mena en feldespatos**

Según Laverde, y otros (2004) para realizar la clasificación de menas en feldespatos se tomó en consideración el % de K_2O , esto en base a análisis químicos, como se muestra la tabla 7.

Tabla 7. Clasificación de los tipos tecnológicos de mena.

Tipo de mena	Contenido de K_2O
I	$K_2O < 3\%$
II	$3\% < K_2O < 4\%$
III	$4\% < K_2O$

Fuente: Laverde, y otros (2004).

4.4. Proceso Cerámico

El proceso cerámico consta de cinco etapas, como se muestra en la figura 3.

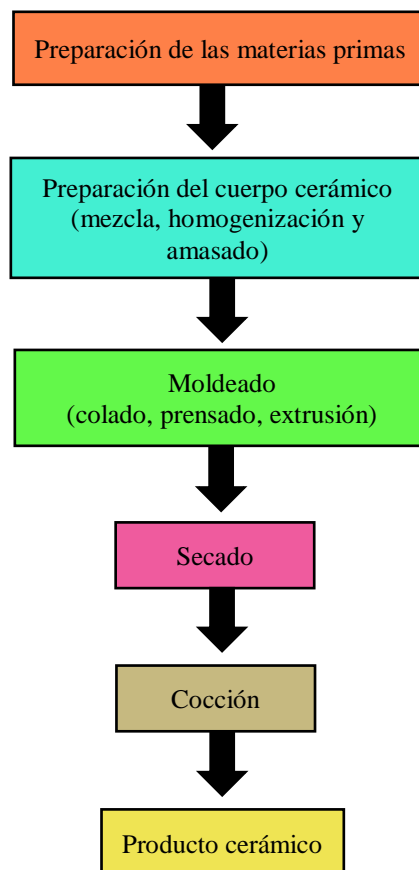


Figura 3. Fases del proceso cerámico

Fuente: Galán & Aparicio (2000).



Como resultado de todo ello se obtiene el producto cerámico, que deberá pasar controles de calidad. Todas las etapas son importantes, pero es sin duda la etapa de la cocción es la más crítica e interesante, tanto desde un punto de vista básico, por cuanto supone un conjunto de reacciones del mayor interés científico, como aplicado porque en esta etapa se consigue realmente el producto cerámico final. El proceso de cocción se realiza a temperaturas superiores a los 900°C, cuando la mayoría de los minerales comunes que entran a formar parte de la pasta son inestables. A estas temperaturas unos minerales se transforman en polimorfos de alta y otros funden parcial o totalmente y se producen reacciones entre los distintos fundidos o reaccionan con los más resistentes, y se neoforman fases estables ante las nuevas condiciones termodinámicas. Con el enfriamiento, más o menos rápido, se produce en general una congelación del equilibrio alcanzado a alta temperatura y coexisten antiguos minerales, que soportan la elevación de la temperatura, junto con otros neoformados (ahora metaestables) y fases vítreas que no llegan a cristalizar. Este proceso de sinterización es el que proporciona realmente el producto cerámico duro y resistente. (Galán & Aparicio, 2000)

4.5. Criterios para la elección de las materias primas cerámicas

La elección de una materia prima depende en esencia de:

- a) El producto que se desea, y
- b) Su disponibilidad.

La materia prima condiciona las características de la pasta y mediante el proceso de fabricación elegido se obtiene un producto con unas propiedades determinadas, que permitirán usos demandados por el mercado.

Por tanto, si se parte de las características y usos del producto cerámico, la elección de las materias primas estará muy condicionada. Sólo la disponibilidad, que se traduce al final en calidad y precio, podrá hacer factible la fabricación del producto cerámico. Para materiales estructurales apenas existen limitaciones. La composición admitida es muy amplia y la disponibilidad también (Galán & Aparicio, 2000).

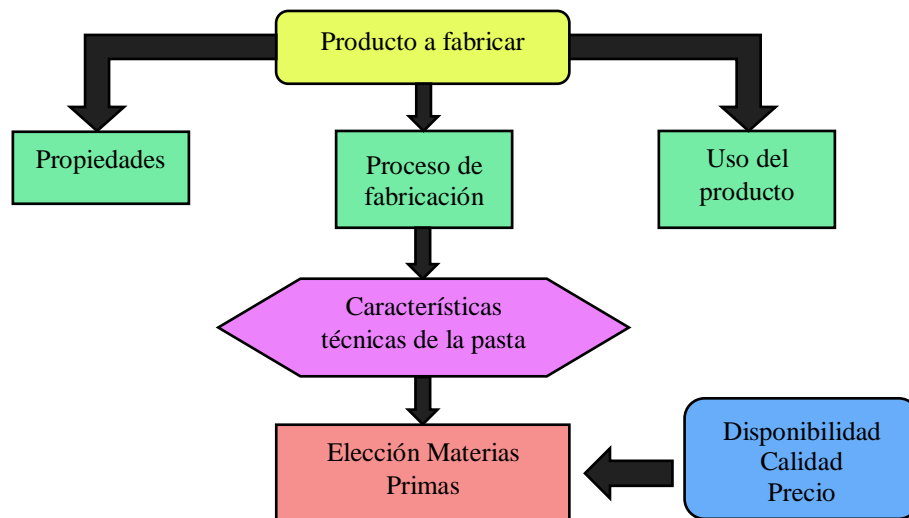


Figura 4. Criterios para la elección de la materia prima cerámica.

Fuente: Galán & Aparicio (2000).

4.6. Análisis granulométrico

La finalidad del análisis granulométrico es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante sistemas como AASHTO o USCS. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente, como se muestra en la tabla 8. (Sifuentes, 2012).

En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla, ya que con estos últimos se procede a trazar la gráfica de valores de material (granulometría).

Tabla 8. Numeración y abertura de tamices.

Tamiz (ASTM)	Tamiz (Nch) (mm)	Abertura real (mm)	Tipo de suelo
3"	80	76,12	GRAVA
2"	50	50,80	
1 ½"	40	38,10	
1"	25	25,40	
¾"	20	19,05	
3/8"	10	9,52	
Nº4	5	4,76	ARENA GRUESA
Nº10	2	2,00	ARENA MEDIA
Nº20	0,90	0,84	
Nº40	0,50	0,42	
Nº60	0,30	0,25	
Nº140	0,10	0,105	ARENA FINA
Nº200	0,08	0,074	

Fuente: Espinace (1979).



4.7. Importancia de los límites de Atterberg en el estudio de los materiales arcillosos

Los límites de consistencia de Atterberg suministran los elementos para una rigurosa clasificación de las arcillas y para valorar muchas de sus propiedades. Los límites de Atterberg están directamente relacionados con la cantidad de agua que contiene un material y es capaz de absorber; en otras palabras, con el tanto por ciento de partículas con dimensiones coloidales presentes en el material y su tendencia a comportarse como verdadero coloide.

Está claro que debe existir una relación estrecha entre los límites y las características físicas y tecnológicas de un determinado material. (Sembelli, 1966).

4.7.1. Definiciones de los límites de Atterberg

Si se considera una pasta de agua y arcilla, que se seca y endurece progresivamente pasando del estado fluido o líquido al estado plástico y, finalmente, al estado sólido, es fácil intuir que existen puntos de paso de un estado al otro; esto es, límites de cada estado, como se muestra en el cuadro 2. (Sembelli, 1966).

Límite líquido	Es el punto de paso del estado líquido al estado plástico, y se mide por la cantidad de agua que contiene un material en el momento que pierde la fluidez y la capacidad de escurrir como un líquido denso.
Límite plástico	Es el punto de paso del estado plástico al estado de semisólido, y se mide por la cantidad de agua que contiene un material en el momento que pierde la plasticidad y que no puede ser modelado.
Límite de retracción	Es el punto de paso del estado semisólido al estado sólido, y se mide por la cantidad de agua que contiene un material en el momento que cesa la disminución de volumen que acompaña al secado.

Cuadro 2. Límites definidos por Atterberg.

Fuente: Sembelli (1966).

4.7.2. Significado de los Límites de Atterberg para la industria cerámica y de los ladrillos

De acuerdo a Sembelli (1966), el diagrama de la plasticidad propuesto por Casagrande es de vital importancia para representar e interpretar los límites de Atterberg.

En el diagrama de plasticidad (figura 5) se llevan: en abscisas, los valores del límite líquido; y en ordenadas, los valores del índice de plasticidad, diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, es decir, $P_i = LL - PL$. En el diagrama comparecen varios elementos y tienen un significado preciso. La recta a 45° es el límite entre puntos reales

y puntos imaginarios: todos los puntos representativos de un material real deben caer necesariamente por debajo de ella.

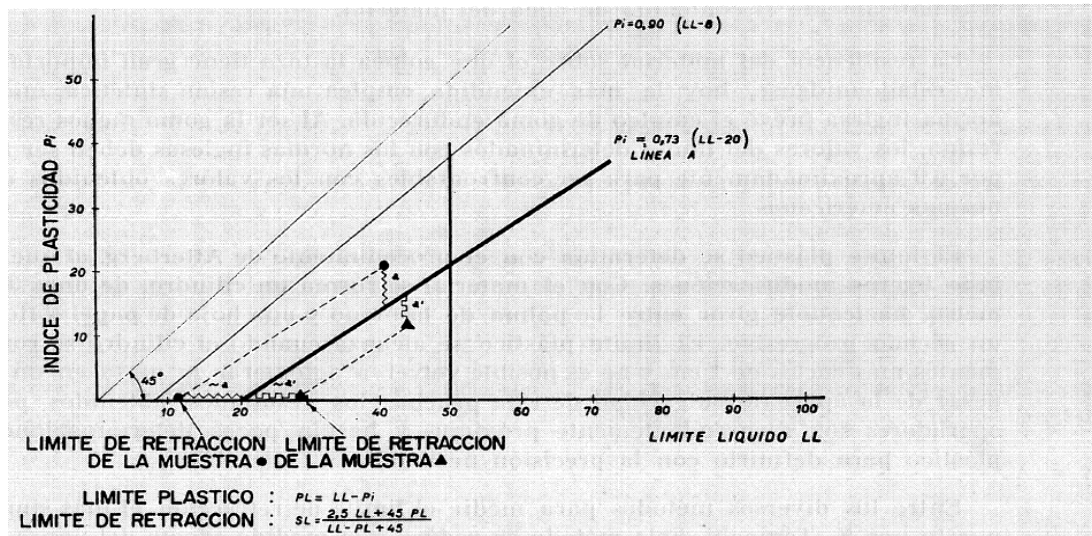


Figura 5. Diagrama de plasticidad: Líneas características.

Fuente: Casagrande (1932).

En el diagrama de plasticidad que corresponde a la figura 5 se llevan: en abscisas, los valores del límite líquido; y en ordenadas, los valores del índice de plasticidad, diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, es decir, $P_i = LL - PL$.

En el diagrama comparecen varios elementos y tienen un significado preciso. La recta a 45° es el límite entre puntos reales y puntos imaginarios: todos los puntos representativos de un material real deben caer necesariamente por debajo de ella.

La recta de la ecuación $P_i = 0,90 (LL - 8)$ indica el límite superior de los puntos encontrados experimentalmente hasta ahora: todos los materiales que se encuentran comúnmente se representan por puntos que caen entre esta recta y el eje de las abscisas.

La recta de la ecuación $P_i = 0,73 (LL - 20)$ o línea A es una línea empírica importante que divide las arcillas inorgánicas típicas de los materiales que contienen coloides orgánicos.

Estos últimos están en general representados por puntos que caen por debajo de la línea A.

La recta vertical en correspondencia con $LL = 50$ es una línea convencional de separación entre arcillas de alta plasticidad, a la derecha, y arcillas de plasticidad media y baja, a la izquierda.

Finalmente, del diagrama de plasticidad se puede determinar gráficamente el valor aproximado del límite de retracción, trazando, desde el punto en examen, la paralela a la línea A, o bien obteniendo, en horizontal, desde el punto de intersección entre la línea A y el eje de las abscisas, los segmentos a o a', según los casos.

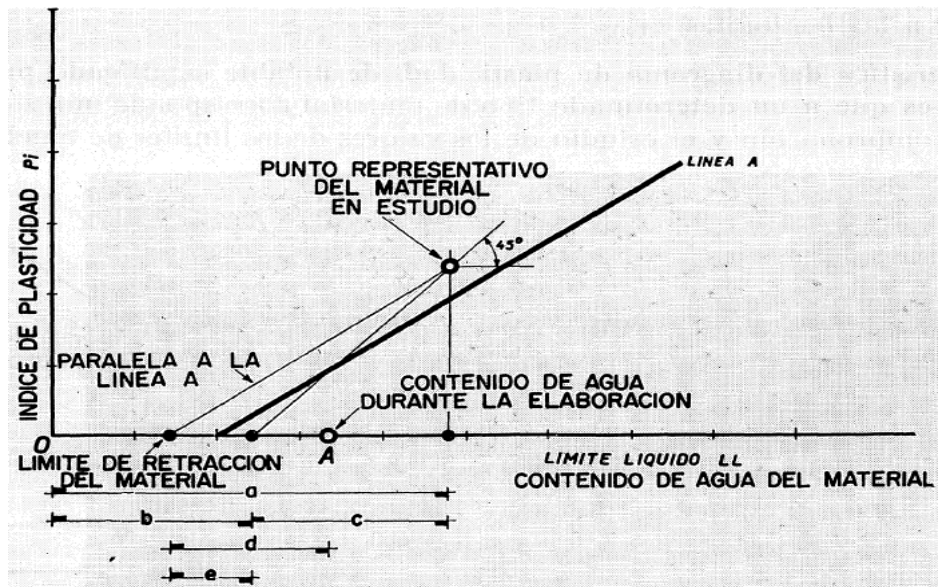


Figura 6. Diagrama de plasticidad: segmentos más significativos en el estudio de una arcilla
Fuente: Casagrande (1932).

La longitud del segmento b representa el contenido de agua mínimo que el material debe tener para ser aún plástico y moldeable. Cuanto más corto es este segmento, tanto menor es la cantidad de agua necesaria para hacer el material trabajable.

La longitud del segmento c es, en consecuencia, proporcional al intervalo dentro del cual debe mantenerse el contenido de agua del material durante la elaboración. Si este segmento no supera un cierto valor, puede hacerse problemático controlar la humedad, del material a fin de mantenerla dentro de los límites requeridos por las diversas tecnologías.

Suponiendo que las operaciones de producción tengan lugar sobre un material cuyo contenido de agua esté comprendido entre los valores b y a, representado por el punto A en el eje de la abscisa, la distancia OA representa la cantidad de agua total a eliminar.

Cuanto más reducida es esta distancia, tanto menores serán las calorías a consumir en el secado. El segmento d representa la cantidad de agua a eliminar del material trabajado antes de reducir a cero la retracción. Cuanto más corto sea este segmento, tanto más limitada será la retracción de las piezas.

Admitiendo poder trabajar sobre materiales en el límite plástico, es decir, conteniendo una cantidad de agua que apenas le permite poseer una cierta plasticidad, el agua por extraer antes de eliminar la retracción viene dada por la longitud del segmento e, que representa el valor mínimo al cual puede reducirse el segmento d.

La posición del punto representativo de una arcilla en el diagrama de plasticidad adquiere ahora un significado preciso aun con fines prácticos. Está claro que el material ideal es aquel que permite ser moldeado con el mínimo contenido de agua y que ofrece la mínima retracción. Este material resultará fácilmente trabajable y desecará con una deformación limitada y bajo consumo de calorías. Cuantas menores sean las longitudes de los segmentos b y e, tanto mejor se cumplirán estas condiciones. Alejándose de estas condiciones, el material presentará problemas tecnológicos crecientes y será de más difícil elaboración. De acuerdo con esto, los valores mínimos de d y e se encontrarán en los caolines y en las arcillas caoliníticas, mientras que los valores máximos corresponderán a las arcillas “grasas” y a las bentonitas.

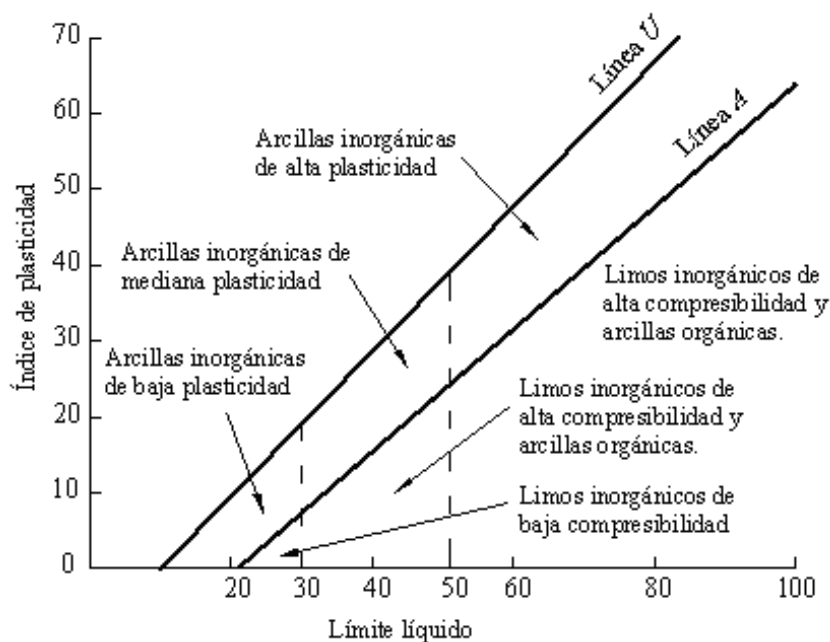


Figura 7. Diagrama de plasticidad: zonas típicas para algunas arcillas
Fuente: Casagrande (1932)



Otra característica del diagrama de plasticidad, de notable significado práctico, se entrevé ahora, y es que a un determinado tipo de material corresponde una zona del mismo diagrama. La comprobación y el estudio de los valores de los límites de muchos materiales ha permitido verificar que los puntos representativos de materiales que tienen el mismo origen geológico yacen a lo largo de una recta prácticamente paralela a la línea A, y que materiales de una determinada categoría ocupan partes bien precisas en el diagrama, como se muestra en la figura 7, en el cual se señalan las zonas en las que recaen las arcillas que se encuentran con más frecuencia.

4.8. Fluorescencia de Rayos X

Es una de las técnicas en la cual los minerales, tal cual o, mejor, finamente dispersos en un vidrio alcalino, se bombardean con una radiación de alta frecuencia y baja longitud de onda, la cual contiene la energía suficiente para inducir una emisión fluorescente, debida a la excitación de los electrones internos de las órbitas de los elementos presentes; estos electrones emitidos por la muestra se recogen por un detector oportuno, y la señal generada se asocia a la posición de la muestra o del detector mismo, estableciendo una intensidad relativa de señal que se contrasta con la de un patrón. Con estos métodos resultan fácilmente cuantificables los elementos de medio-alto peso atómico, hasta el límite inferior de Na – F, y más recientemente, se han realizado esfuerzos notables para poder obtener una determinación suficientemente repetible también de los elementos hasta el boro. (Gelder & Asociación Española de Técnicos Cerámicos, 2004).



5. MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1. Materiales

Los materiales que serán utilizados para el presente proyecto de investigación, son detallados a continuación:

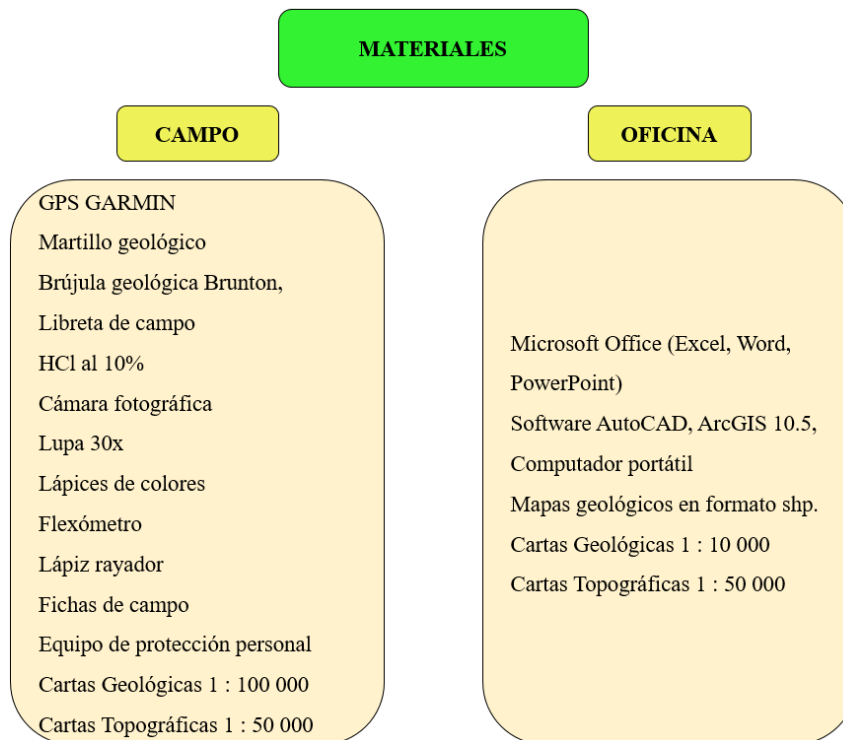


Figura 8 Materiales utilizados en el proyecto de investigación
Elaborado por: La Autora (2020).

5.2. Metodología

Con el fin de obtener mayor detalle en la información concerniente a lo histórico, social y productivo de los recursos no metálicos existentes en la zona, se ha tratado de sistematizar toda la información recopilada, para de esta manera darle importancia a la información obtenida para así tratar de entender la razón de ser de las prácticas mineras e industriales de los minerales no metálicos.

La metodología utilizada para el presente proyecto se la realizó a través de la descripción metodológica para cada objetivo planteado, teniendo así:



5.2.1. Metodología para el Objetivo 1.

“Descripción geológica de las materias primas no metálicas de interés en el área de estudio”

- **Fase de Oficina**

La caracterización geológica refleja el potencial que tienen los minerales no metálicos depositados en los cantones de Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango; y que servirán de materia prima para la industria de la cerámica plana, por ello se recopiló información existente de estudios geológicos previos del área en estudio, así como también de mapas de interés geológico a escala 1: 100 000 y cartografía base como hojas topográficas del IGM, escala 1:50 000 para así realizar un análisis de la información técnico- científica relacionada con la investigación propuesta.

Posteriormente al análisis de la información se determinó los lugares de interés tomando en cuenta a la geología favorable de minerales no metálicos en la zona de estudio y del catastro minero de la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), los mismos que fueron georeferenciados en el Software ArcGis 10.5, para así luego corroborar a través de visitas técnicas de campo estos lugares de mayor relevancia.

Además, se utilizó la teledetección, que consistió en el uso de imágenes Landsat de Google Earth, 2019, las mismas que permitieron interpretar las diferentes litologías presentes y de esta manera identificar aquellas posibles zonas de relevancia de las materias primas no metálicas.

Asimismo, se procedió a elaborar dos tipos de fichas para la descripción de afloramientos y para la descripción de muestras macroscópicas.

- **Fase de Campo**

Para esta fase se acudió a las zonas de relevancia que fueron denotadas en la fase de oficina, con la información obtenida, y se lo realizó a través de la descripción de afloramientos (Cuadro 3.) que se fueron encontrando conforme a las visitas técnicas realizadas.





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicos para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARCATERIZACION DE MATERIAS PRIMAS NO METALICAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento		Responsable		Fecha	
Ubicación	Provincia		Coordenadas	Datum	
	Cantón			X	
	Parroquia			Y	
	Sector			Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento					
Formación					
Dimensiones					
Estado de alteración					
Datos estructurales					
Referencia Fotográfica					

Cuadro 3. Fichas para la descripción de Afloramientos

Fuente: La Autora (2020).

Para el levantamiento de la información se consideró los afloramientos que se encontraron en taludes de los márgenes de las vías, así como cortes naturales del terreno, registrando los elementos estructurales (rumbo y buzamiento), dimensiones del afloramiento (ancho, altura), potencia de los estratos presentes, asimismo, cada una de las características que afectan el estado del afloramiento y peculiaridades propias del mismo.

Adicionalmente se registra la ubicación del afloramiento con sus respectivas coordenadas y datos de ubicación geográfica.



También se recogió muestras macroscópicas de las rocas que son representativas del afloramiento, las mismas que son descritas en una ficha propia para este tipo de información.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARCATERIZACION DE MATERIAS PRIMAS NO METALICAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000				
Ficha de descripción macroscópica de rocas					
Nº Muestra/COD				Datum	
Coordenadas					
X		Y		Z	
Grupo genético					Registro Fotográfico
Color de la roca					
Textura					
Estructura					
Tamaño de componentes medios					
Composición mineralógica (%)					
Minerales secundarios (%)					
Estado de alteración					
Protolito (en caso de ser una roca metamórfica)					
Nombre de la roca					
Observaciones					
Colector					

Cuadro 4. Ficha para la descripción macroscópica de rocas.

Fuente: Uribe (2015)

Modificado por: La Autora (2020).

Al mismo tiempo se procedió a recolectar las muestras de mayor preeminencia mineralógica en fundas herméticas, con un peso aproximado de 2 Kg, siendo estas identificadas con su respectivo código, como se indica en la tabla 5.

- **Identificación de las muestras:** El código de identificación de la muestra de roca se compone de cuatro partes:
 - 1) **Sector:** Indica el lugar donde se ha recogido la muestra (cantón), para el presente proyecto se codificará de la siguiente manera:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”




Nombre del Cantón	Código
Catamayo	CT
Chaguarpamba	CH
Olmedo	OL
Paltas	PL
Puyango	PY

Cuadro 5. Código para las muestras recolectadas
Fuente: La Autora (2020).

- 2) **Tipo de muestra:** Código para diferenciar el tipo de muestra colectada. Para muestras de roca se debe denominar como R, para suelo S, y para detritos D.
- 3) **Número de muestra:** Codificación asignada en números naturales en el intervalo $1 \leq n \leq \infty$, donde “n” es el número de muestra.
- 4) **Duplicados de campo:** Las muestras tomadas como duplicados, para efectos de control de calidad del muestreo, se identifican con una letra D al final de la codificación. Ejemplo: CH-R-1-D

Nota: cada una de las partes de la codificación de las muestras recolectadas, están separadas por un guion (-).

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
	CARRERA DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y PRDENAMIENTO TERRITORIAL						
	CARCATERIZACION DE MATERIAS PRIMAS NO METALICAS PARA LA INDUSTRIA CERAMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA A ESCALA 1:50000						
	ETIQUETAS PARA MUESTRAS						
Código		Fecha		Hora de muestreo			
Lugar		Coordenadas (WGS84)					
		X		Y		Z	
Observaciones							
Responsable							

Cuadro 6. Etiqueta para muestras de interés mineralógico.
Fuente: La Autora (2020).

5.2.2. Metodología para el Objetivo 2.

“Caracterización de las propiedades físicas, mineralógicas e industriales de las materias primas no metálicas de los prospectos más representativos para su aplicación en la industria cerámica plana.”

Posteriormente a las visitas de campo desarrolladas e identificación de las muestras de material arcilloso, se procedió a desarrollar los ensayos de laboratorio, como el contenido



de humedad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad y análisis granulométrico bajo la clasificación ASSHTO y SUCS, conforme a la Norma ASTM D 4318, AASHTO T-27, los mismos que fueron realizados en el Laboratorio de Ingenieros Consultores Constructores Villavicencio (Laboratorio ICCV), en la ciudad de Zamora.

En tanto que los ensayos de contracción lineal, pérdidas por ignición y color de quema se los realizó en el laboratorio de Materiales de Construcción de la Universidad Nacional de Loja, bajo los siguientes procedimientos para una correcta caracterización de materias primas no metálicas:

- **Contracción lineal en seco y por quema. (REF. ASTM C326-03)**

Propósito. – Tener los valores de contracción después de secar y quemar, piezas de arcilla, bajo varias condiciones de procesos.

Síntesis. – Las arcillas contienen tres tipos de agua, las misma que ocupan un espacio en el cuerpo arcilloso (pieza determinada), sea cual fuese la forma de la pieza que estamos fabricando esta experimentara cambio de tamaño en sus dimensiones y volumen. La contracción lineal en seco se atribuye este efecto al agua superficial que al evaporarse quedan poros y al estar fresco el material estos se llenan inmediatamente, para la contracción en quema, se presenta al eliminarse la materia orgánica (presente en todo material arcilloso como; carbonatos, fosfatos, etc.) y el agua molecular de las arcillas a 500° C, de igual manera al evaporarse por las altas temperaturas del proceso de quema quedan poros internos los cuales se llenan al fundirse el material a unos 800 ° a 1200° C donde se obtiene una pieza con mejores propiedades de resistencia mecánica.

Equipos y Materiales. –

1. Tamiz No. 200
2. Moldes de madera para preparación de placas.
3. Horno de Resistencias con control de Temperatura.
4. Platillos de aluminio y/o bandejas.
5. Mortero



6. Jarras Metálicas o plásticas de 1000 ml.

7. Calibrador Vernier.

Observación: Según la norma ASTM se recomienda usar barras cilíndricas de 19 mm de diámetro y 127 mm de longitud, pero tomando en cuenta métodos usados en los laboratorios de la empresa de cerámica CERART-UTPL, se modificó la forma del espécimen recomendando el siguiente procedimiento.

Especimen por vaciado

1. Triturar la muestra en el mortero.
2. Tamizar la muestra por el tamiz No. 200 y obtener 100 gramos.
3. Preparar un slurry con un peso específico de 1600 ± 5 Kg. /m³ y viscosidad de trabajo mínima.
4. Colocar los moldes de madera de tal manera que no se derrame por los lados y vaciamos el slurry, teniendo siempre en cuenta que el nivel del reservorio del molde este lleno para evitar que se introduzca aire y la pieza quede hueca.
5. Se espera que la pieza se forme en el molde, para esto utilizamos la técnica del tacto, introduciendo el dedo en el reservorio del molde y palpando la formación de la pieza.
6. Una vez que se determine que la pieza se ha formado y secado lo suficiente en el molde se desconcha (extrae la pieza del molde) y se marcan los extremos longitudinales de la placa con una distancia de 50 ± 1 mm. Previamente medidas en el calibrador.
7. Se deja secar a temperatura ambiente por el lapso de 72 horas.
8. Se procede a medir la longitud en los extremos marcados previamente.
9. Los valores de dimensiones obtenidos se los anota y se procede a poner los especímenes en el horno y simular un proceso de quema de 7 horas, 15 minutos a una temperatura de 1020 a 1050 °C.
10. Terminado el proceso de cocción de las piezas se las deja enfriar en el horno para evitar que los cambios bruscos de temperatura generen fisuras o distorsionen las piezas.



11. Se procede nuevamente a medir los extremos longitudinales marcados y se anotan dichos valores.

Cálculos. –

Calculo de la Contracción Lineal en Seco como porcentaje de la longitud plástica.

$$Sd = \frac{Lp - Ld}{Lp} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Sd = % de contracción lineal en seco.

Lp = Longitud plástica del espécimen.

Ld = Longitud seca del espécimen.

Calculo de la contracción Lineal Total después del secado y quemado del espécimen cerámico, como porcentaje de su longitud plástica.

$$St = \frac{Lp - Lf}{Lp} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

St = % de contracción lineal total

Lp = Longitud plástica del espécimen.

Lf = Longitud después de la quema del espécimen.

Además, se puede calcular el Factor de Contracción, necesario para predecir el tamaño en seco o en quema de la pieza.

$$\text{Factor de contracción} = \frac{Lp}{Lf} \quad (3)$$

Donde:

Lp = Longitud plástica del espécimen.



Lf = Longitud del espécimen de prueba quemado.

Porcentaje de humedad retenida y pérdidas por ignición (L.O.I.)

Propósito. – Saber la cantidad de agua superficial y el porcentaje de materia orgánica como carbonatos, fosfatos, residuos de raíces y otros, que se encuentran formando parte de la materia prima.

Síntesis.- Con sus siglas en Inglés L.O.I. (Loss On Ignition), hace referencia a la pérdida de peso que se presentará en un material al momento de su quema, es decir, la materia orgánica parte de la composición natural al someterse a las altas temperaturas que genera una curva de cocción se incineradas oxidándose a temperaturas entre los 250 °C y los 750° C y se descomponen en forma de gas carbónico, al descomponerse esta materia orgánica se reduce el peso y el volumen de la pieza.

Observación: se usa el mismo espécimen de análisis de la práctica anterior

Equipos y Materiales.

1. Balanza electrónica con precisión de 0.01 g.
2. Tamiz ASTM # 200.
3. Moldes de madera para placa cuadrada
4. Horno con controlador de temperatura.

Procedimiento.

1. El espécimen recién desconchado del procedimiento anterior es pesado y se anota su valor.
2. Una vez seco el espécimen se lo vuelve a pesar, para calcular el porcentaje de agua retenida del material.
3. La placa quemada, una vez enfriada al salir del horno se pesa nuevamente y con este peso calcularemos el L.O.I.



Cálculos.

1. % de Humedad Retenida

$$\% \text{ de Humedad Retenida} = \frac{W_w - W_s}{W_w} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

W_w = Peso húmedo. (g)

W_s = Peso en seco (g)

2. L.O.I.

$$L.O.I = \frac{W_s - W_f}{W_s} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

W_f = Peso después de Quema.

L.O.I = % Perdidas por Ignición.

- **Determinación visual del color de quema de la materia prima. (Método adaptado)**

Objetivo. – Mediante este proceso observamos que algunos materiales al ser quemados no presentan el mismo color de su estado natural como materia prima, lo cual permite predecir qué tipos de arcillas son útiles para cada tipo de producto deseado.

Síntesis. – Nos es claro que las arcillas o materiales no metálicos son la recopilación de materia orgánica de todas las etapas geológicas, las propiedades presentes en cada una dependen intrínsecamente de los compuestos que a estas la conformen, razón por la cual pueden presentar en estado natural un color completamente diferente al de la quema.

Equipos y Materiales.

1. Moldes de Yeso o madera para placas.
2. Horno con control electrónico de temperatura.



3. Sentido de la vista.

Procedimiento.

1. Siguiendo los pasos realizados en el anexo 4 ASTM-C326-03 se obtienen los especímenes que serán analizados.
2. De igual manera que en el anexo 5 mencionada se introducen las piezas al horno con una determinada curva de cocción que simule un proceso industrial.
3. Una vez que han salido las piezas del horno se define sus colores de quema con colores precisos, es decir, Habano Claro, habano Oscuro, Marrón Claro, Marrón oscuro, Amarrillo, Rojo, Rosado, Crema, Blanco, Café, Morado entre otros que se obtengan, evitando hacer desplazamiento de colores en la descripción como, por ejemplo; Amarillo, Rojizo, Casi Rosa, Café, Claro, Oscuro, entre otros.

Luego de haber realizado estos ensayos, se realiza una descripción de las muestras macroscópicas recolectadas en campo, en el Laboratorio de Petrografía de la Universidad Nacional de Loja, identificando minerales en rocas ígneas, teniendo en cuenta a los minerales feldespáticos; asimismo, las muestras de rocas ígneas con potencial de poseer minerales caoliníticos, feldespáticos y arcillosos fueron enviados al laboratorio de Beneficio de Minerales, Sala de Geoquímica Analítica de la Universidad Técnica Particular de Loja, y fueron sometidas al ensayo de Fluorescencia de Rayos X, empleando el equipo Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X portátil S1 Turbo, marca Bruker, en el cual se determinaron elementos mayoritarios (>1%), minoritarios (<1 a 0.1%).

La metodología descrita se esquematiza en la figura 9.

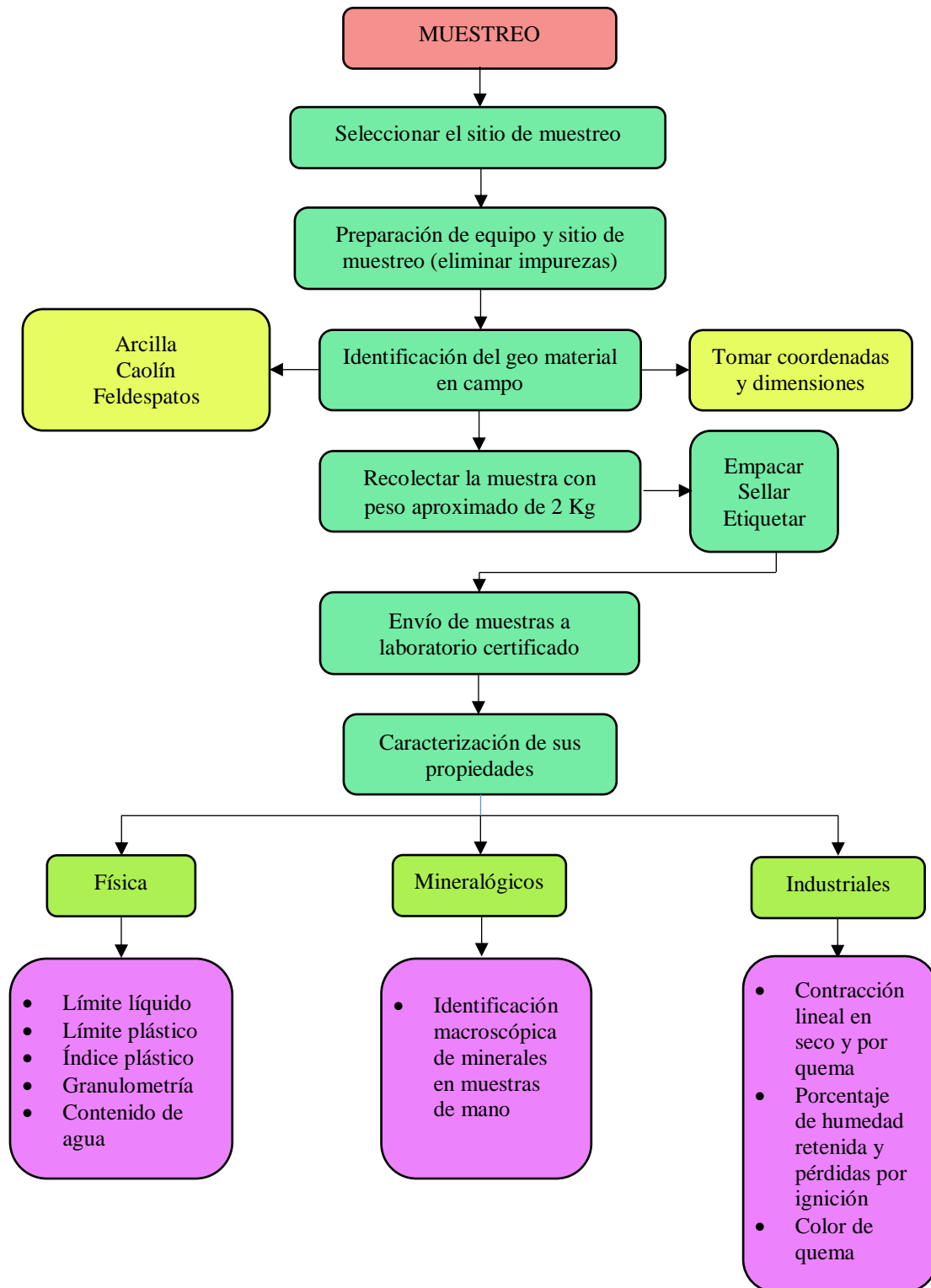


Figura 9. Metodología de muestreo y análisis de las muestras de mayor potencial mineralógico.

Fuente: La Autora (2020).



5.2.3. Metodología para el Objetivo 3.

“Elaborar una base de datos de los minerales no metálicos en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango”

En cualquier proyecto será necesario la utilización de la automatización de los sistemas de información para el manejo de los datos que se obtendrán, la misma que hace necesario crear una base de datos de los Minerales No Metálicos que existen en los cantones en estudio y de las materias no metálicas a ser industrializadas.

Para tal efecto se utilizó el software QGIS, con la herramienta qgis2web, en el que se creó una base de datos georeferenciada, que incluye cada uno de los resultados de los ensayos realizados a las muestras, así como la recopilación de otros datos de interés, como concesiones mineras de minerales no metálicos obtenida de la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM), para que de esta manera la información obtenida quede en una plataforma virtual creada por este software.

6. RESULTADOS

6.2. Ubicación Geográfica.

La provincia de Loja se encuentra ubicada al sur de la región Interandina de la República del Ecuador, a 2100 m.s.n.m., el área de estudio se encuentra al noroeste de la provincia, comprendiendo los cantones de: Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango con una extensión de 2866.62 Km².

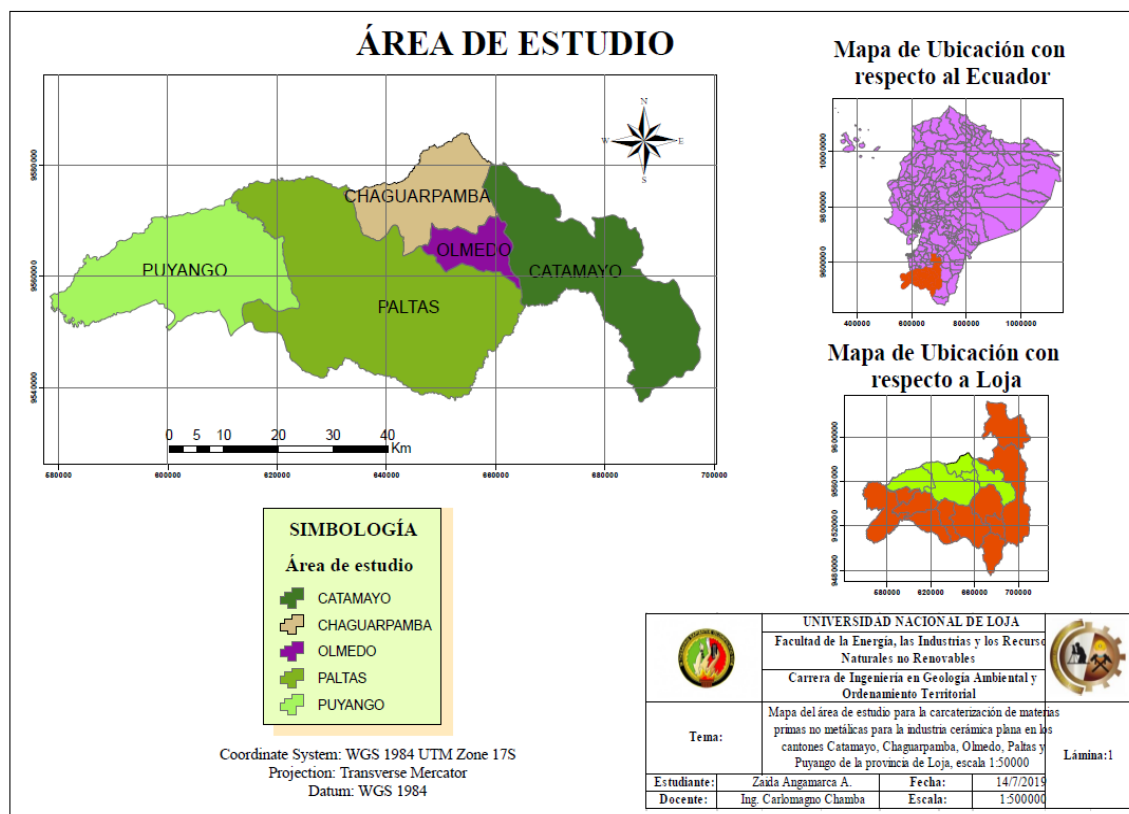


Figura 10. Mapa del área de estudio.

Elaborado por: La Autora (2020).

6.3. Acceso

El acceso terrestre hacia la zona de estudio se lo puede realizar desde la ciudad de Quito y recorriendo aproximadamente 680 km por la vía Panamericana hasta el cantón Catamayo, desde aquí se lo realiza por las carreteras de primer orden Catamayo, San Pedro de la Bendita, Las Chinchas y Velacruz. Dentro de cada uno de los cantones la movilización es adecuada, debido a que existen caminos carrozables de segundo y tercer



orden, caminos de herradura y senderos que conectan a las parroquias y a los caseríos de los cantones de la zona en estudio.

El acceso por vía aérea se realiza desde el Aeropuerto José Joaquín de Olmedo de Guayaquil o Aeropuerto Mariscal Sucre de Quito, hasta el Aeropuerto Ciudad de Catamayo ubicado en el cantón Catamayo, provincia de Loja; luego se realiza el recorrido terrestre.

6.4. Clima

El Clima de la provincia de Loja es generado por factores climáticos comunes a la macrorregión andino (latitud, interacción océano-atmósfera, circulación general y regional de la atmósfera, cubierta vegetal y relieve). Sin embargo, los factores que le otorgan características especiales a la provincia son el relieve (Andes Bajos) y la circulación local de la atmósfera ligada al mismo.

En el área de estudio de acuerdo a la Prefectura de Loja (2014) los climas existentes son: el bioclima Tropical con temperatura media $>22^{\circ}\text{C}$ que corresponde a Olmedo y Catamayo, y el bioclima subtropical con temperaturas entre 18 y 22°C para Alamor, Catacocha, y Chaguarpamba.

6.5. Hidrografía

Como provincia de Loja, su hidrografía está constituida por cuatro cuencas hidrográficas; sin embargo, el área de estudio está compuesto por dos cuencas hidrográficas, al noroeste de la provincia se encuentra la vertiente izquierda de la cuenca del río Puyango, y al centro de la provincia con el 65,11% de su área, se encuentra la cuenca del río Catamayo (720 058,58 ha) dividida en 3 subcuencas: la subcuenca del río Catamayo, al sur la subcuenca del río Macará, que limita con el Perú y al oeste la subcuenca del río Alamor.

Una de las características sobresalientes de la provincia es que, debido a las condiciones orográficas, posee un gran número de corrientes de agua, (alta densidad de drenaje) que sirven de drenes a los terrenos de la misma.

Toda el agua generada en las cuencas se escurre a través de un sistema de drenaje “dendrítico”, característico de ríos de “alta montaña”, genéticamente en estado “juvenil”,



y de “valle” en las partes bajas y planas donde el río ha llegado a su estado de semimadurez, el destino final de estas aguas es otro río o el océano, por lo tanto, son cuencas “exorreicas”. (Prefectura de Loja, 2014).

6.6. Contexto Geológico

6.6.1. Geología histórica y evolutiva.

Los Andes Ecuatorianos son un componente de los Andes del Norte segmentada por la parte Norte de la deflexión de Huancabamba. La acreción repetida de elementos oceánicos y de arco durante el Mesozoico y Cenozoico los distingue de los Andes Centrales al Sur de la deflexión de Huancabamba, que no experimentó una historia de acreción de terrenos. (Hungerbühler, y otros, 2002).

El Ecuador evolucionó en el pre-Cámbrico y durante el Ordovícico-Carbonífero el cratón sudamericano constituyó el basamento sobre el que se depositan en una cuenca ensialica, con rocas de bajo grado metamórfico, con los terrenos que se los denomina del Paleozoico. (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994).

La Cuenca de estudio se desarrolla en el Paleozoico con el depósito de sedimentos semi pelíticos de la Unidad Chiguinda de la división Loja (figura 11), a lo largo de una cuenca marginal intracratónica, durante el Triásico tardío debido a la fragmentación de Gondwana occidental produce un modelo de rift abortado que puede explicar los regímenes extensivos que produjeron la anatexis de la corteza dando como resultado las rocas graníticas de la Unidad Tres Lagunas (Jaillard, y otros, 1996), en el Cenozoico éstas rocas fueron sometidas a complejos sucesos de eventos tectónicos y magmáticos que provocaron su metamorfismo (Aspen, 1992), durante el Jurásico Medio y Tardío tuvo lugar una importante actividad volcano-plutónica tanto en la cordillera Real como en la zona Subandina producto del cambio de dirección en la subducción causando el emplazamiento de granitoides calco-alcalinos (arco volcánico Misahualli). (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994)

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

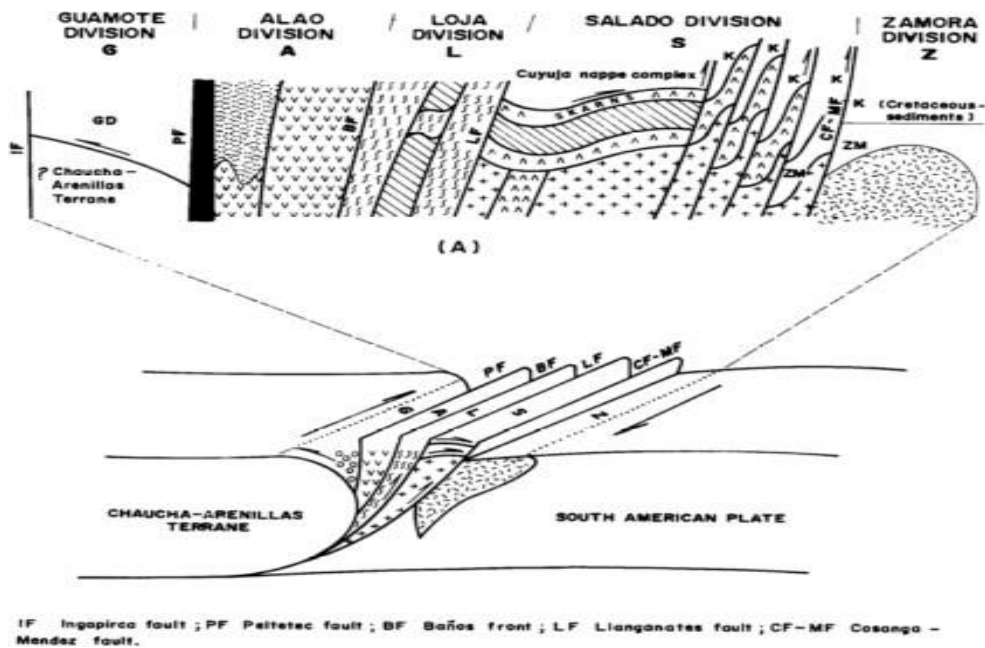


Figura 11. Posible modelo de colisión y disposición de las divisiones litotónicas.
Fuente: Aspen (1992).

Posteriormente en el Paleoceno-Eoceno en un volcanismo de ambiente continental, se formaría un arco volcánico de composición andesítica (evento Sacapalca), definidas como formaciones Sacapalca y Loma Blanca (Kennerly, 1992). En el Oligoceno, el volcanismo cambia a un ambiente más ácido conocido como (evento Saraguro).

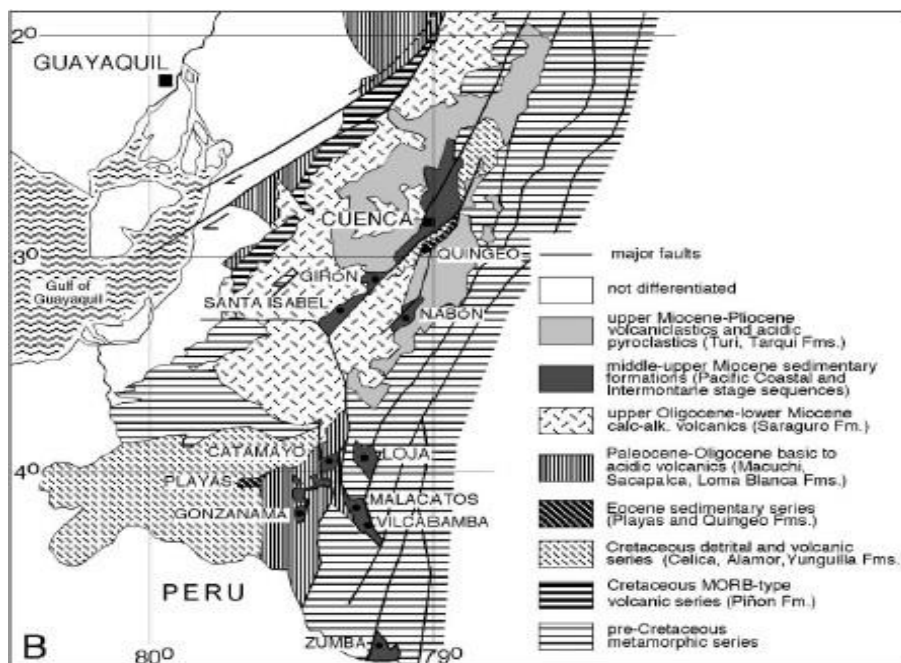


Figura 12. Mapa Geológico del Sur del Ecuador con ubicaciones de las series sedimentarias Miocénicas.
Fuente: Hungerbühler, y otros (2002).

En el Neógeno durante el Mioceno, en este período, localmente se forman cuencas sedimentarias, interpretadas como planicies costeras y zonas de transición marina (Hungerbühler, y otros, 2002). Se desarrollan varias cuencas sedimentarias o depresiones montañosas (figura 12) en la sierra estas cuencas son: Cañar, Girón-Santa Isabel, Nabón, Loja, Vilcabamba-Malacatos, Catamayo Gonzanamá, Quingeo, Playas y Zumba, en los límites de la región tectónica austral, extendidas desde el centro del Ecuador hacia el Sur. En la zona de estudio, en la región sur del país las series sedimentarias Neógenas que se formaron descansan sobre rocas volcánicas o basamento metamórfico y fueron depositadas en dos etapas:

Subsidencia extensional en la región interandina produciendo un ambiente Pacífico costero durante el Mioceno Medio a Tardío (15-10 Ma.)

Inversión tectónica que inició en una compresión orientada E-W controlada por la colisión y acoplamiento de la Cordillera de Carnegie en el margen costero ecuatoriano desde 15-9 Ma.

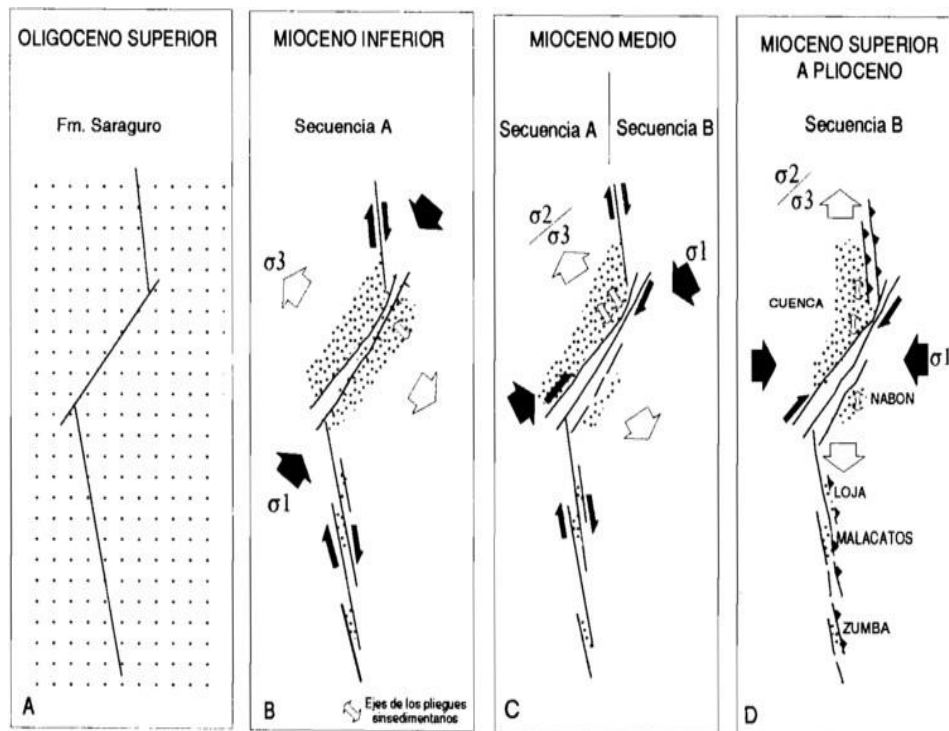


Figura 13. Resumen de la geodinámica de la sierra Sur del Ecuador durante el Neógeno.

Fuente: Marocco, y otros (1993).

Esta etapa compresiva según análisis estructurales sobre las deformaciones dúctiles y frágiles realizados en las cuencas y sus bordes indican que fue constante desde el Oligoceno Superior hasta el Plioceno, cuya evolución geodinámica se debe a una rotación de esfuerzos que inicia con la deformación de los sedimentos de la primera gran secuencia A (Figura 13.a, b.) indicando una evolución de la dirección de acortamiento desde NNE-SSW(N23°E) hasta ENE-WSW (N64°E) y las segunda gran secuencia B (Figura 13.c,d) cuya dirección de acortamiento varía de E-NE-WSW (N71°E) a aproximadamente E-W (N°170°E). (Marocco, y otros, 1993).

6.6.2. Geología Regional

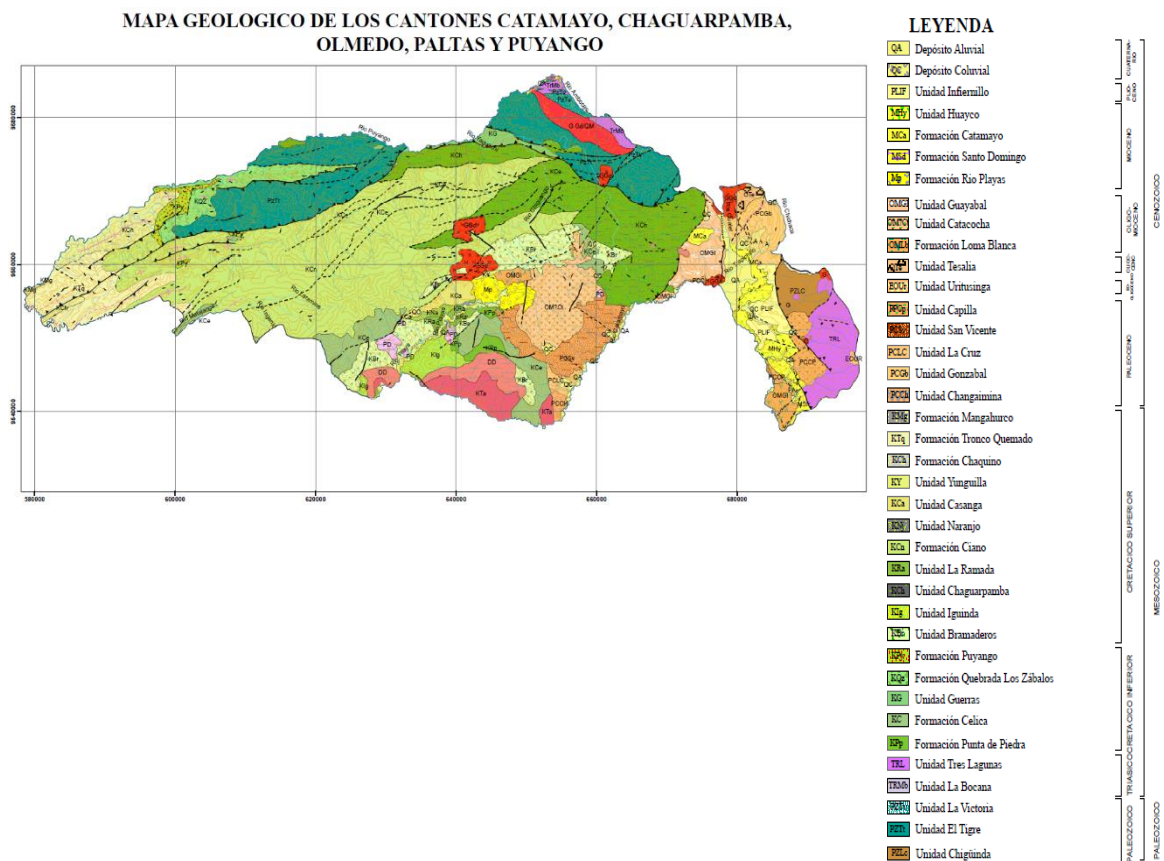


Figura 14. Mapa de la geología regional de la zona de estudio.

Elaborado por: La Autora (2020).

Fuente: INIGEMM (2017).

El Ecuador forma parte de los Andes Septentrionales, ubicados al norte de la deflexión de Huancabamba y desarrollados como resultados de la acreción de varios terrenos



alóctonos en diferentes eventos contra la placa Continental Sudamericana. (Hungerbühler, y otros, 2002)

De acuerdo a la disposición de las divisiones litotectónicas del Paleozoico propuestas por Aspen (1992) y separadas por fallas regionales de N-S, la Cuenca de estudio se encuentra ubicada dentro de la división de los terrenos Olmos – Loja que está constituido por la Unidad Sabanilla lo cual presenta un metamorfismo de grado medio a bajo. La Unidad Chiguinda de edad Paleozoico conformado por paquetes de filitas y pizarras negras que rodean los granitoides Sabanilla y Tres Lagunas. La Unidad Chiguinda se encuentra como basamento en la Cuenca de estudio.

Las Cuencas intramontañosas del Sur del Ecuador se caracterizan por presentar episodios de apertura donde se acumularon sedimentos y episodios de cierre donde se deformaron y levantaron. El ambiente de depositación puede alternar entre secuencias sedimentarias litorales y continentales neógenas que durante su depositación tuvieron interacción con un volcanismo sincrónico, además de presentar evidencias de tectónica sin sedimentaria. (Hungerbühler, y otros, 2002)

La mayor parte de estas cuencas se asientan sobre un basamento metamórfico y/o volcánico que conforma la parte suroccidental de la Cordillera Real y aparte de segmento Sur-Oriental de la Cordillera Occidental. La Cordillera Real está formada esencialmente por rocas metamórficas de edades pre-cretácicas asociadas con depósitos sedimentarios y volcánicos sedimentarios de ambientes marinos y continentales clasificados en sus diferentes unidades y dominada por una deformación polifásica. (Hungerbühler, y otros, 2002).

Dentro de la geología regional se destaca que la Cuenca Catamayo, se encuentra dentro del graben Catamayo – Cariamanga – Huancabamba. Es importante destacar que rocas de la Formación Sacapalca de edad Paleocénica son las que predominan el área de estudio teniendo facies volcánico sedimentarias, en un ambiente tectónico erosivo. Hacia el Sur-Este se extienden las rocas de la Formación Loma Blanca formado por un ambiente de arco volcánico continental y al este encontramos rocas metamórficas de la Formación



Chiguinda derivada de una fuente continental, probablemente en una cuenca intracratónica.

La Formación Sacapalca regionalmente no continua al Norte del Ecuador, pero si es característica para los Andes Centrales. La Formación Saraguro es la continuación de la Formación Sacapalca, estas dos formaciones son características para la evolución orogénica de todo el cinturón de los Andes Centrales. Estos grandes cinturones vulcanogénicos que asoman en Ecuador, Perú y Chile, en la actualidad se los reconoce más por la edad que tienen, es decir se lo denomina cinturón volcánico Neogénico, debido a que termina su evolución en el Neógeno, y comienzos del Paleoceno con la depositación del volcanismo regional del grupo Saraguro. (Álvaro, 2012)

Material volcano sedimentario cubre la Cuenca Catamayo, característicos de la Formación Gonzanamá depositada en un entorno marino marginal de ambientes lagunares y lacustres de agua salada. La Formación Catamayo de edad Miocénica se encuentra distribuida en la zona Sur del poblado, Hungerbühler, y otros (2002) sugiere que se desarrolló en un ambiente fluvial y de llanura de inundación costera.

6.6.2.1. Formaciones Geológicas

Unidad Chiguinda: (PzLc). (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994). Se encuentra bien expuesta a lo largo de las carreteras Loja-Zamora y Loja-Catamayo.

Consiste de rocas metamórficas de bajo grado desde pizarras y filitas hasta esquistos grafitosos, variablemente intercaladas con cuarcitas. Se infieren contactos tectónicos con las otras unidades metamórficas y forma el basamento de las unidades terciarias. (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994) asignan para la unidad Chigüinda una edad del Devónico al Pérmico y se la interpreta como una secuencia derivada de una fuente continental, probablemente en una cuenca intercratónica o de margen pasivo. Chew, y otros (2007) reportan una datación U /Pb en zircón detrítico de 362 ± 12 Ma.

Unidad El Tigre (PzTt). (Aspden, Bonilla, & Duque, 1995). Se proyecta como una delgada faja limitada por fallas al NO de la zona de estudio. Aflora principalmente en la vía El Cisne-Portovelo (UTM: 674744E; 9575198N). Consiste de una secuencia de areniscas, limolitas y lutitas no metamorfizadas, además de cuarcitas, pizarras, filitas y



metagrauvacas verdosas, intercaladas entre sí. Aspden, Bonilla, & Duque (1995), infieren una edad Paleozoica para esta unidad.

Unidad La Victoria (Pz Tv). (Aspden, Bonilla, & Duque, 1995). Buenas exposiciones se observan a lo largo de la vía El Cisne-Portovelo (UTM: 668568E; 9576509N). Consiste de pizarras grises, filitas micáceas con tonalidades marrones y cuarcitas negras; localmente se presentan esquistos con moscovita y biotita. La edad reportada por Aspden, Bonilla, & Duque (1995) es Paleozoica y, para el metamorfismo una edad Triásica Tardía.

Unidad El Prado (TrMp). Aflora hacia el noreste de la carta geológica de Zaruma por los sectores El Prado, y en las quebradas Chaupi y Usulaca, en una franja de dirección NO-SE. Está incluido dentro del complejo de granitoides Moromoro.

Afloramientos tipo han sido observados al este del poblado El Prado en la Quebrada Chaupi y Quebrada Usulaca. Está compuesto por granodiorita biotítica y cuarzo monzodiorita. La roca es masiva, de grano medio, meteorizada, presenta x enolitos ígneos y numerosos diques. No se ha determinado su edad, pero de acuerdo a la similitud composicional y estructural con el Plutón Marcabelí sugiere que los dos son de la misma edad: Triásica Tardía. (Aspden, Bonilla, & Duque, 1995)

Unidad Agoyán (Pz La). (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994). Proyectada hasta el norte de la cuenca de Loja, en el sector de Quilloloma hasta Solamar. Está constituida por esquistos biotíticos intercalados con cuarcitas grises que regularmente presentan segregación de biotita, y paragneises con bandeamiento de cuarzo y biotita. Litherland, Aspend, & Jemielita (1994) la interpretan como de edad Paleozoica.

Unidad La Bocana (TR Mb). (Aspden, Bonilla, & Duque, 1995). Se proyecta a lo largo de las vías El Cisne-Portovelo y Chunchi-Salatí (UTM: 667606E; 9579838N). La unidad se compone de metagranodioritas con xenolitos predominantemente metasedimentarios, paragneises que gradúan a gneises migmatíticos y localmente a ortogneises. Puesto que los autores le describen como parte del complejo granitoide Moromoro, se reporta una edad Triásica Tardía para esta unidad. (Aspden, Bonilla, & Duque, 1995).



Unidad Guerras (KG). Esta unidad se encuentra en la parte Central de la hoja geológica ex puesta como franjas elongadas este – oeste. Las rocas tipo de esta unidad ocurren en el sector de Guerras, al sur del caserío Los Amarillos y en el sector Yucanamá margen izquierdo del río Puyango. Comprende una secuencia de rocas sedimentarias siliciclásticas estratificadas de grano medio a grueso incluyendo niveles de conglomerados, aglomerados de tonalidad verde-púrpura, intercalados con niveles de arcillas rojas, El rumbo preferencial es NE-SO, buzando al SO, algunos niveles contienen árboles silicificados. Esta unidad por su posición estratigráfica con respecto al Bloque Amotape Tahuin y por la relación con la Unidad Grawacas Basales (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999), se establece una edad Jurásico Tardío a Cretácico Temprano.

Unidad Punta De Piedra (KPP). Se extiende por toda la parte sur- occidental de la hoja geológica de Cariamanga. Las rocas tipo ocurren en un sector del río Catamayo y al NO de Sozoranga. Los gabros afloran en el sector de Río Playas y en Pishinamaca al SE del área. La secuencia comprende principalmente basaltos de afinidad toleítica y gabros en menor proporción. Los basaltos ocurren como mantos masivos fracturados de color negro verdoso, textura afanítica, contienen principalmente plagioclasa, piroxeno y olivino. Los gabros, se encuentran junto con los mantos lávicos y constituyen cuerpos intrusivos pequeños de color negro y textura fanerítica. Se encuentra sobreyacida transicionalmente por la Unidad Celica e intruída por el Batolito de Tangula y en base a correlaciones estratigráficas con rocas sedimentarias-volcánicas de Alamor-Punta Piedra, correspondería al Cretácico Temprano (Egüez & Poma, 2001). Se interpreta como el basamento de la parte S de Alamor-Punta Piedra, formada por un volcanismo submarino, de afinidad toleítica tipo arco de islas, ahora emplazada en el continente.

Unidad Quebrada Los Zábalos (KQz). Esta unidad se encuentra expuesta en la zona central oeste de la hoja geológica, como una faja que se extiende con dirección este - oeste. Las rocas tipo que constituyen a la unidad afloran, en la confluencia de las quebradas Chinchanga y Tunima. Las rocas de esta unidad comprenden conglomerados, areniscas conglomeráticas, areniscas cuarzosas de grano medio de coloración crema a



rojizo, grauwacas con intercalaciones de areniscas de grano fino y limolitas, secuencias sedimentarias que contiene, árboles silicificados

Esta unidad hacia el norte, sobreyace discordante a las rocas metamórficas de El Tigre, mientras que el contacto hacia el sur con el bloque levantado de la unidad El Tigre es tectónico. La edad para esta unidad según Shoemaker (1997) determinó, Araucariaceae del Cretácico Temprano, relacionada con la Formación Bosque de Piedra, se atribuye una edad Cretácico Inferior para la secuencia en base a la correlación con el Conglomerado Gigantal del Perú (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999).

Formación Mangahurco (KMg). - Se expone una pequeña parte en la zona suroeste del mapa geológico, se observa en el camino hacia Gramadal en el sector de Totumo (UTM: 572930E; 9557994N). La localidad tipo se encuentra en el poblado de Mangahurco (UTM: 563638E; 9540709N) dentro del mapa geológico Alamor 1:100 000. Presenta grandes paquetes cíclicos de areniscas finas y lutitas de color café oscuras fisibles, donde predominan estas últimas. Se observan nódulos lutáceos redondeados no mayor a los 20 cm, contiene esporádicos estratos de calizas, brechas y microconglomerados de aporte sedimentario, existen diques sedimentarios arenosos que atraviesan zonas de fallas menores y diaclasas. Los fósiles encontrados no están bien preservados, pero se diferencian bivalvos y restos de plantas. Se considera un espesor entre 200 y 400 metros. En la cuenca Lancones en Perú correspondería a la sección media alta de la Formación Los Encuentros que se le asigna una edad de Turoniana (Reyes & Caldas, 1987).

Formación Celica. (KC). Esta unidad en la hoja geológica se encuentra ex puesta como cuerpos alargados que se extienden en una dirección preferencial noreste –suroeste, hacia el este son cuerpos de menor dimensión. Se redefine en este trabajo como una secuencia, volcanoclástica proximal de grano medio a grueso intercalada con mantos de lava. Las rocas de esta unidad constituyen lavas, hialoclástitas y microbrechas volcánicas de coloración gris verdosa, las rocas son masivas, fracturadas, silicificadas y con sulfuros. Los contactos al sur de Orianga con la Unidad Ciano son tectónicos, y hacia el este de la hoja los volcanosedimentos sobreyacen a las rocas de esta unidad. En base a datos bioestratigráficos y edad de la serie oriental de la cuenca sedimentaria Lancones-Celica



en la sección de Río Playas, hace una correlación estratigráfica, en la cual con la Unidad Celica se le atribuye al Albiano. (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994).

Formación Tronco Quemado (KTq). - Se encuentra en los alrededores de La Esperanza (UTM: 588059E; 9558033N). La zona tipo está definida en el mapa Alamor 1:100 000, en el sector denominado Tronco Quemado (UTM: 567699E; 9508409N). Predominan estratos métricos de areniscas feldespáticas (arcosas) de tamaño fino – medio con nódulos carbonatados y lutáceos de varios tamaños, pero con forma predominantemente esférica, al tope se aprecia una disminución de los paquetes de areniscas en beneficio de las lutitas, se encuentran estratos de brechas con líticos sedimentarios y lutitas con cemento carbonatado. Se estima un espesor aproximado de 300 metros. Por posición estratigráfica se asociaría con la Formación Jahuay Negro de la cuenca Lancones en Perú, estableciendo una edad de Cenomaniano Superior – Turoniano. (Reyes & Caldas, 1987), (Reyes, 1989), (Jaillard, y otros, 1998).

Unidad Bramaderos (KBr). Esta unidad se encuentra expuesta al sureste de la zona de estudio como una faja que se extiende con dirección preferencial noreste-suroeste. Se definió como una secuencia volcanoclástica distal de grano fino. Afloramientos para estas rocas, ocurren al noreste de la población de Cangonama en la vía El Cascajo-San Antonio. Esta unidad constituye de aglomerados volcánicos con líticos de lavas basálticas y andesita basáltica de color negro, rojizo y verde, soportados en una matriz tobácea de color gris verdoso.

En el sector El Carmelo rocas sedimentarias que ocurren como un techo colgante sobre un cuerpo intrusivo, atravesado por diques andesíticos se ha considerado como facies marinas locales. La relación estratigráfica, de la unidad Bramaderos sobreyacida por rocas sedimentarias de edad Santoniano-Maestrichtiano (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999) y que Celica corresponde al Albiano, a esta unidad se le asigna una edad correspondiente al Cenomaniano.

Unidad Tres Lagunas (TRL). (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994). Los principales afloramientos se encuentran en la vía Salapa Alto-Quebrada Solamar y a lo largo del río Tambo Blanco (UTM 706570E; 9583592N). Consiste de cuerpos masivos de granitoides



variabilmente cizallados de grano medio a grueso, con plagioclasa, moscovita, biotita y fenocristales de cuarzo azul. Al norte de Loja, la unidad se encuentra intruida por el Batolito de San Lucas. Litherland, Aspend, & Jemielita (1994), señalan una edad de 227,6 Ma. \pm 3,2 Ma, e interpretan estos granitoides como granitos tipo S emplazados en una zona de rift.

Unidad Chaguarpamba (KCh). Los principales afloramientos se encuentran en la carretera San Pedro de la Bendita-Las Chinchas-Zambi y en la margen derecha del río El Ari (UTM: 677088E; 9579317N). Consiste de una secuencia de areniscas tobáceas de grano fino a medio, color verdoso, localmente con intercalaciones de lutitas. En el sector de Zambi aflora una secuencia rítmica formada por lutitas verdes, limolitas café verdosas y areniscas de grano fino color gris. Está considerada como las facies distales de la Unidad Bramaderos y se le atribuye al Cenomaniense (INIGEMM, 2017).

Unidad La Ramada (KRa). Se la define como unidad La Ramada en base a su distribución espacial, posición estratigráfica, litología y composición mineralógica. Esta unidad se encuentra en la parte centro N de la hoja, al S de El Naranjo, formando las colinas bajas que bordean la parte S de las unidades sedimentarias cretácicas que rellenan la cuenca del Río Playas. Las rocas tipo se encuentran en la vía El Naranjo-La Ramada, en la vía Zapotepamba-Motiuurco y en el sector del Puente de Playas. La litología constituye una secuencia de tobas aglomeráticas grises, intercaladas con areniscas de color gris claro y café, y grauvacas parduzcas. La secuencia se encuentra cubierta por una gran cantidad de vetillas de calcita y cuarzo dando un aspecto blanquecino en superficie. Se encuentran sobreyaciendo en concordancia a la secuencia volcanoclástica de la unidad Bramaderos y subyaciendo en discordancia a la unidad Naranjo. Debido a su posición estratigráfica se le asigna de edad Turoniense-Coniaciense. (INIGEMM, 2017).

Unidad Ciano (KCn). Se encuentran ex puestos como una faja que se extiende en dirección noreste-suroeste del área de investigación definido por Kennerley (1973). Afloramientos de esta unidad localizados en el curso de la quebrada Zamanga La Chorrera, al sur de El Limón, en el Sector la Florida, Buenavista y en el curso inferior de la quebrada Shoa. La secuencia comprende lutitas, areniscas de grano fino, arcillolitas y limolitas bien estratificados de color negro y en ocasiones mineralización de pirita.



Plegamiento y bajo metamorfismo ha dado lugar a la formación de metasedimentos y pizarras de color marrón. Esta unidad al sureste, descansa discordantemente sobre la Unidad Bramaderos, mientras que el contacto hacia el norte con las rocas metamórficas de la Unidad El Tigre y la Unidad volcanosedimentaria Chaguarpamba es tectónico. Por su posición estratigráfica se le atribuye al Coniaciano-Santoniano.

Formación Puyango (KPy) (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999). Se encuentra en el camino antiguo a Alamor (UTM: 602571E; 9570367N). Está constituida por calizas negras con niveles finos de lutitas calcáreas y calciarenitas, están fuertemente deformadas y cortadas por vetillas de calcita, la presencia de fósiles es muy común, ya sea a escala micro como macro, se encuentran amonites que alcanzan hasta los 50 cm. En el sector conocido como la Playa del Gringo (UTM: 598426E; 9570461N), afloran calizas grises fosilíferas con abundantes restos de bivalvos, también es posible encontrar amonites y restos de colonias pequeñas de corales. Se considera como equivalente a la formación El Muerto de la zona peruana, ya sea por dataciones paleontológicas como por posición estratigráfica. Se define un espesor de 300 metros para la formación. Sobreyace concordantemente a la formación Quebrada Los Zabalos y está cubierta en discordancia angular por la Formación Chaquino del Grupo Zapotillo. Shoemaker (1997) atribuye una edad de Albiano Temprano a Tardío.

Unidad Zambí (KZ). La unidad Zambí (Kennerley, 1973), definida como secuencia tipo flysch que aflora como una franja con dirección preferencial NO-SE. Los afloramientos más representativos se localizan en la vía Las Chinchas-Zambí-La Primavera. Conformada por rocas sedimentarias afectadas por un bajo grado de metamorfismo conformadas por lutitas negras y pizarras, las rocas presentan deformación frágil y dúctil, intercalada por areniscas de grano fino de color crema y limolitas meteorizadas y fracturadas. Esta unidad en la zona sureste descansa discordante sobre los volcanosedimentos de la unidad Chaguarpamba al norte y hacia el sur en contacto tectónico con los depósitos volcanoclásticos de las Unidades Celica y Bramaderos.

La edad de esta unidad ha sido establecida en base a un fósil (*Platyceramussp*) encontrado cerca de las Chinchas el cual indica un intervalo de Coniaciano Temprano a Maestrichtiano (Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot, 1999).



Formación Yunguilla (Ky). En la hoja geológica de Zaruma se restringe a la zona sureste una secuencia de rocas sedimentarias carbonatadas de coloración negra, intercaladas con capas de areniscas calcáreas y lutitas negras, con vetillas de calcita, deformadas y fracturadas. Afloramientos tipo asignados a esta unidad se localizan cerca del poblado Yamana y en la vía entre Velacruz –Aguasillas. Esta unidad aflora como lentes tectónicas como resultado, de la acción de la Falla Yamana que coloca en contacto fallado a las adyacentes Unidades Río Playas y Loma Blanca. Basados en una colección de foraminíferos de la sección tipo en los alrededores de Alambi. Hughes & Bermudez (1997) y Jaillard, Laubacher, Bengtson, Dhondt, & Bulot (1999) reportan una edad Campaniano – Maastrichtiano.

Unidad Changaimina (PcCh). (INIGEMM, 2017). Su mejor exposición se encuentra fuera del área de estudio, en las márgenes del río Catamayo (UTM: 672072E; 9557055N). Está formada por lavas andesíticas básicas de color gris verdoso, con textura afanítica a subporfirítica. La edad atribuida para esta unidad se basa en dataciones realizadas por Hungerbühler (1997) en una muestra de lava, datada de $66,9 \text{ Ma} \pm 5,8 \text{ Ma}$.

Unidad La Cruz (PcLc) (INIGEMM, 2017). Aflora en el sector de Los Encuentros (UTM: 666290E; 9537500N) extendiéndose hasta el sector de Potrerillos. Consiste de una secuencia volcánico clástica con aglomerados, brechas piroclásticas e ignimbritas de composición andesítica; localmente se intercalan capas centimétricas de microconglomerados con clastos metamórficos. Se infiere que la edad es paleocénica por sus relaciones estratigráficas.

Unidad Capilla (PcCp). Definida en este trabajo por los afloramientos en la parte alta del poblado Capilla (UTM: 688966E; 9546544N). Está constituida principalmente por andesitas y andesitas basálticas de color verde oscuro, junto a brechas volcánicas con líticos andesíticos y flujos aglomeráticos. Por sus relaciones estratigráficas la edad asumida es Paleocénica.

Unidad San Vicente (Pc Sv). Se encuentra en la parte este de la hoja geológica, rellenando la cuenca del río Catamayo entre la localidad de Las Cochas al N y El Suche y Vega al S. Afloramientos de esta unidad se encuentran en la vía Catacocha-San Vicente-



Sacapalca. La secuencia comprende rocas volcanosedimentarias, depositadas en una llanura de inundación cuyas litologías principales consisten de limolitas tobáceas, pasando a tobas, tobas de lapilli e ignimbritas de composición andesítica de tonalidades grises, areniscas volcánicas finas, estratificadas de coloración verde claro, violeta, amarillo o marrón; en menor proporción se encuentran aglomerados y esporádicos conglomerados mal clasificados con clastos de rocas volcánicas de composición andesítica de color gris, púrpura y verdoso. Estas rocas aparecen localmente plegadas con ejes en dirección aproximada N-S, lo cual evidencia un nuevo evento tectónico. Hacia el N, las rocas de esta unidad son sobreyacidas en discordancia por la Unidad Catacocha, mientras que hacia el sureste se encuentran subyacidas en discordancia por las Unidades Changaimina y La Cruz. Por correlaciones estratigráficas, a esta unidad se la puede atribuir al Paleoceno Superior. (INIGEMM, 2017).

Unidad Gonzabal (PcGb). Inicialmente cartografiada como parte de la Formación Sacapalca (Pratt y otros, 1997). Consiste de una secuencia volcano sedimentaria, cuyos principales afloramientos se encuentran a lo largo de las vías Catamayo-Gonzabal y Taquil-Chantaco. La secuencia incluye tobas líticas, brechas, niveles conglomeráticos granodecrecientes con estratificación cruzada local y lavas andesito-basálticas subporfíricas. La unidad se encuentra en contacto fallado con la Unidad Chigiinda y subyace discordante a la Formación Catamayo y a las unidades Oligocénicas, por lo que se infiere que es de edad Paleocénica Tardía. (INIGEMM, 2017).

Unidad Uritusinga (EOUr). Definida en el presente trabajo por los afloramientos de la vía Punzara Grande-Malacatos en el sector del cerro Uritusinga (UTM: 697253E; 9546395N). Se compone de flujos piroclásticos de brechas polimícticas y tobas dacíticas con cristales de cuarzo y biotita. Se encuentra discordante y aislada sobre el basamento metamórfico, pero se estima equivalente a la Formación Loma Blanca con una edad Eoceno-Oligoceno. (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994).

Formación Loma Blanca (OMLb) (Kennerley, 1973). Los principales afloramientos se encuentran a lo largo de la vía Malacatos – Purunuma. Afloran brechas volcánicas polilíticas, con niveles de tobas andesíticas púrpuras y areniscas volcánicas del mismo color y grano fino, con las que se intercalan localmente flujos de lavas andesíticas. Al



noroeste de Catacocha se reportan edades de $40,6 \pm 5,4 - 22,5 \pm 0,9$ Ma (Hungerbühler, y otros, 2002).

Unidad Tesalia (OTe). Definida en este proyecto por sus exposiciones en la parte alta de Chuquiribamba (UTM: 683236E; 9576080N) y en los alrededores del poblado de Tesalia (UTM: 681 838E; 9 573 685N). Consiste de brechas y autobrechas volcánicas de composición básica a intermedia y lavas andesíticas afaníticas a porfiríticas de colores gris verdoso y púrpura. Se encuentra en contacto discordante sobre la Unidad Gonzabal, mientras que al oeste sobreyace discordantemente a la Unidad Guayabal. Para esta unidad se estima una edad Oligocénica. (INIGEMM, 2017).

Unidad Catacocha (OCat). Se encuentra expuesta al SE de la hoja geológica de Zaruma, comprende una secuencia volcanoclástica de composición intermedia a ácida. Afloramientos representativos de esta unidad, al sureste de la zona de estudio, en la carretera El Sigiro-Velacruz-Chivatos. Esta unidad, consiste de aglomerados, brechas y tobas masivas de color gris, púrpura de composición intermedia a ácida, en proceso de alteración a caolín y arcillas, con intercalaciones de flujos laharíticos distales y areniscas. Los contactos de la Unidad Catacocha hacia el este y oeste con las unidades Cretácicas Celica y Bramaderos respectivamente son discordantes, a esta Unidad se le asigna una edad correspondiente al Oligoceno-Mioceno. (Litherland, Aspend, & Jemielita, 1994)

Unidad Guayabal (OMGI). Se la define en este proyecto como una secuencia volcanoclástica de composición intermedia a ácida. Los principales afloramientos se localizan en los cortes de la carretera Catamayo-San Pedro de la Bendita-Las Chinchas. Exhibe principalmente lavas andesíticas afaníticas y tobas de colores grises intercaladas con tobas riolíticas de color blanquecino. Por sus relaciones estratigráficas se infiere una edad Oligo-Miocénica. (INIGEMM, 2017).

Unidad Río Playas (MRp). Esta unidad en la hoja geológica de Zaruma se encuentra expuesta en la zona centro sur del área de estudio sector de Yamana. Litológicamente comprende depósitos fluviales dominados por conglomerados mal clasificados, alternando con areniscas semiconsolidadas y limolitas, alterados de tonalidades amarillentas y rojizas. En este trabajo, en el que se evidencia que la Unidad Catacocha



atribuida al Oligoceno-Mioceno se encuentra subyaciendo a esta unidad, se puede afirmar que la Unidad Río Playas correspondería al Mioceno. (INIGEMM, 2017).

Formación Santo Domingo (MSd) (Hungerbühler, 1997). Los afloramientos tipo se presentan a lo largo de la vía Malacatos – El Tambo y en los sectores Santo Domingo y La Merced. Está formada por una asociación de facies inferior formada en su mayor parte por niveles lutíticos y evaporíticos (Miembro Yesos) graduando lateralmente a una asociación de facies con lutitas, areniscas, capas de turba y carbón (Miembro Carbón). Sobreyace concordante a la formación San José y se infiere un paso transicional a la formación San Francisco. Se reportan dataciones entre $14,6 \pm 1,8$ a $12,0 \pm 1,2$ Ma y se propone como ambiente de depósito una llanura lutítica con influencia mareal surcada esporádicamente por canales distributarios (Hungerbühler, y otros, 2002).

Formación Catamayo (MCa). (Jaillard, y otros, 1996). Los principales afloramientos están ubicados alrededor del poblado de Catamayo en la cuenca sedimentaria del mismo nombre. Según Reyes, Michaud, Carbonel, & Fomari (2008), la formación consiste de un miembro basal compuesto por conglomerados intercalados con lutitas púrpuras y areniscas amarillas de grano grueso. El miembro intermedio con lutitas de varias coloraciones, alternadas con areniscas finas de color blanco y amarillo. El miembro superior consiste de calizas intercaladas localmente con yesos y lutitas blancas. Los sedimentos sobreyacen discordantes a la Unidad Gonzabal y subyacen discordantes a los flujos laharíticos de la Unidad Infiernillo. Jaillard, y otros (1996), interpretan las facies como llanuras de inundación costera y fluvial para la parte baja, un sistema fluvial dominante para la parte media y, de llanura costera con intervalos de incursiones marinas y fluviales para la parte alta. Hungerbühler (1997), asume una edad del Mioceno Medio.

Unidad Huayco (MHy). Definida por afloramientos ubicada en el sector del Huayco, cerca de la quebrada Jacapo (UTM: 684335E; 9547334N) y en el sector de La Era (UTM: 688620E; 9544568N). Consiste de aglomerados con clastos de andesitas porfíricas en matriz arenosa, con intercalaciones de flujos de brechas volcánicas. Por las relaciones estratigráficas, su edad se estima como Miocénica. (INIGEMM, 2017).



Unidad Infiernillo (PIIf). Definida en este trabajo en los afloramientos expuestos en la vía Catamayo-El Tambo. Consiste de una secuencia de flujos laharíticos, medianamente litificados y meteorizados, con cantos y guijarros de andesitas porfiríticas. Se observan además conglomerados de color café, con clastos andesíticos subredondeados a redondeados. Esta unidad sobryace discordante a los sedimentos de la Formación Catamayo y en contacto tectónico con las rocas metamórficas de la Unidad Chigüinda. Se infiere que es de edad Pliocénica, según las relaciones estratigráficas observadas. (INIGEMM, 2017).

Depósitos Cuaternarios

Depósitos Glaciares (QG). Se observan en las zonas altas de la cordillera, en el sector de las Lagunas del Parque Nacional Podocarpus. Incluyen morrenas con tillitas en circos glaciares y valles en U. (INIGEMM, 2017)

Depósitos Coluviales (QC). A manera de avalancha de escombros aparece en el sector de Palotine; flujos de detritos y deslizamientos también afectan las vías a Malacatos y San Pedro de Vilcabamba. Generalmente incluyen material poco consolidado, con componentes de las fuentes metamórficas y/o volcánicas. (INIGEMM, 2017)

Depósitos Aluviales (QA). Se encuentran en las márgenes de los ríos Solanda, Malacatos, Zamora Huayco, Catamayo y Chinguilamaca y en el sector de Quinara. Están constituidos por material poco consolidado con cantos y bloques de rocas metamórficas y volcánicas. (INIGEMM, 2017).

Rocas Intrusivas

Dioritas (DD). Se encuentran en la vía Sasaco – Matala (UTM: 678757E; 9538636N). Son rocas masivas, fuertemente diaclasadas, de color gris oscuro, textura alotriomórfica con cristales de plagioclasa y anfíbol, localmente con alteración propilítica. (INIGEMM, 2017).

Granodioritas (G Gd). Estos cuerpos intrusivos han sido definidos por diferentes autores e identificados como El Tingo, Rodanejo y Palo Blanco. (INIGEMM, 2017).



Granitos (G G). Los principales intrusivos graníticos se ubican en el sendero que parte de la antigua vía Loja – Catamayo (UTM: 687611E; 9555262N) y hacia el poblado El Tambo. Los granitos son de color moteado blanco y negro, textura fanerítica, con cuarzo, feldespatos y biotita.

Locales zonas con alteración argílica. El intrusivo El Tingo de 47 Ma se ubica cerca de Nambacola (UTM: 676774E; 9556894N). Es una roca plutónica de color gris claro, con textura fanerítica, a veces con xenolitos de andesitas basálticas que pertenecerían a la Unidad Changaimina. Los minerales principales que presenta son cuarzo, plagioclasa, feldespatos alcalinos y anfíbol. El intrusivo Palo Blanco que tiene 21,2 Ma (Jaillard, y otros, 1996) se encuentra expuesto en la carretera Pueblo Nuevo – Corra l Chico (UTM: 667 714E; 9 542 648N). El intrusivo tiene textura fanerítica, de tonalidad gris claro, con plagioclasa y anfíbol. (Kennerley, 1973)

El intrusivo Rodanejo de edad de 38,7 Ma toma su nombre de la quebrada Rodanejo ubicada en la parte centro oeste del área y en la quebrada Santo Tomás (UTM: 673646; 9550136N). Es de textura fanerítica con plagioclasa, cuarzo, feldespatos alcalinos y anfíbol. (Hungerbühler, y otros, 2002)

6.6.3. Geología Estructural

La zona de estudio está afectada por estructuras de naturaleza frágil, fallas y de naturaleza dúctil, zonas de cizallamiento y plegamiento. Se tiene varios sistemas de fallas regionales y fallas menores asociadas con una tendencia dominante de dirección N-S y NE-SO.

Las formaciones cretácicas sedimentarias forman parte nororiental de la cuenca Alamor-Lancones, la misma que se encuentra afectada por sistemas de fallas regionales y locales con direcciones predominantes NE-SO y NNE-SSO. Este sistema de fallas genera un control estructural evidente sobre la morfología a lo largo de toda la cuenca. (INIGEMM, 2017). Además, al noroccidente en el poblado El Huásimo se observa una falla de gran importancia ya que pone en exposición y provoca importantes deformaciones a la formación Puyango, asociada a esta se tienen fallas locales con dirección E-W.

Al sureste del poblado Jorupe en la vía principal hacia Alamor se encuentra la falla denominada Cebollal, tiene componente inverso y presenta pliegues de arrastre, claros



indicadores cinemáticos y material producto de la falla, la zona de cizalla es de aproximadamente 4 metros, esta falla marca el contacto entre las formaciones Puyango y los volcánicos Celica, además contribuye en gran medida a la exposición de estos últimos a lo largo de la quebrada Cebollal.

En el cantón Puyango existe la falla Balsal se sitúa en el basamento metamórfico y las formaciones sedimentarias que conforman la cuenca en discordancia angular, esta estructura es de importancia regional y se infiere como el límite entre el basamento metamórfico y el volcánica. La zona de cizalla abarca aproximadamente unos 40 metros, se encuentran claros marcadores cinemáticos de importante tamaño que nos dan clara evidencia de que la falla tiene componente inverso. (INIGEMM, 2017).

Además, existe la falla Orianga que constituye un complejo sistema estructural regional muy importante con rumbo NE-SO en la zona de Orianga, hacia la zona del río Pindo se bifurca en dos fallas de rumbo E-O. La estructura sur separa las secuencias de afinidad continental relacionadas con Amotape-Tahuín de las de afinidad oceánica relacionadas con Lancones En la vía El Guineo-Orianga, la falla parece ser inversa con el plano buzando fuertemente al NO. En el sector de Guerras, las escamas tectónicas de rocas de las Unidades El Tigre y Guerras determinan la presencia de la estructura con dinámica inversa con el plano buzando al NO.

En el sector de los Amarillos la falla está determinada por la presencia de rocas conglomeráticas que sobreyacen discordantemente a las rocas metamórficas de la Unidad El Tigre en el bloque norte, con un desnivel de ± 200 metros con respecto a las secuencias siliciclásticas de la Unidad Guerras, marcando una falla inversa con el plano buzando al norte. Por otra parte, la estructura del sur de rumbo E-O ubicada al noreste de El Triunfo probablemente tiende a ser vertical. La fuerte sinuosidad de la estructura permite establecer que tiene dinámica inversa con el plano buzando al norte. En la zona central de la hoja constituye el contacto tectónico entre la Unidad El Tigre y la Unidad Guerras, mientras que al oeste y al este, coloca en contacto tectónico a la Unidad El Tigre con la Formación Ciano y la Unidad Chaguarpamba respectivamente. (INIGEMM, 2017).

6.6.4. Geología Local

Las muestras recolectadas en su gran mayoría están ligadas a la formación Ciano que está constituida por lutitas, limolitas y arcillolitas son de colores verde y negro, ocurren en capas centimétricas, finamente laminadas, presentando una textura clástica y están constituidas principalmente por granos de plagioclasa y esporádicamente de cuarzo y líticos de rocas volcánicas, con clorita, epidota, circón y minerales opacos.

Las demás muestras recolectadas se asocian a formaciones como Chaguarpamba, Bramaderos, Naranjo, pertenecientes al Cretácico Superior, mientras que existen muestras de las formaciones de Catamayo, Santo Domingo del Mioceno.

6.6.4.1. Arcilla

El afloramiento localizado a un costado de la vía Intervalles, (UTM: 689238E, 9540022N) tiene una cobertura vegetal de 0.3m y está constituido por diferentes estratos de lutitas con un azimut de 341° con un buzamiento de 44° , diferenciadas por la tonalidad que estas presentan (crema, gris y un tono amarillento), esto como resultado de óxidos presentes, cabe recalcar que a un lado del afloramiento existe una capa de arcilla roja, la misma que va decreciendo a medida que existe mayor altura (1.20m – 0.15m).

También se denota que la roca está semiconsolidada, el tamaño de los granos es de arcilla, con un peso de liviano a normal, se presenta laminar y con una dureza suave a moderadamente dura, con un tacto ceroso, la estructura que presenta es detrítica y la estructura es estratificada, las capas se encuentran moderadamente meteorizadas.



Figura 15. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Catamayo
Fuente: La Autora (2020).

En el sector de Trapichillo perteneciente al cantón Catamayo, (UTM: 681317E, 9561834N), se identificó arcillas residuales con un tono particular púrpura, la cual presentó una plasticidad en campo interesante, conjuntamente en el afloramiento se evidenció la presencia e intercalación de un 40% de vetillas de yeso (0,005m), esta arcilla forma parte de la formación Catamayo, posee un estado de alteración alta con una potencia de 3 m.

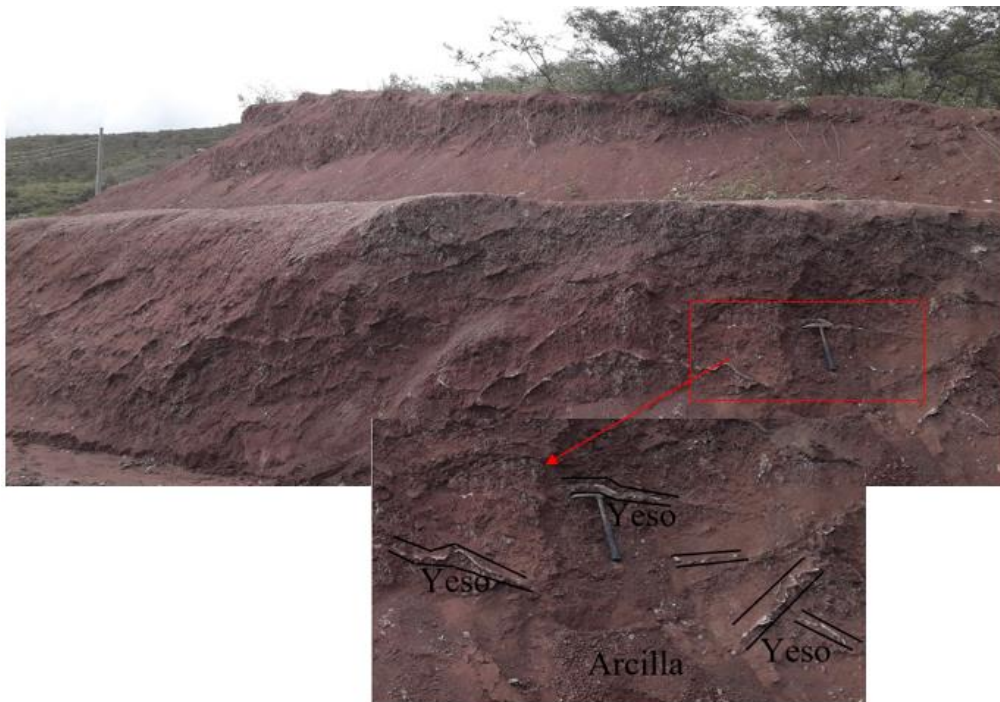


Figura 16. Foto del afloramiento de Arcilla púrpura en el cantón Catamayo
Fuente: La Autora (2020).

En la vía panamericana a la costa, en el cantón Catamayo (UTM: 665890E, 9560443N), se evidenció un afloramiento de lutitas medianamente meteorizadas de color marrón claro a oscuro, perteneciente a la formación Chaguarpamba, en este afloramiento las lutitas presentan un azimut de 313° , con un buzamiento de 44° al NE, con una potencia de 60 m. Cabe señalar que estas rocas al entrar en contacto con el agua presentaron una plasticidad relativamente buena.

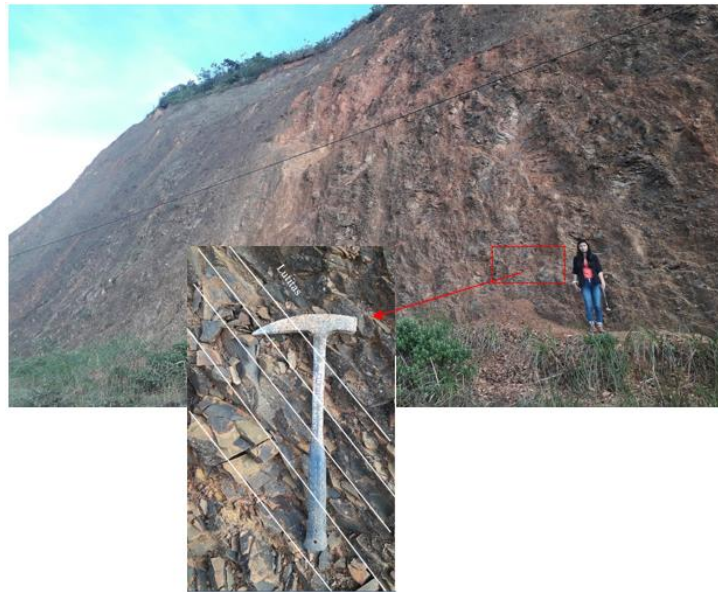


Figura 17. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Catamayo

Fuente: La Autora (2020).

El afloramiento localizado al margen derecho de la vía panamericana a la costa en el cantón Catamayo (UTM: 662329E, 9558936N), se encontró material arcilloso de origen residual altamente meteorizado, y este material es medianamente plástico, con una potencia de 40 m, por lo que se recogió una muestra compuesta.

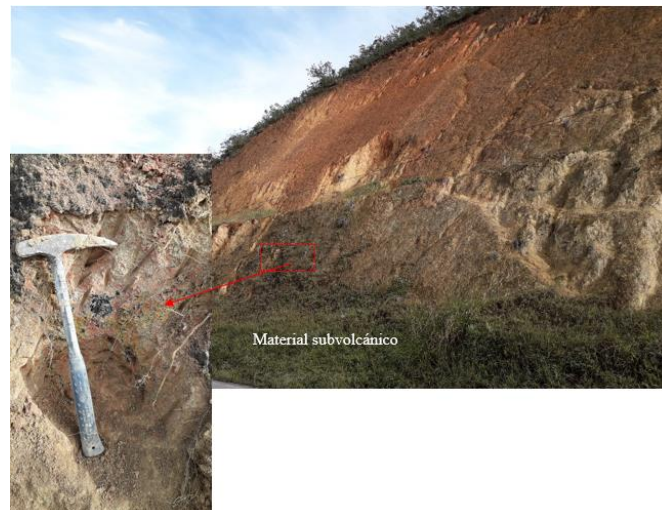


Figura 18. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Catamayo

Fuente: La Autora (2020).

En la carretera que conecta los sectores de La Delicia y Olmedo (UTM: 651884E, 9566405N), se observó un afloramiento con características interesantes, constituido por lutitas, las cuales presentaron un olor característico a azufre y de color amarillo y al entrar en contacto con el sentido del gusto se pudo degustar a un sabor ácido, esta con una

potencia de 1,5 m, con un azimut de 340° y buzamiento 78° al SW; en la parte media se identifica una arenisca de color gris y finalmente en la parte inferior del afloramiento con una potencia de 2 m se evidencio arcilla de color gris oscuro masiva.



Figura 19. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Olmedo
Fuente: La Autora (2020).

Al oeste de la cabecera cantonal de Paltas a 12 km, se ubica el afloramiento (UTM: 639098E, 9554423N), constituido por lutitas de tonalidad marrón claro, altamente fracturadas y muy meteorizadas, intercaladas con vetillas de carbonatos y yeso, con un azimut de 327° y buzamiento 14° al SW. Este afloramiento pertenece a la Unidad el Naranjo, y adyacente se encuentra la Formación Casanga, posee además una plasticidad buena en las pruebas de campo.

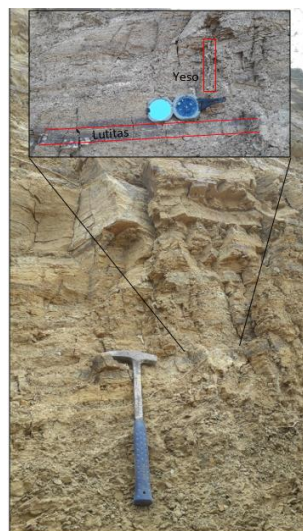


Figura 20. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Paltas
Fuente: La Autora (2020).

Un sector de interés se lo ubico en el cantón Olmedo, en el sector de Huanga (UTM: 649173E, 9567849N), conformado por limolitas de coloración verdosa a negra, en la parte superior del mismo con una potencia de 3 m y a su vez de lutitas de color marrón, en la parte inferior con una potencia de 5 m perteneciente a la formación Chaguarpamba, con un rumbo de 102° y con buzamiento 39° al NW.



Figura 21. Foto del afloramiento de Lutitas y Limolitas en el cantón Olmedo
Fuente: La Autora (2020).

En el cantón de Puyango, en el sector de San Francisco (UTM: 637312E, 9559469N), se identificó un afloramiento constituido de arcilla residual de color marrón, la cual presento una buena plasticidad en campo, cabe señalar que en la parte superficial se encuentra afectada por limonita, es decir, hidróxido de hierro, lo cual le brinda una tonalidad rojiza.

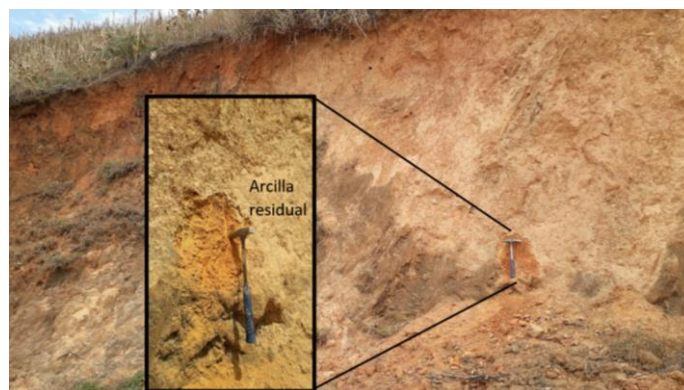


Figura 22. Foto del afloramiento de Arcilla residual en el cantón Puyango
Fuente: La Autora (2020).

En el cantón de Chaguarpamba, al sur de Buenavista (UTM: 642365E, 9567484N), se ubica un afloramiento constituido por arcilla de tonalidad marrón claro, que en ciertas partes del mismo posee una coloración rojiza debido a la existencia de limonita (hidróxido de hierro), en el campo presente una plasticidad buena.



Figura 23. Foto del afloramiento de Arcilla en el cantón Chaguarpamba
Fuente: La Autora (2020).

En el afloramiento ubicado en el cantón Paltas (UTM: 636394E, 9555187N), en el que se encuentran lutitas de color amarillo verdoso, pero en la parte superficial presenta una coloración café amarillento. La roca se presenta laminar con un peso de liviano a normal, al tacto se presenta de ceroso a terroso y con una dureza de moderadamente suave a dura. En cuanto a la textura es clástica, la roca se encuentra moderadamente consolidada, el tamaño de los granos es arcilla. La estructura del afloramiento es estratificación con un azimut de 273° y buzamiento 26° SW. En cuanto al ambiente de depositación está relacionado a un ambiente de energía baja.

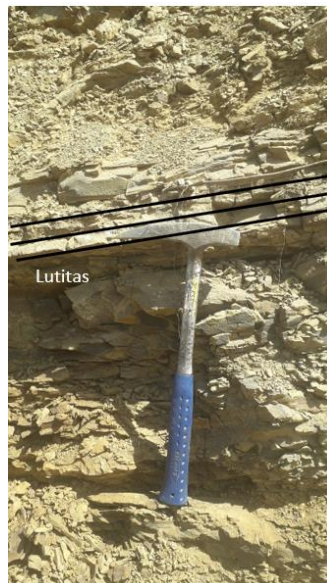


Figura 24. Foto del afloramiento de Lutitas en el cantón Paltas.
Fuente: La Autora (2020).

6.6.4.2. Caolín

El afloramiento localizado en la vía antigua que conduce desde la parroquia El Tambo hacia Catamayo (UTM: 686205E, 9551010N), está constituido por caolín con un alto estado de meteorización de color amarillento, blanco y rosado debido a la contaminación de óxidos de hierro (limonita), es un afloramiento con una estructura masiva y posee vetillas pequeñas de yeso que recorren todo el afloramiento. Este afloramiento corresponde a la formación Infiernillos.

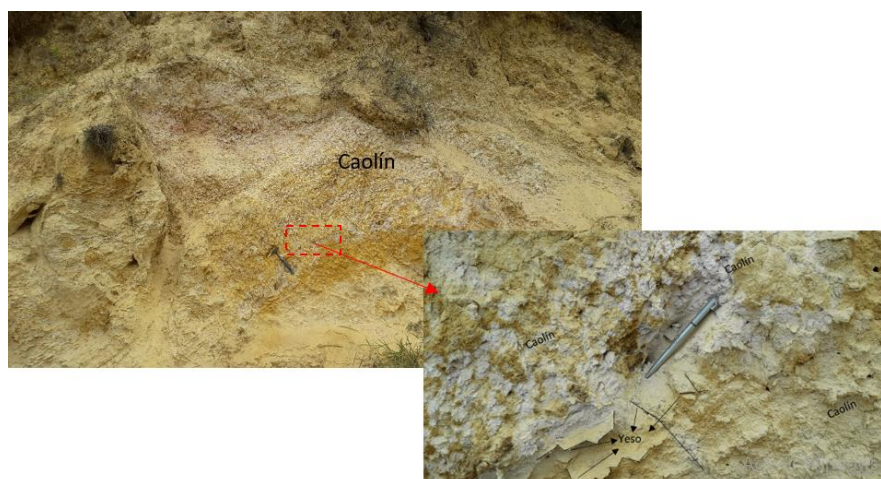


Figura 25. Foto del afloramiento de caolín con alto grado de meteorización con yeso
Fuente: La Autora (2020).

En el cantón Paltas, en el sector de San Vicente (UTM: 628689E, 9557076N), se identificó un sitio de interés, conformado por arcilla de coloración blanca, sin embargo, en la parte más superficial presenta un color marrón, debido a la presencia de limolitas, el material arcilloso en el campo presentó una textura terrosa, y posee una buena plasticidad, este afloramiento pertenece a la formación Ciano.

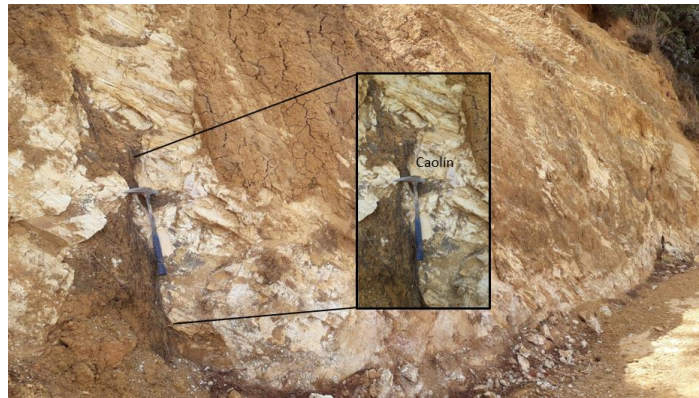


Figura 26. Foto del afloramiento de arcilla de tonalidad blanquecina, en el cantón de Paltas
Fuente: La Autora (2020).

6.6.4.3. Feldespatos

En el sector de Indiucho, cantón Catamayo (UTM: 680073E, 9554421N), se ubicó el afloramiento que está constituido principalmente por riolita de color gris claro con un azimut de 326° y buzamiento de 33° NE, en la parte inferior del afloramiento, y a su vez en la parte superior del mismo existe arcilla y material detrítico altamente meteorizado.

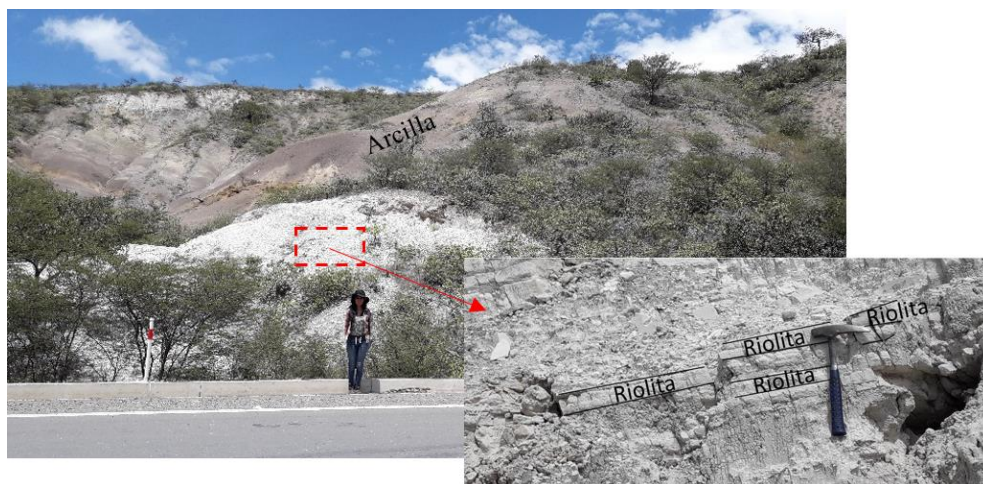


Figura 27. Foto de la riolita en el cantón de Catamayo
Fuente: La Autora (2020).

En el cantón de Paltas, en el sector de Loma La Hamaca (UTM: 627490E, 9548245N), se ubicó un afloramiento de alto interés, conformado por un pórfido dacítico altamente alterado, ya que al roce con el martillo geológico este se disgrega, y se observa fenocristales de cuarzo y plagioclasas, y menos visible pero no menos importante magnetita, con una potencia de 4m.

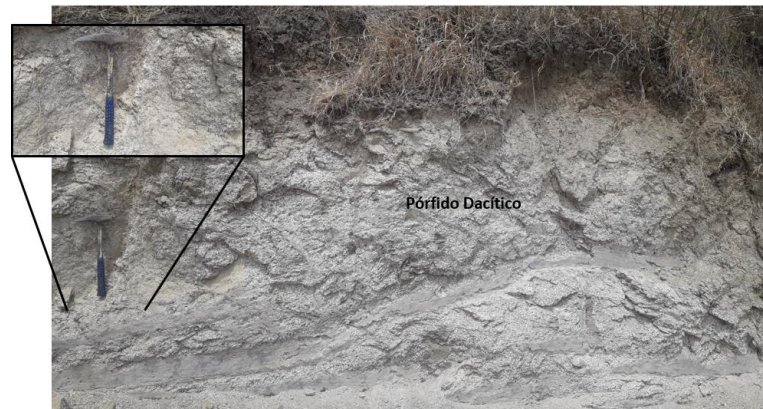


Figura 28. Foto del pórfido dacítico
Fuente: La Autora (2020).

6.6.5. Geomorfología

Se considera que el principal rasgo de la geomorfología de la provincia de Loja está determinado por la existencia de dos cordilleras paralelas de Los Andes, que atraviesan la provincia de norte a sur, que dan origen a la presencia de grandes unidades geomorfológicas como la Costa y la Sierra, con características propias de identidad. Estas regiones, entre otros aspectos, mantienen diferencias climáticas, edáficas y de vegetación. (Prefectura de Loja, 2014).

En cuanto al cantón Catamayo, la cabecera cantonal (zona Urbana) se encuentra conformada por terrazas aluviales, en el margen de los ríos Guayabal y Catamayo se encuentra terrazas bajas, seguida por colinas medianas, mientras que las parroquias Guayquichuma y Zambí, se caracteriza por tener un relieve montañoso con una superficie de 24.827,70 ha., lo que representa el 38% del área total del cantón. Así también el relieve escarpado ocupa un área de 12.843,60 ha., correspondiente al 19,7 % del área total del cantón, y se lo puede encontrar en las parroquias de El Tambo y San Pedro de la Bendita. Existe un área de 12.823,50 ha., correspondiente al 29,7% que se denominan vertientes



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

irregulares, ubicadas la primera en la parroquia San Pedro de la Bendita, parte alta de la cabecera cantonal y la segunda en la parte alta de la parroquia El Tambo.

Tabla 9. Tipo de Geomorfología del Cantón Catamayo

Descripción	Área	Porcentaje (%)
Mesoandina Colinas Altas	1961,8	3,01
Mesoandina Colinas medianas	3304,4	5,07
Mesoandina Laderas coluviales	99,6	0,15
Mesoandina Relieve escarpado	12843,6	19,7
Mesoandina Relieve montañosa	24827,7	38,0
Mesoandina Talud de derrubios	128,3	0,2
Mesoandina Terraza aluvial	958,2	1,4
Mesoandina Terraza baja	3153,9	4,8
Mesoandina Vertientes convexas	1510,3	2,3
Mesoandina Vertientes cóncavas	2648,4	4,0
Mesoandina Vertientes irregulares	12823,5	19,7
Mesoandina Zona urbanas	404,2	0,6
Mesoandina Zona deprimidas	526,9	0,8
TOTAL	65191,039	100

Fuente: GAD del Cantón Catamayo (2013).

En el cantón Chaguarpamba se encuentra enmarcada dentro de la unidad geomorfológica llamada Cuenca Parandina y estribaciones de la cordillera Occidental.

En su mayoría de extensión son relieves montañosos, siendo conformado por unidades de paisaje fisiográfico como: Cerro Chinchacruz, Limón, Limoncillo, Pan de Azúcar o Surapo, Sotora, Gallosipina, Venecia y Jorupe.

Tabla 10. Unidades geomorfológicas del cantón Chaguarpamba.

Unidades Geomorfológicos	Área (ha)	Porcentaje (%)
Barreras de escalonamiento	98,38	0,31
Colinas medianas	1560,77	4,98
Glacis	112,84	0,36
Laderas coluviales	568,27	1,81
Llanuras aluviales de depositación	31,19	0,10
Relieve escarpado	80,45	0,26
Relieve montañoso	19196,26	61,29
Talud de derrubios	622,34	1,99
Valles encañonados	5586,39	17,84
Vertientes irregulares	938,50	3,00
Zonas Deprimidas	2524,74	8,06
TOTAL	31320,12	100,00

Fuente: GAD del Cantón Chaguarpamba (2015).

De igual manera tenemos sistemas montañosos muy importantes como el Infiernillos en la parroquia Buenavista, Piedra Tabla en la parroquia Santa Rufina y la cordillera



denominada De Ramos en la parroquia El Rosario. (GAD del Cantón Chaguarpamba, 2015).

La cabecera cantonal de Olmedo se encuentra en un piso bajo, presentando los siguientes relieves: en primer lugar el cantón cuenta con un área de 6008,251 ha de relieve montañoso con pendientes entre 25 y 100 %, seguido del relieve Colinado Muy Alto con 268,4172 ha y pendientes 12 y 70 %, Colinados Medios con 1208,723 ha y pendientes entre 12 y 25 %, Coluvión Antiguo con 674,202 ha con una pendiente entre 5 y 25 %, un relieve Vertical abrupto de 283,154 ha y una pendiente entre el 40 y 100 %, relieve con Superficie Ondulada de 30,759 ha y una pendiente de 12 y 25 %, y Superficie de Erosión con 9,339 ha. (PDTO, 2014).

El cantón Paltas se caracteriza por poseer relieves montañosos y colinados muy altos en la parte occidental y oriental, ligados litológicamente al intrusivo granodiorítico Tangula, la formación Ciano y Celica, relieves ondulados y colinados bajos a medios con cimas redondeadas y vertientes convexas ligados a la formación Río Playas, terrazas bajas, medias, altas y valles fluviales, ubicados en los márgenes de los ríos Playas, Puyango, Catamayo.

Geomorfológicamente están formados por vertientes abruptas, superficies onduladas, relieves colinados ondulados, muy bajos, bajos, medios, altos, muy altos y montañosos, donde la pendiente varía del 12 al 70 %, se encuentran asociados a afloramientos de la Serie Tahuín, Formación Celica, Formación Ciano, Formación Zapotillo, Formación Sacapalca, Formación Río Playas y Batolito Tangula.

Cabe señalar que al pie de los relieves se encuentran coluviones antiguos, superficie de deyección recientes, asociados a depósitos coluvio aluviales.

El relieve del cantón Puyango, se presenta bastante irregular:

- Medio Aluvial. - Es un valle fluvial, de terrazas medias, terrazas bajas, con pendiente muy suave entre 2 a 5 %.
- Vertientes Inferiores y Relieve de las Cuencas Interandinas de la Sierra Sur. - Relieve colinado alto, con pendientes fuertes, depósitos coluvioaluviales



pertenecientes a la formación Celica conformados por lavas andesíticas localmente alteradas y meteorizadas

- Vertientes y Relieves Superiores de las Cuencas Interandinas, Macizos Internos de la Sierra Sur. - de tipo tectónico erosivo denudativo, relieves colinados muy altos con pendientes fuertes y muy fuertes entre el 70 y el 100%, correspondientes a la formación Ciano formado por lutitas, limonitas, con interacciones de roca volcánica y pizarras.
- Vertientes andinas occidentales de la Sierra Sur. - Vertientes andinas occidentales de la sierra sur; relieves colinados muy altos con pendientes entre el 25 y el 40 %, pertenecientes a la formación Zapotillo.
- Relieves de las cuencas de los fondos y valles deprimidos. - Originados de movimientos tectónicos, erosivos, denudativos, coluvioaluvial con pendientes de media a fuerte.
- Contrafuerte Sur de la Vertiente Occidental. - de origen tectónico erosivo con relieve colinado alto y muy alto, con pendiente de mediana a fuerte, depósitos coluviales. (PDOT, 2014).

En la zona de estudio conformado por los cinco cantones se determinó que en la mayor parte del área se encuentra ocupada por un relieve montañoso, seguidamente de colinas altas a medianas, terrazas aluviales y coluviales, y en un menor porcentaje valles deprimidos y zonas escarpadas.

6.7. Resultados de las muestras

Los análisis físicos, mineralógicos e industriales realizados a cada una de las muestras, permitirán caracterizar si son aptas o no para su utilización en la industria de la cerámica plana.

• **Muestra CT-R-01**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, en el sector del Tambo en las coordenadas UTM, WGS 84: 689238E, 9540022N; la muestra está constituido por rocas arcillosas, de diferentes tonalidades (Lutitas), con una potencia de 60 metros.

Tabla 11. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-01

Muestra CT-R-01/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
11.54	42.00	26.00	16.00	CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					0%	
Arena					50%	
Finos					50%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 12. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-01.

Propiedades Físico – cerámicos (CT-R-01)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
8.00	1.09	14.58	Crema

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 29. Pieza cerámica de la muestra CT-R-01
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

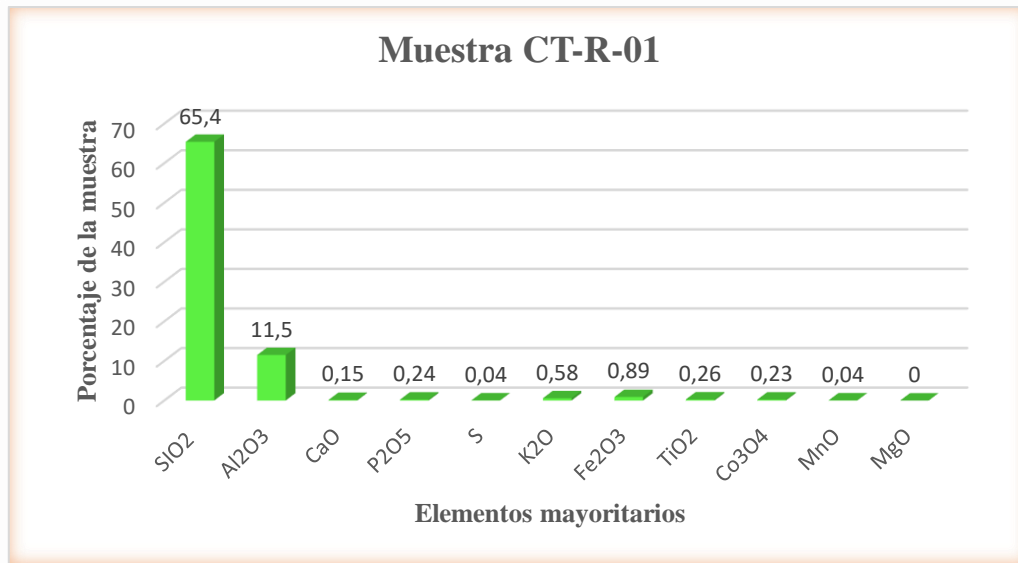


Figura 30. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-01.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra CT-R-02**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, en el sector del Trapichillo en las coordenadas UTM, WGS 84: 681317E, 9561834N; la muestra está constituido por arcilla de color purpura con intercalaciones de yeso, con una potencia de 3 metros.

Tabla 13. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-02

Muestra CT-R-02/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
20,31	43.00	16.00	27.00	CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				3%	
	Arena				17%	
	Finos				80%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal, con una contracción lineal alta (14%).

Tabla 14. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-02.

Propiedades Físico – cerámicos (CT-R-02)				
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
14,00	1.16	22,73		Granate

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 31. Pieza cerámica de la muestra CT-R-02
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

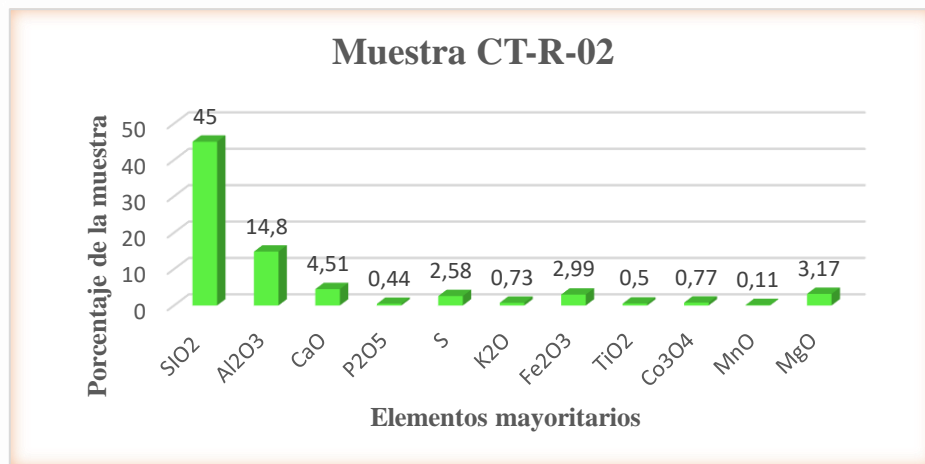


Figura 32. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-02.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra CT-R-03**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, en el sector El Limón en las coordenadas UTM, WGS 84: 680073E, 9554421N; la muestra está constituido por riolita de color gris claro con una potencia de 3,5 metros.

Los ensayos del análisis de Fluorescencia de Rayos X que se le practico a la muestra, obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

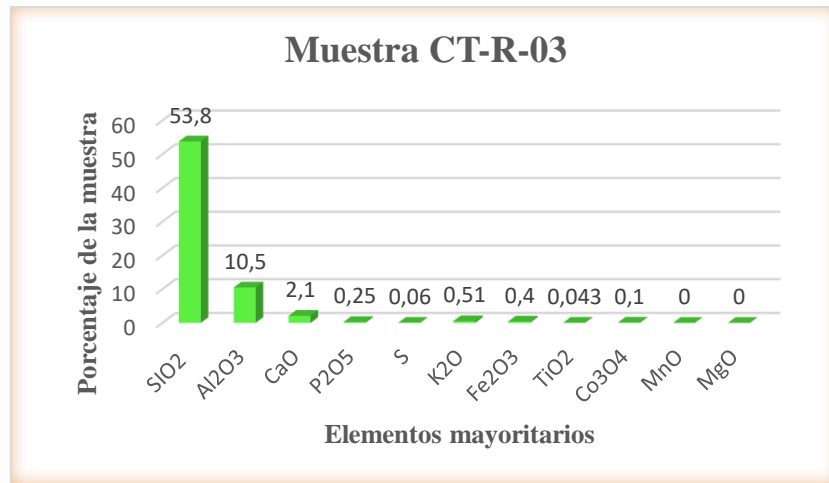


Figura 33. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-03.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra CT-R-09**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, en la vía antigua que conecta El Tambo y Catamayo en las coordenadas UTM, WGS 84: 686205E, 9551010N; la muestra está constituido por arcilla con tonalidades amarillas y rosadas con intercalaciones de yeso, con una potencia de 8 metros.

Los ensayos del análisis de Fluorescencia de Rayos X que se le practicó a la muestra, obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

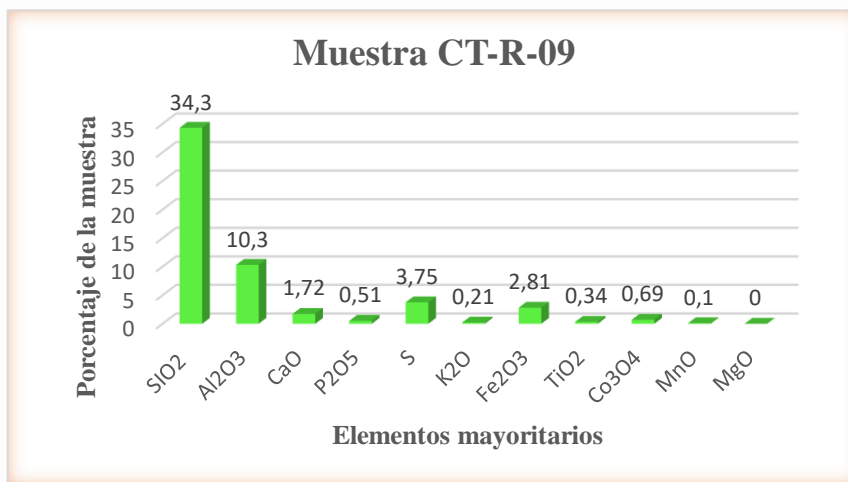


Figura 34. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-09.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra CT-R-54**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, en la vía a la Costa en las coordenadas UTM, WGS 84: 665890E, 9560443N; la muestra está constituido por lutitas medianamente meteorizadas de color marrón oscuro y claro, con una potencia de 60 metros.

Tabla 15. Propiedades Físicas de la muestra CT-R-54

Muestra CT-R-54/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
4,91	36.00	21.00	15.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					0%	
Arena					46%	
Finos					54%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal, presentando a su vez una flexión pos-cocción.

Tabla 16. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CT-R-54.

Propiedades Físico – cerámicos (CT-R-54)					
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas (L.O.I) (%)	por Ignición	Color de quema
6		1.06	5,71		Salmón Oscuro

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 35. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

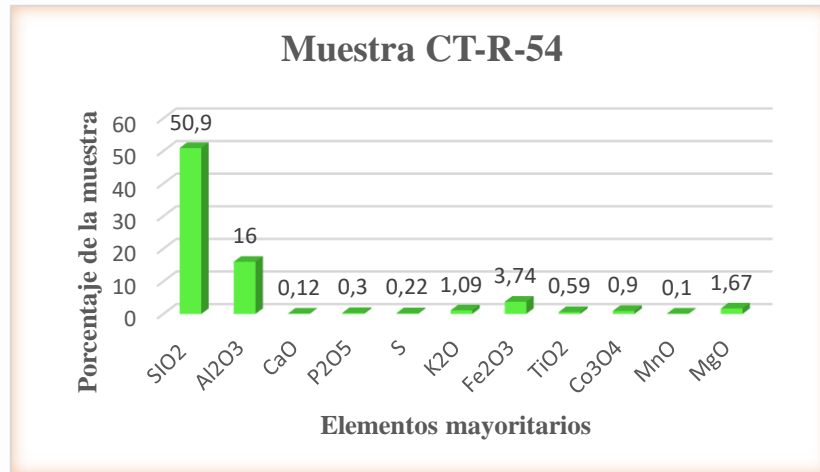


Figura 36. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CT-R-54.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra CH-R-17**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Catamayo, al sur de Buenavista, en las coordenadas UTM, WGS 84: 642365E, 9567484N; la muestra está constituido por lutitas medianamente meteorizadas de color marrón oscuro y claro, con una potencia de 60 metros.

Tabla 17. Propiedades Físicas de la muestra CH-R-17.

Muestra CH-R-17/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
15.84	46.00	26.00	20.00	CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					0%	
Arena					11%	
Finos					89%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 18. Propiedades físico – cerámicos de la muestra CH-R-17.

Propiedades Físico – cerámicos (CH-R-17)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
6	1.06	20.00	Granate

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 37. Pieza cerámica de la muestra CH-R-17

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

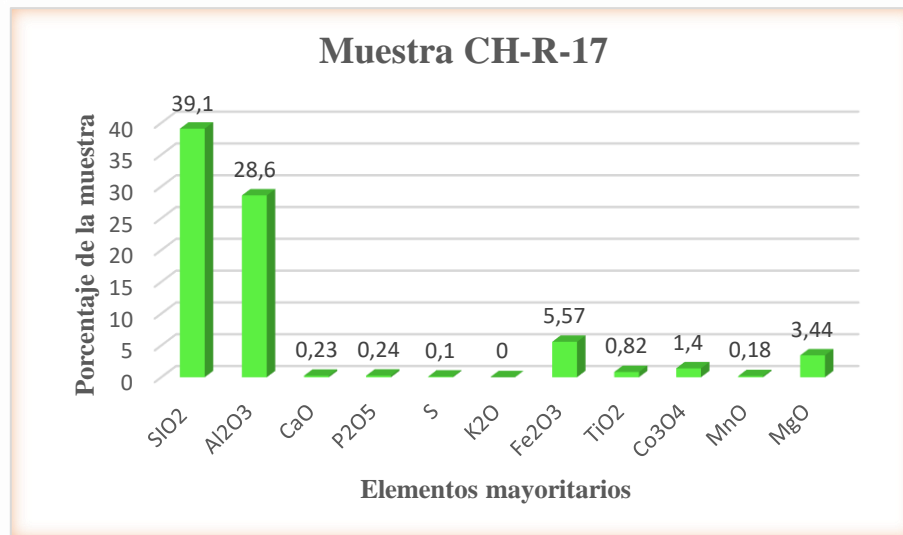


Figura 38. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra CH-R-17.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra OL-R-85**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Olmedo, en la carretera que conecta los sectores de La Delicia y Olmedo, en las coordenadas UTM, WGS 84: 651884E, 9566405N; la muestra está constituido por arcilla de color gris oscuro, con una potencia de 0,5 metros.

Tabla 19. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-85.

Muestra OL-R-85/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
19.01	33.00	16.00	17.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					2%	
Arena					14%	
Finos					85%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal, sin embargo, se evidencio una deflexión leve en la pieza cerámica.

Tabla 20. Propiedades físico – cerámicos de la muestra OL-R-85.

Propiedades Físico – cerámicos (OL-R-85)					
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema	
1		1.01	3,70	Crema	

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 39. Pieza cerámica de la muestra OL-R-85
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

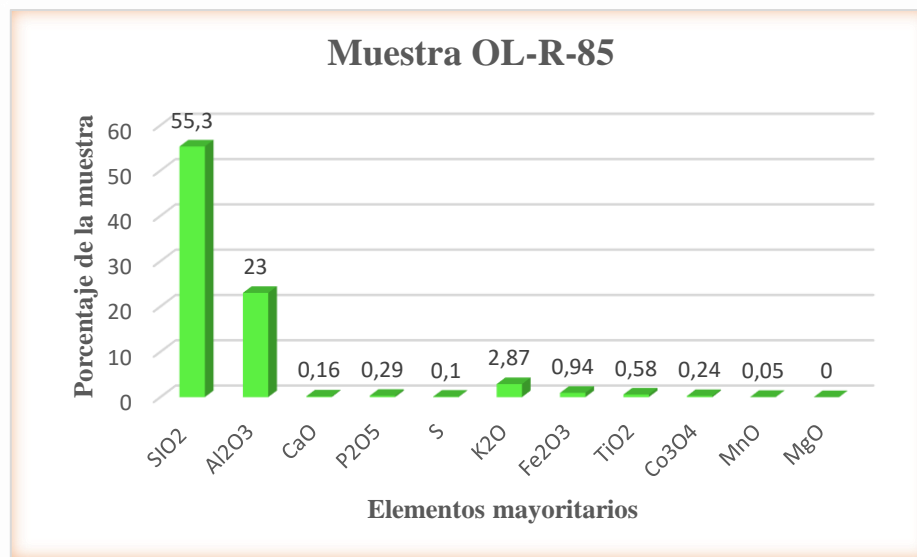


Figura 40. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-85.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra OL-R-88**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Olmedo, en el sector Pangarillas, en las coordenadas UTM, WGS 84: 655788E, 9562950N; la muestra está constituido por rocas arcillosas de diferentes tonalidades como blanco, marrón claro y rosado, con una potencia de 8 metros.

Tabla 21. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-88.

Muestra OL-R-88/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
15.78	35.00	16.00	19.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				1%	
	Arena				24%	
	Finos				75%	

Elaborado por: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

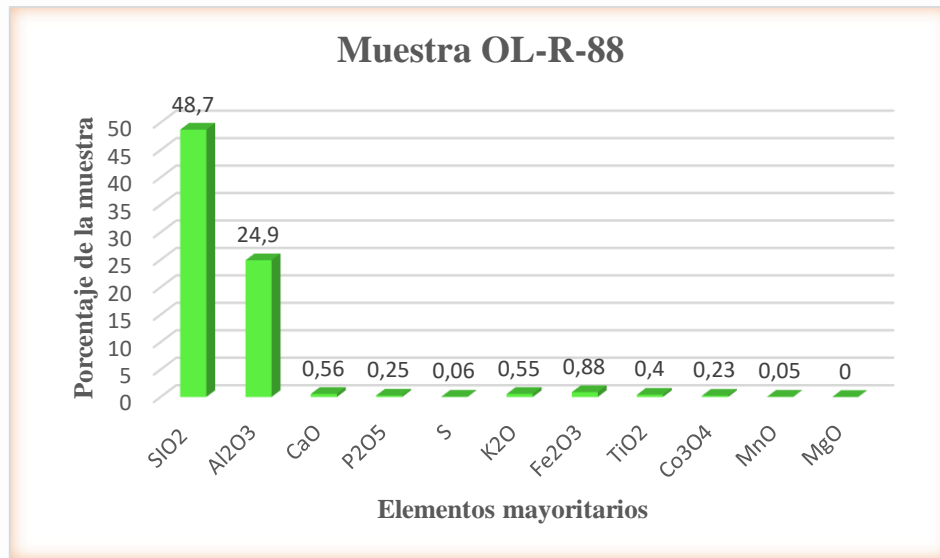


Figura 41. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-88.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra OL-R-104**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Olmedo, en el sector de Huangá, en las coordenadas UTM, WGS 84: 649173E, 9567849N; la muestra está constituido por lutitas de color amarillento a marrón, bien fracturadas, con una potencia de 8 metros.

Tabla 22. Propiedades Físicas de la muestra OL-R-104.

Muestra OL-R-104/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación n SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
6.99	32.00	15.00	17.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
		Grava				0%
		Arena				20%
		Finos				80%

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal, sin embargo, se evidencio una deflexión leve en la pieza cerámica.

Tabla 23. Propiedades físico – cerámicos de la muestra OL-R-104.

Propiedades Físico – cerámicos (OL-R-104)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
2	1.02	11.86	Salmón

Elaborado por: La Autora (2020).

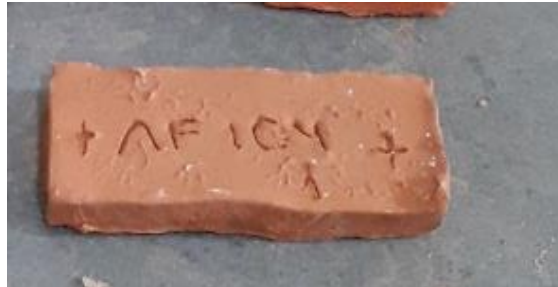


Figura 42. Pieza cerámica de la muestra OL-R-104

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

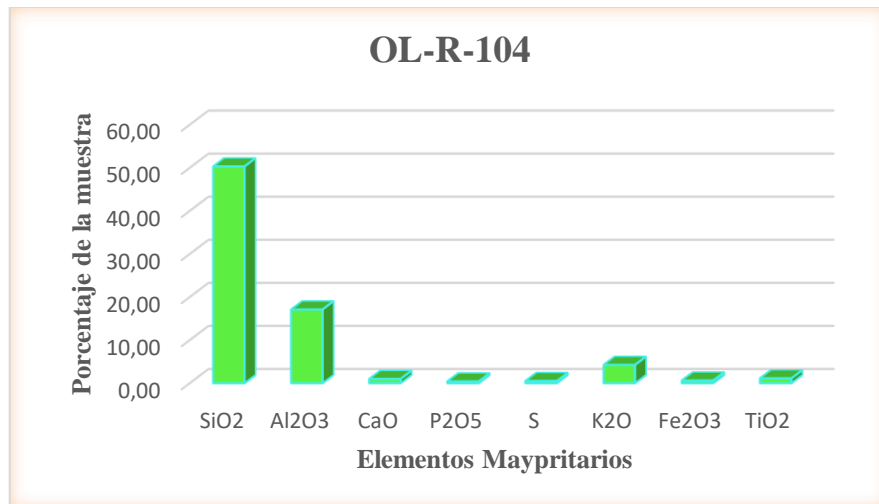


Figura 43. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-104.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-02**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de Casanga, en las coordenadas UTM, WGS 84: 636677E, 99552196N; la muestra está constituido por caliza de color blanco, altamente meteorizadas, con una potencia de 40 metros.

En esta muestra se realizó únicamente ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

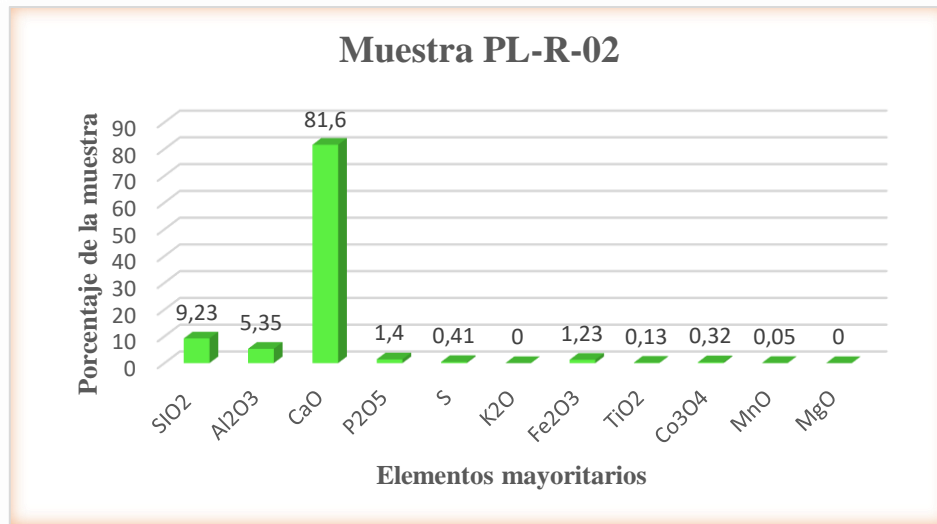


Figura 44. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-02.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-08**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de Casanga, en las coordenadas UTM, WGS 84: 636394E, 9555187N; la muestra está constituido por lutitas de color marrón, poco compactadas y medianamente meteorizadas, con una potencia de 5 metros.

Tabla 24. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-08.

Muestra PL-R-08/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
7.26	34.00	24.00	10.00	GC	A-2-4	Arcilla de alta plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				66%	
	Arena				27%	
	Finos				7%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 25. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-08.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-08)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
4	1.04	14.89	Granate

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 45. Pieza cerámica de la muestra PL-R-08

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

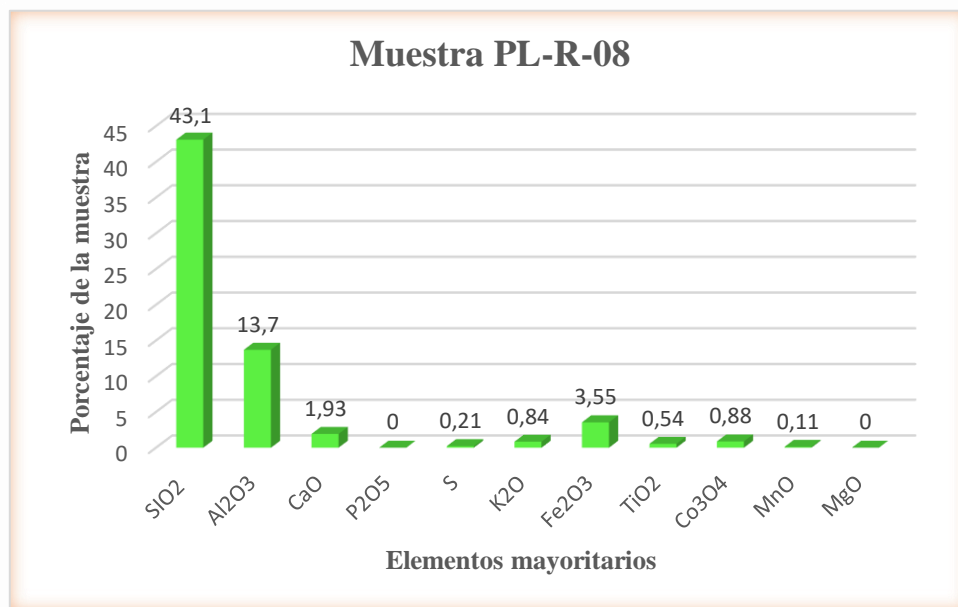


Figura 46. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra OL-R-104.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-10**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de San Francisco, en las coordenadas UTM, WGS 84: 637297E, 9558928N; la muestra está constituido por arcilla de color crema, y con presencia de materia orgánica, con una potencia de 3 metros.

Tabla 26. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-10.

Muestra PL-R-10/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
8.36	35.00	16.00	19.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				0%	
	Arena				15%	
	Finos				85%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida presentó una fisura pos-cocción, en la parte derecha de la misma, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 27. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-10.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-10)			
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)
4		1.04	13.21
			Melón

Elaborado por: La Autora (2020).

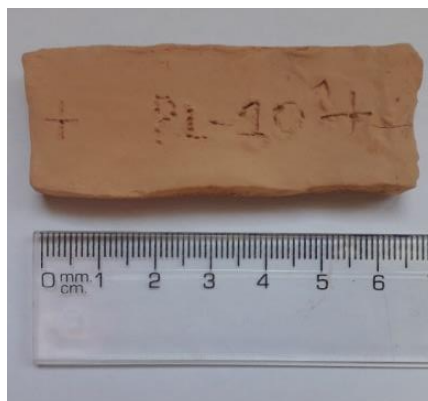


Figura 47. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

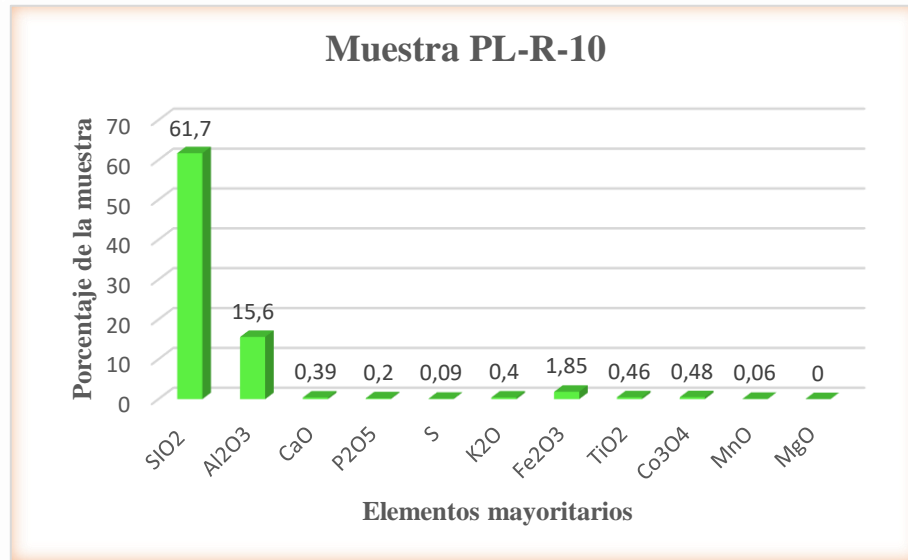


Figura 48. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-10.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-11**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de San Francisco, en las coordenadas UTM, WGS 84: 637312E, 9559469N; la muestra está constituido por arcilla de color anaranjado a rojizo, altamente meteorizada, con una potencia de 7 metros.

Tabla 28. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-11.

Muestra PL-R-11/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
6.48	41.00	18.00	23.00	CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				0%	
	Arena				5%	
	Finos				95%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 29. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-11.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-11)			
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)
0		1.00	14.89
			Color de quema
			Granate

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 49. Pieza cerámica de la muestra PL-R-11

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

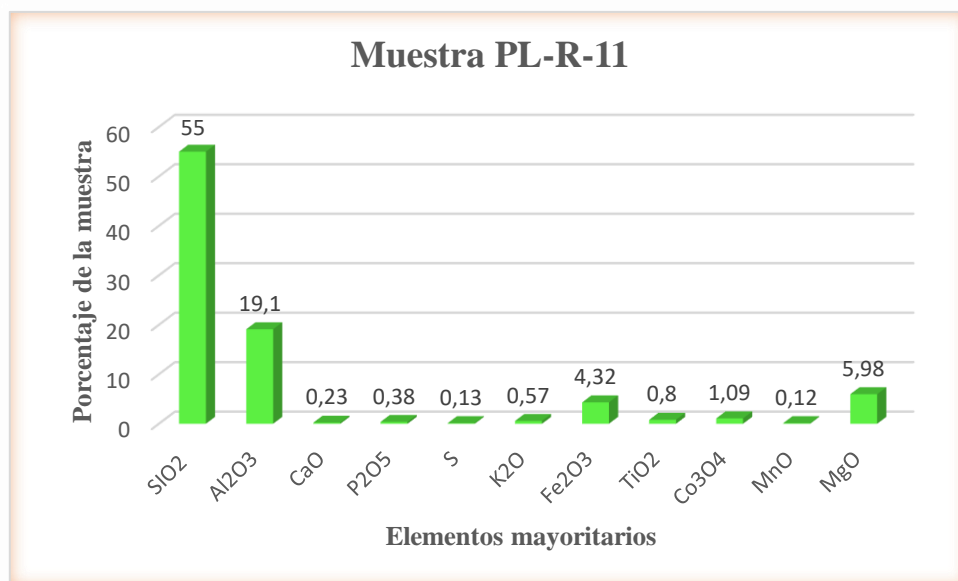


Figura 50. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-11.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-18**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de Motiurco, en las coordenadas UTM, WGS 84: 639108E, 9551269N; la muestra está constituido por caliza de color blanco, altamente meteorizada, con una potencia de 3 metros.

Tabla 30. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-18.

Muestra PL-R-18/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
16.12	37.00	18.00	19.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				2%	
	Arena				19%	
	Finos				78%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida presentó una deformación total 24 hrs posterior a la cocción, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 31. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-18.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-18)						
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas (L.O.I) (%)	por Ignición	Color de quema	
1		1.01	32.00		Rosado	

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 51. Pieza cerámica de la muestra PL-R-18

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

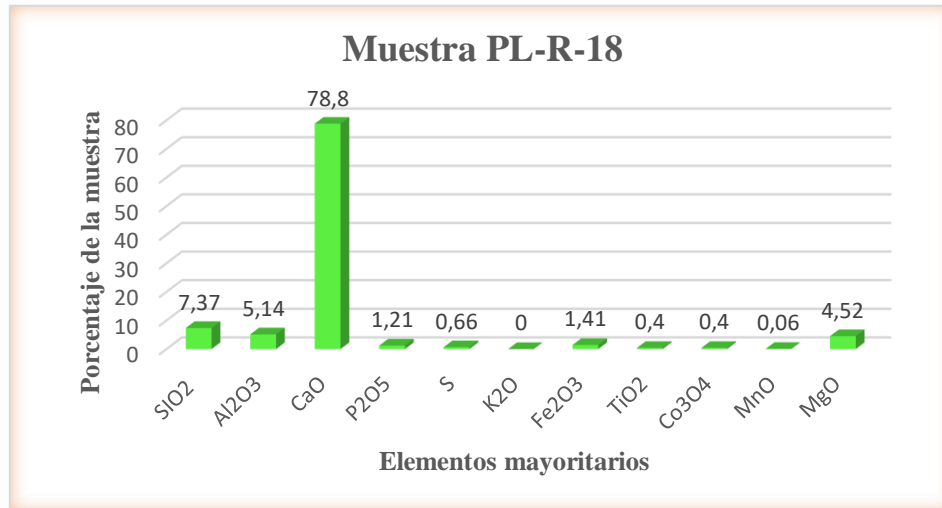


Figura 52. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-18.
Elaborado por: La Autora (2020).

- **Muestra PL-R-21**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de El Placer, en las coordenadas UTM, WGS 84: 631122E, 9571661N; la muestra está constituido por rocas arcillosas de tonalidad marrón y negro, con una potencia de 7 metros.

Tabla 32. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-21.

Muestra PL-R-21/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
11.26	41.00	26.00	15.00	CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					0%	
Arena					3%	
Finos					97%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida presentó una deformación total 24 hrs posterior a la cocción, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 33. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-21.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-21)						
Contracción Total (%)	Lineal	Factor Contracción	de Pérdidas (L.O.I) (%)	por Ignición	Color de quema	
3.2		1.03	12.96		Granate	

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 53. Pieza cerámica de la muestra PL-R-21
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

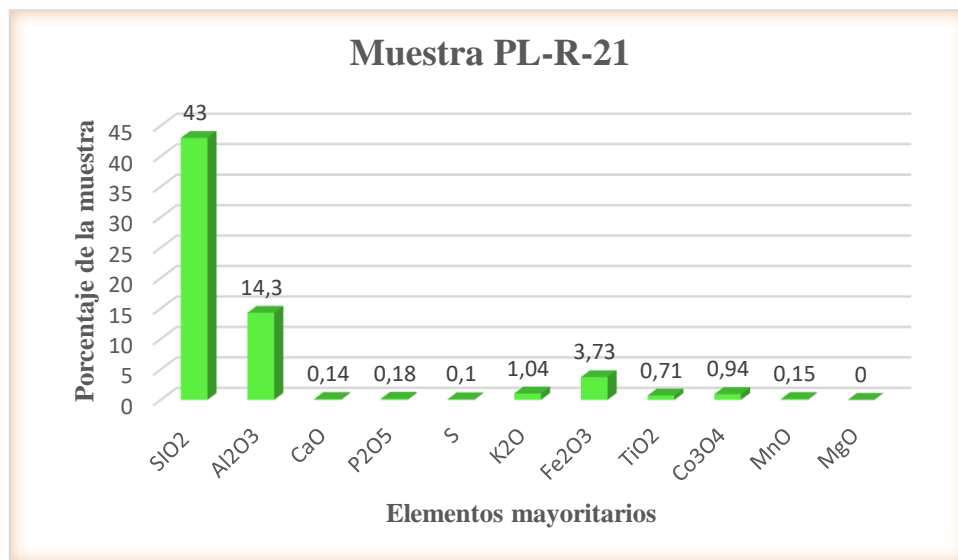


Figura 54. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-21.
Elaborado por: La Autora (2020).

- **Muestra PL-R-87**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de Loma La Hamaca, en las coordenadas UTM, WGS 84: 627490E, 9548245N; la muestra está constituido por un pórfido dacítico de tonalidad gris, con una potencia de 3 metros.

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

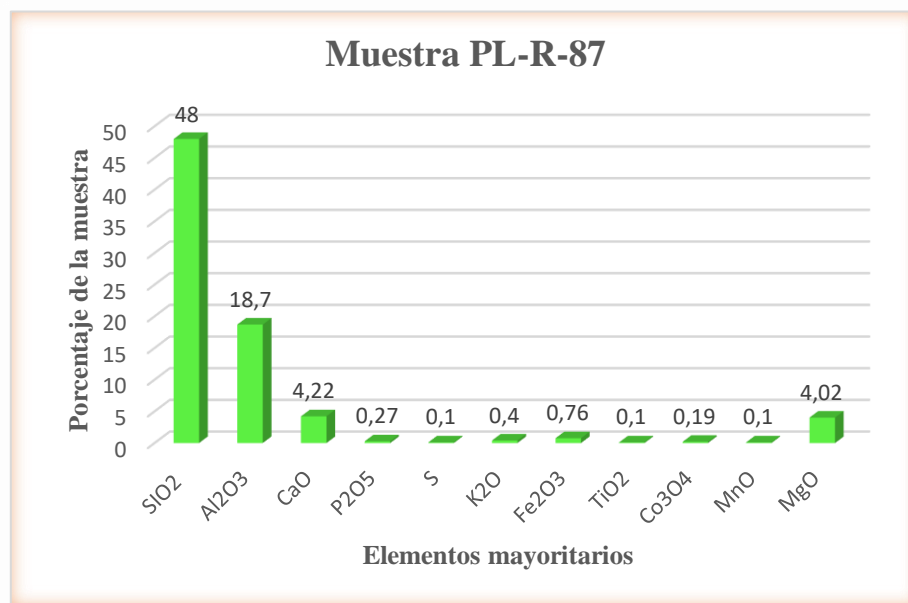


Figura 55. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-87.
Elaborado por: La Autora (2020).

- **Muestra PL-R-96**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de San Vicente, en las coordenadas UTM, WGS 84: 628689E, 9557076N; la muestra está constituido por rocas arcillosas de tonalidad blanca y marón debido a la presencia de óxidos, con una potencia de 8 metros.

Se obtuvieron los siguientes resultados en los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, (% en peso):

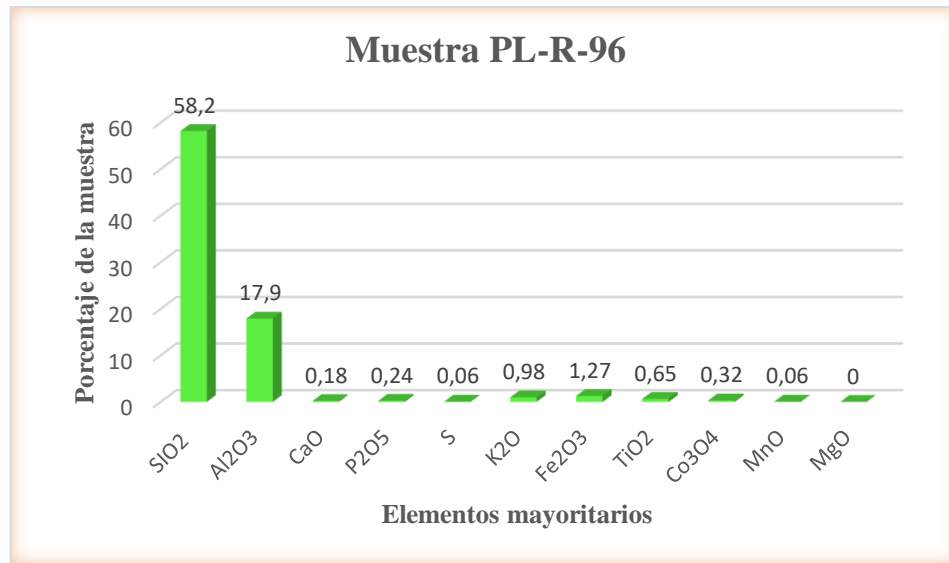


Figura 56. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-96.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PL-R-97**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Paltas, en el sector de El Naranjo, en las coordenadas UTM, WGS 84: 639098E, 9554423N; la muestra está constituido por rocas arcillosas de tonalidad marrón y negro, con una potencia de 7 metros.

Tabla 34. Propiedades Físicas de la muestra PL-R-97.

Muestra PL-R-97/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
11.15	43.00	22.00	21.00	SC	A-2-7	Arena arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava					7%
	Arena					71%
	Finos					23%

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 35. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PL-R-97.

Propiedades Físico – cerámicos (PL-R-97)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
10	1.11	20.69	Rojo Oscuro

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 57. Pieza cerámica de la muestra CT-R-54
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

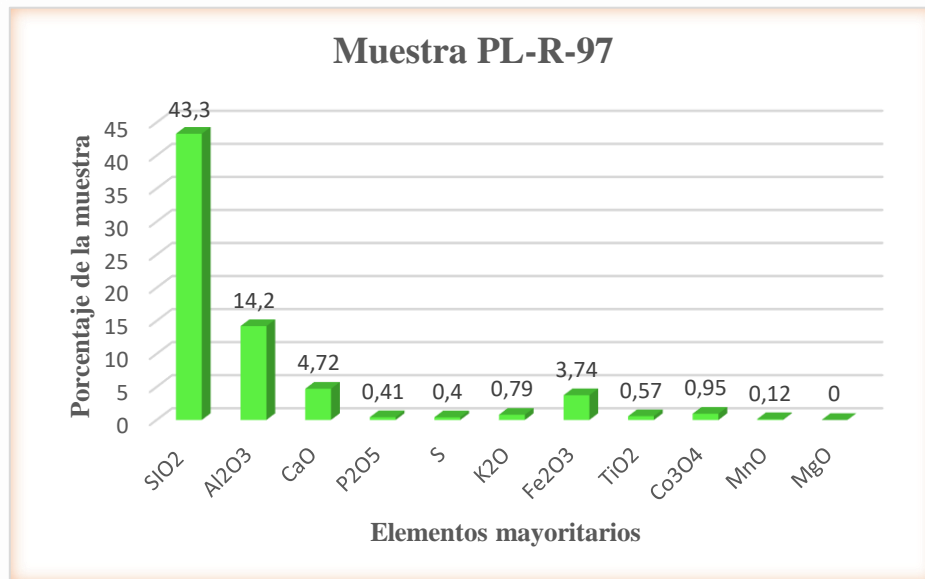


Figura 58. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PL-R-97.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PY-R-34**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Puyango, a un margen de la quebrada El Chirimoyo, en las coordenadas UTM, WGS 84: 602382E, 9569871N; la muestra está constituido por rocas arcillosas de tonalidad marrón verdosas, con una potencia de 8 metros.

Tabla 36. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-34.

Muestra PY-R-34/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
7.01	26.00	9.00	17.00	SC	A-6	Arena arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
Grava					0%	
Arena					59%	
Finos					41%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, sin embargo, presenta una leve deflexión y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 37. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-34.

Propiedades Físico – cerámicos (PY-R-34)			
Contracción Lineal Total (%)	Factor de Contracción	de Pérdidas por Ignición (L.O.I) (%)	Color de quema
14	1.16	6.00	Granate

Elaborado por: La Autora (2020).

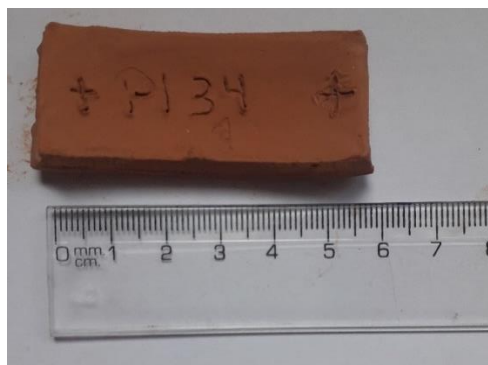


Figura 59. Pieza cerámica de la muestra PY-R-34
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

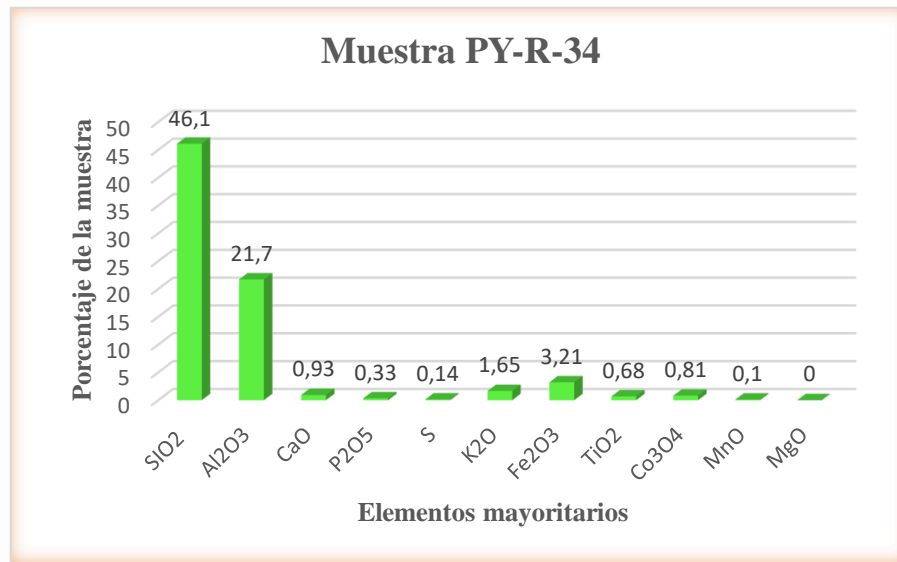


Figura 60. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-34.
Elaborado por: La Autora (2020).

- **Muestra PY-R-51**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Puyango, en el sector de la Soledad, en las coordenadas UTM, WGS 84: 603630E, 9559857N; la muestra está constituido por arcilla de color blanco y marrón debido a la presencia de óxidos, con una potencia de 12 metros.

Tabla 38. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-51.

Muestra PY-R-51/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
11.24	35.00	15.00	20.00	CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
					Grava	0%
					Arena	22%
					Finos	78%

Elaborado por: La Autora (2020).

En los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

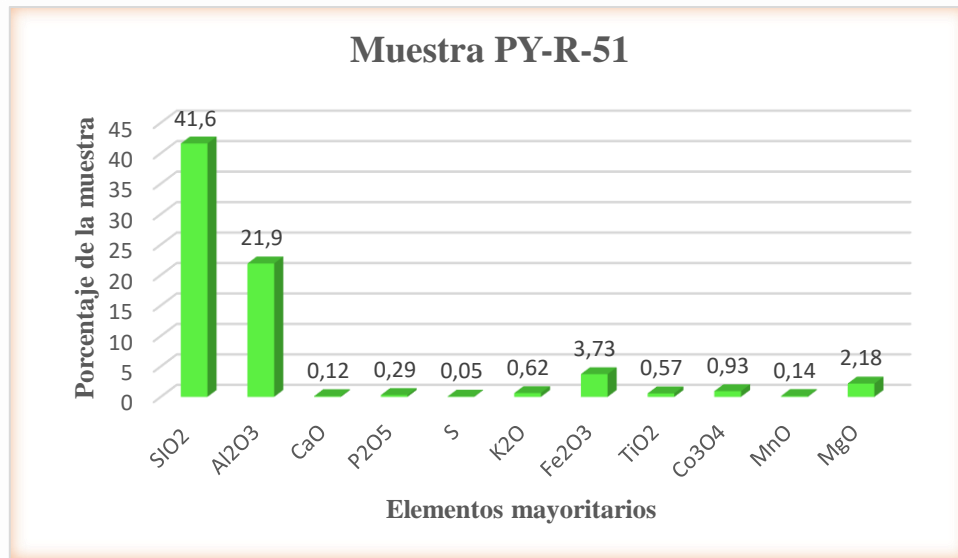


Figura 61. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-51.
Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PY-R-72**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Puyango, en el sector de Ciano Nuevo, en las coordenadas UTM, WGS 84: 612058E, 9564256N; la muestra está constituido por arcilla de tonalidad marrón, con una potencia de 12 metros.

Tabla 39. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-72.

Muestra PY-R-72/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
35.81	44.00	21.00	23.00	SC	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
					Grava	0%
					Arena	11%
					Finos	89%

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 40. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-72.

Propiedades Físico – cerámicos (PY-R-72)						
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas (L.O.I) (%)	por Ignición	Color de quema	
6		1.06	13.46		Cobre	

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 62. Pieza cerámica de la muestra PY-R-72

Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

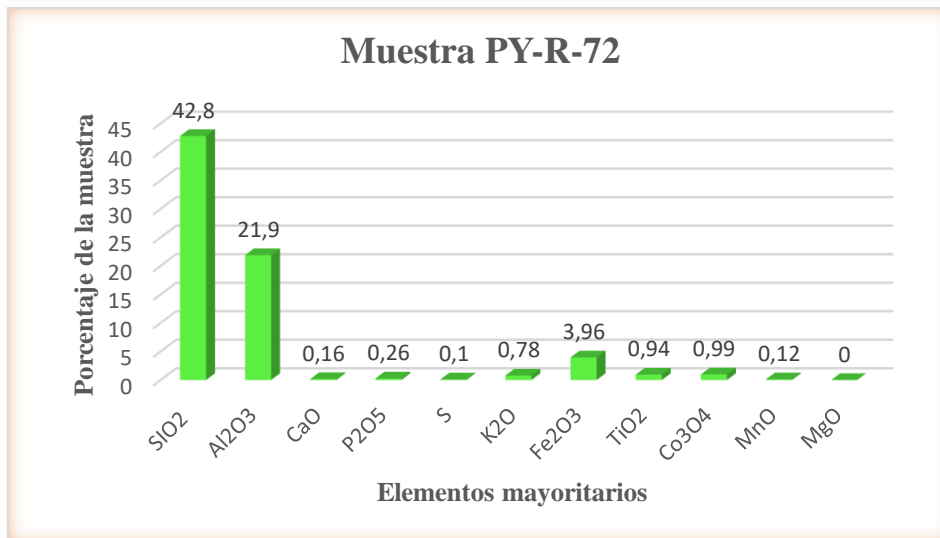


Figura 63. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-72.

Elaborado por: La Autora (2020).

• **Muestra PY-R-73**

Esta muestra fue recolectada en el cantón Puyango, en el sector de Alto de la Cruz, en las coordenadas UTM, WGS 84: 613251E, 9566442N; la muestra está constituido por lutitas de tonalidad marrón verdosas y rosadas, al tacto sedosas, con una potencia de 13 metros.

Tabla 41. Propiedades Físicas de la muestra PY-R-73.

Muestra PY-R-73/ Propiedades Físicas						
Contenido de Agua	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Denominación AASHTO
5.35	25.00	13.00	12.00	SC	A-2-6	Arena arcilla de baja plasticidad
Granulometría (%)						
	Grava				0%	
	Arena				70%	
	Finos				30%	

Elaborado por: La Autora (2020).

Para obtener datos de la pasta cerámica, se realizó una figura cerámica con esta muestra que tuvo una cocción con un rango de temperatura entre 1020 y 1050 °C, por un lapso de 7 horas y 15 minutos.

La figura obtenida no presentó fisuramientos, pero presentó una leve deformación de deflexión y se consideró como base 5cm el eje longitudinal.

Tabla 42. Propiedades físico – cerámicos de la muestra PY-R-73.

Propiedades Físico – cerámicos (PY-R-73)						
Contracción Total (%)	Lineal	Factor de Contracción	de Pérdidas (L.O.I) (%)	por Ignición	Color de quema	
8		1.09	5.77		Granate	

Elaborado por: La Autora (2020).



Figura 64. Pieza cerámica de la muestra PY-R-73
Fuente: La Autora (2020).

En cuanto tiene que ver con los ensayos de análisis de Fluorescencia de Rayos X, se obtuvieron los siguientes resultados (% en peso):

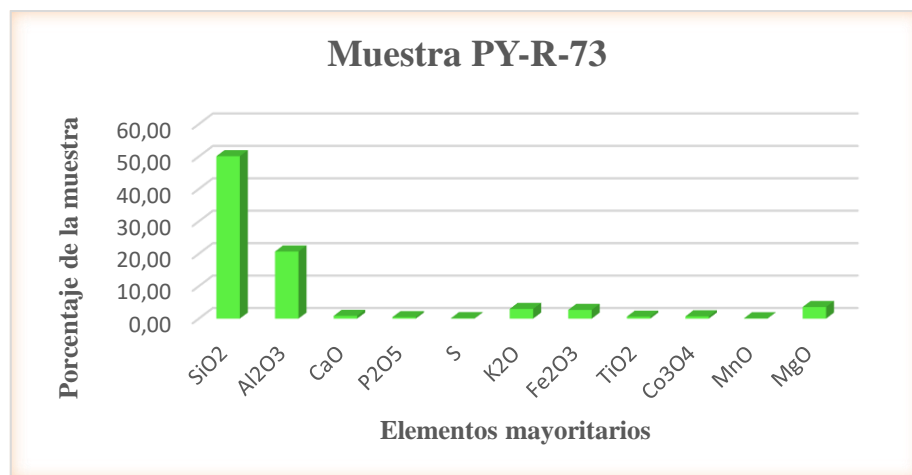


Figura 65. Porcentaje de elementos mayoritarios y minoritarios de la muestra PY-R-73.

Elaborado por: La Autora (2020).

6.8. Registro y elaboración de la base de datos

Mediante el software Qgis y a través de la herramienta “web mapping” se logró crear un mapa de indicios mineralógicos, con cada uno de los resultados obtenidos (físicos, químicos, cerámicos e industriales), para de esta manera almacenar y organizar toda la información en una base de datos que permita de forma resumida analizar cada muestra georeferenciada, además a la información existente se acoto los indicios mineralógicos existentes de acuerdo al INIGEMM del año 2011.

Esta base de datos es de acceso público a través del enlace web:

file:///C:/Users/Personal/AppData/Local/Temp/qgis2web/qgis2web_2020_01_31-10_23_05_756000/index.html#10/-4.3046/-79.6317

7. DISCUSION DE RESULTADOS

El desarrollo del presente trabajo de tesis permitió la generación de información para la zona de investigación, recopilando y corroborando toda la información bibliográfica y análisis de resultados, de forma tal que se tiene que en el área de estudio existe una amplia variedad de litologías, con edades desde el paleozoico correspondientes a las unidades La Victoria, El Tigre y Chigüinda ubicadas en mayor parte al noroeste y noreste de la zona de estudio, mientras que en al sureste se encuentran secuencias sedimentarias del Mioceno.

Para la determinación de las características de cada una de las arcillas encontradas, es necesario representar cada uno de los resultados para que estos sean correlacionados de forma gráfica, tomando en cuenta los criterios de la clasificación industrial de las arcillas de (Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro, 2002).

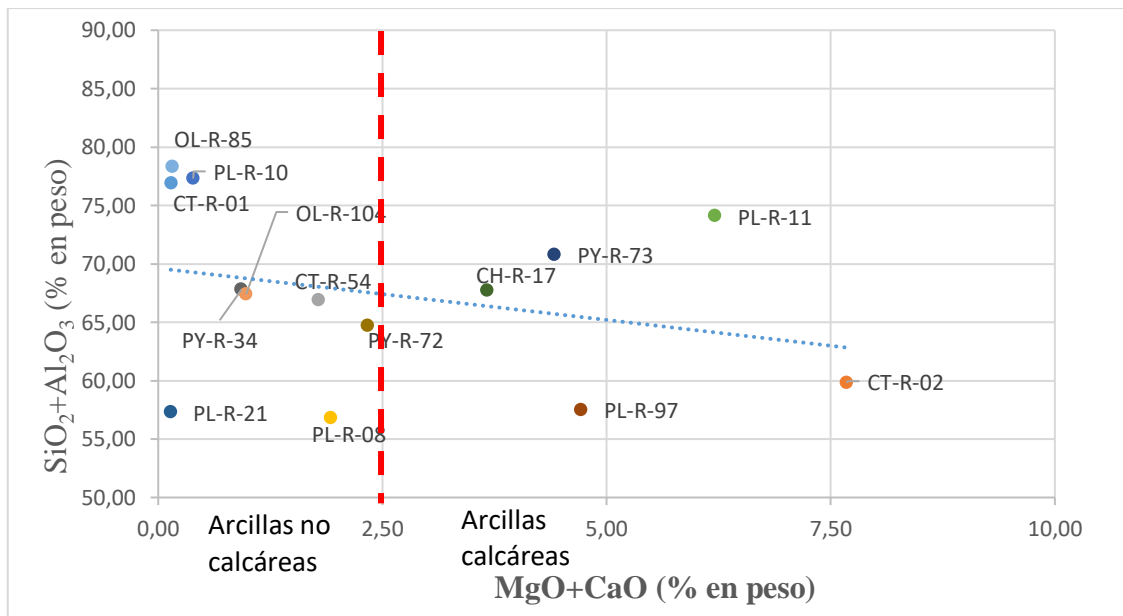


Figura 66. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando $\text{Si}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$ vs. $\text{CaO} + \text{MgO}$ % en peso.

Elaborado por: La Autora (2020).

La gráfica de la figura 66 presenta la relación existente entre el contenido de sílice + alúmina ($\text{Si}_2\text{O}+\text{Al}_2\text{O}_3$) y carbonatos ($\text{CaO} + \text{MgO}$), que da como resultado que cuanto una muestra es más margosa, menor será su contenido de cuarzo y filosilicatos que tenga. A pesar de esto existe una anomalía con la muestra PL-R-11 la cual ya posee un alto

contenido de carbonatos (7,68%) y de esta misma forma un alto contenido de sílice y alúmina (74,10%).

Uno de los datos muy importantes a la hora de obtener una pasta es su color, debido a esto es importante rescatar la relación existente entre $Fe_2O_3+TiO_2$ con $MgO+CaO$, ya que estos elementos proporcionan la característica antes mencionada.

Las muestras que se destacan en esta gráfica son CT-R-01, OL-R-85, OL-R-104, PL-R-10, debido a que las mismas se clasifican como Ball Clays, que consisten en arcillas de cocción blanca, esto a su vez se confirmó en el ensayo de quema, ya que estas muestras poseen los colores más claros como crema, salmón y melón.

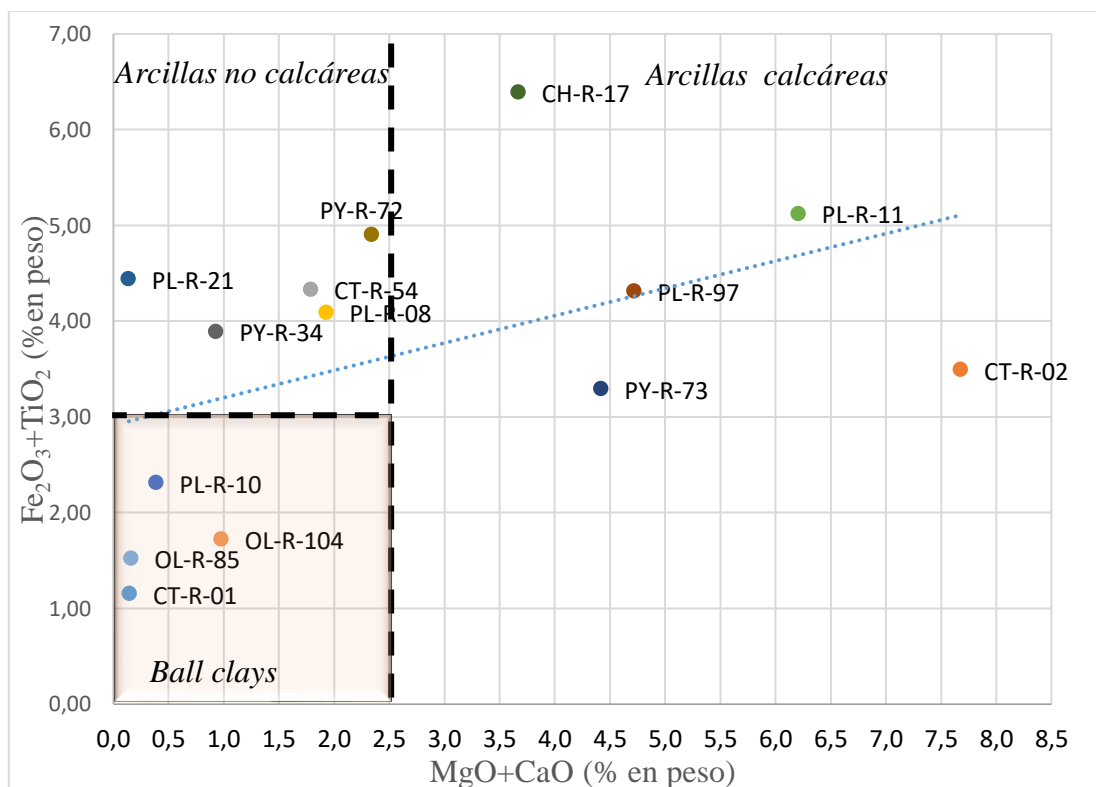


Figura 67. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando $Fe_2O_3+TiO_2$ vs. $MgO+CaO$ % en peso.

Elaborado por: La Autora (2020).

La gráfica de la figura 68 muestra la relación existente entre el Índice Plástico y el contenido de las muestras con Al_2O_3 , El contenido en alúmina (proporcional al contenido en minerales arcillosos, en general) a veces se utiliza como un indicador indirecto de la plasticidad. Como puede verse, no hay una relación clara entre ambos parámetros si se

considera el conjunto de los datos, lo cual es lógico ya que se comparan arcillas de diversas procedencias.

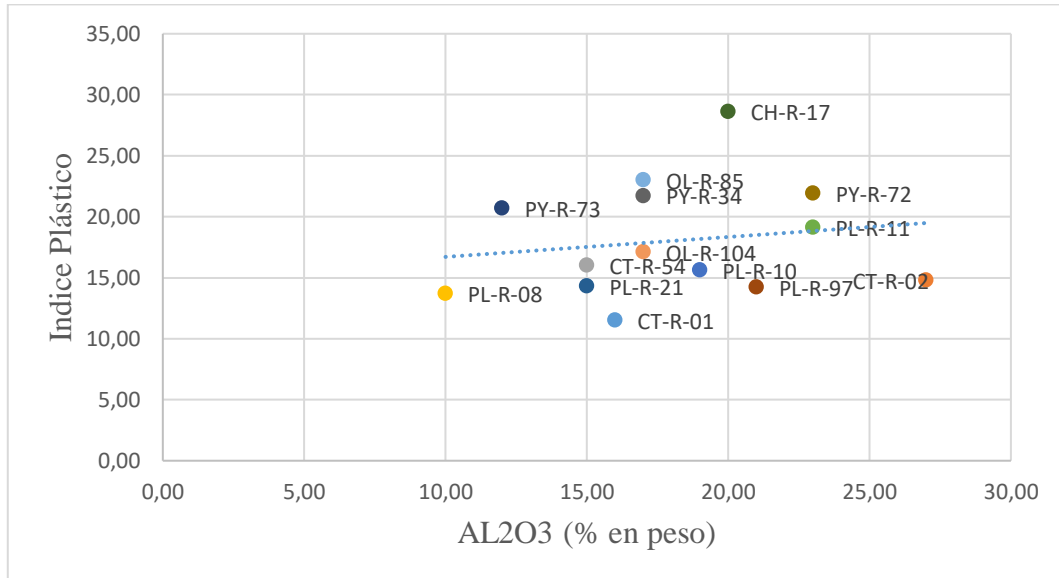


Figura 68. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando Índice plástico vs. Al_2O_3 % en peso.

Elaborado por: La Autora (2020).

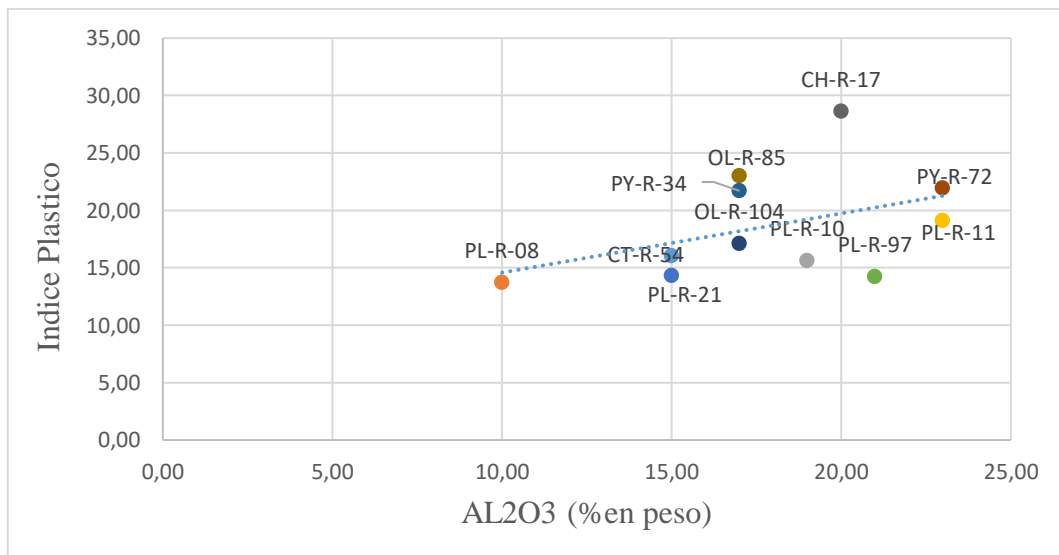


Figura 69. Representación gráfica de las muestras de arcilla de origen sedimentario relacionando Índice plástico vs. Al_2O_3 % en peso.

Elaborado por: La Autora (2020).

En la gráfica anterior se muestra las arcillas que únicamente posee un origen sedimentario y de edades semejantes entre sí (Cretácico), pertenecientes a las formaciones de Chaguarpamba, Ciano, Naranjo y Puyango; dando como resultado una relación estrecha entre estas muestras con una tendencial lineal con pendiente negativa.



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

Ante lo referido en las gráficas anteriores de los resultados obtenidos, se puede definir la siguiente clasificación industrial de arcillas en base a Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro (2002), consiguiendo tres grupos de arcillas: arcillas de cocción blanca (Ball Clays), arcillas margosas y arcillas no margosas.

Tabla 43. Clasificación industrial de arcillas según Fernández, García, Lombardero, Sánchez, & Regueiro (2002).

Código	IP	Al ₂ O ₃	CaO+ MgO	Fe ₂ O ₃	Grupo	Denominación	Características
CT-R-01	16	11,50	0,15	0,89	Grupo 1 arcillas de cocción blanca	Ball clays	<ul style="list-style-type: none"> • CaO+MgO < 2,5% • Fe₂O₃ < 3%
PL-R-10	19	15,60	0,39	1,85			
OL-R-85	17	23	0,16	0,94			
OL-R-104	17	17,1	0,98	0,61			
CT-R-02	27	14,80	7,68	2,99	Grupo 3 Arcillas Margosas	3.3. Contenido bajo de Carbonatos	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5% • ≤CaO+MgO < 10%
PL-R-11	23	19,10	6,21	4,32			
PL-R-97	21	14,20	4,72	3,74			
PY-R-73	12	20,70	4,42	2,70			
CH-R-17	20	28,60	3,67	5,57			
CT-R-54	15	16	1,79	3,74	Grupo 4 Arcillas no Margosas	4.2. Arcillas Poco plásticas	<ul style="list-style-type: none"> • CaO+MgO < 2.5% • Al₂O₃ < 19% • IP < 25%
PL-R-08	10	13,70	1,93	3,55			
PL-R-21	15	14,30	0,14	3,73			
PY-R-34	17	21,70	0,93	3,21			
PY-R-72	23	21,90	2,34	3,96			

Elaborado por: La Autora (2020).

Código	Coordenadas			Cantón	Sector
	X	Y	Z		
CT-R-01	689236	9540088	1653	Catamayo	El Tambo
PL-R-10	637297	9558928	1461	Paltas	San Francisco
OL-R-85	651884	9566405	1281	Olmedo	La Delicia
OL-R-104	649173	9567849	1501	Olmedo	Huanga
CT-R-02	681317	9561834	1314	Catamayo	Trapichillo
PL-R-11	637312	9559469	1688	Paltas	San Francisco
PL-R-97	639098	9554423	944	Paltas	El Naranjo
PY-R-73	613251	9566442	1266	Puyango	Alto de la Cruz
CH-R-17	642365	9567484	1280	Chaguarpamba	Buenavista
CT-R-54	665890	9560443	2220	Catamayo	Vía a la costa
PL-R-08	636394	9555187	1042	Paltas	Casanga
PL-R-21	631122	9571661	866	Paltas	El Placer
PY-R-34	602382	9569871	340	Puyango	Quebrada El Chirimoyo
PY-R-72	612058	9564256	1229	Puyango	Ciano Nuevo

Cuadro 7. Ubicación de las muestras de arcillas

Elaborado por: La Autora (2020).

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede evidenciar que no se tiene ningún resultado favorable para arcillas plásticas, esto es corroborado no solamente por la composición química, sino por la relación entre el índice de plasticidad y el límite líquido.

A continuación, se demuestra en la gráfica de la figura 70, donde se interpreta la relación existente entre el límite líquido e índice de plasticidad; de esta gráfica se puede interpretar que ninguna muestra de arcilla sobrepasa el 50% de límite líquido, lo cual da como resultado que no son altamente plásticas, se las define como arcillas poco plásticas.

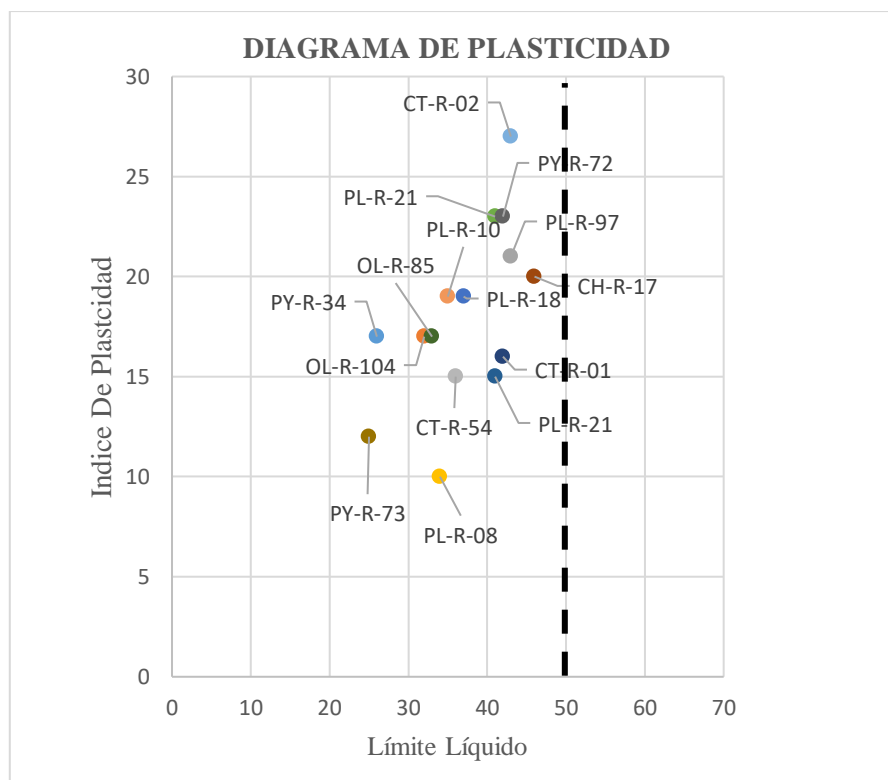


Figura 70. Representación gráfica de las muestras de arcilla relacionando la plasticidad existente.
Elaborado por: La Autora (2020).

Tabla 44. Clasificación de tipos de mena de feldespatos en la zona de estudio tomando en cuenta el % K₂O.

Código	%K ₂ O	Tipo de mena	Contenido de K ₂ O
CT-R-03	0,51	I	K ₂ O < 3%
PL-R-87	0,4		
PL-R-96	0,98		
PY-R-51	0,62		
OL-R-88	0,55		

Elaborado por: La Autora (2020).



“Caracterización de materias primas no metálicos para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

En cuanto a materias primas no plásticas como feldespatos según (Laverde, y otros, 2004) para realizar la clasificación de menas se toma en consideración el % de K_2O , esto en base a análisis químicos, como se muestra la tabla anterior.

Código	Coordenadas			Cantón	Sector
	X	Y	Z		
CT-R-03	680073	9554421	1180	Catamayo	El Limón
PL-R-87	627490	9548245	1451	Paltas	Loma La Hamaca
PL-R-96	628689	9557076	2400	Paltas	San Vicente
PY-R-51	603630	9559857	1112	Puyango	La Soledad
OL-R-88	655788	9562950	1914	Olmedo	Pangarillas

Cuadro 8. Ubicación de las muestras de feldespatos.

Elaborado por: La Autora (2020).



8. CONCLUSIONES

En la zona de estudio se logró determinar un total de 21 muestras, de las cuales 4 pertenecen a arcillas tipo Ball Clays, 5 arcillas margosas de bajo contenido en carbonatos, 5 arcillas no margosas poco plásticas, 5 muestras que son favorables para feldespatos tipo de mena I con un $K_2O < 3\%$, además 2 de estas corresponden a calizas con un alto contenido de CaO.

Las muestras catalogadas como: CT-R-01 (Catamayo), PL-R-10 (Paltas), OL-R-85 (Olmedo), OL-R-104 (Olmedo), cumplen las características y condiciones para ser denominadas como Ball Clays, ya que tienen un contenido de CaO+MgO entre 0,15 a 0,98%, Fe_2O_3 va desde 0,61 a 1,85%.

En cuanto a las muestras CT-R-02 (Catamayo), PL-R-11 (Paltas), PL-R-97 (Paltas), PY-R-73 (Puyango), CH-R-17 (Chaguarpamba), se clasifican como arcillas margosas con bajo contenido de carbonatos, debido a que su contenido de CaO+MgO va desde 2,70 a 5,57%.

Respecto a las muestras CT-R-54 (Catamayo), PL-R-08 (Paltas), PL-R-21 (Paltas), PY-R-34 (Puyango), PY-R-72 (Puyango), se sitúan en el grupo de arcillas no margosas poco plásticas, ya que todas poseen un Índice de plasticidad $< 25\%$, sin embargo, las muestras de Catamayo y Paltas poseen un contenido de $Al_2O_3 < 19\%$ y CaO+MgO $< 2,5\%$; mientras que las muestras de Puyango tienen un contenido de $Al_2O_3 > 19\%$ y CaO+MgO $< 2,5\%$.

De acuerdo a los resultados de los análisis físicos la muestra del sector de Casanga (Paltas) PL-R-08 es catalogada bajo la clasificación AASHTO como Arcilla de alta plasticidad (A-2-4).

En cuanto a las muestras del cantón Paltas PL-R-02 y PL-R-18 en función de su contenido de óxido de calcio se determinó que son calizas, ya que el porcentaje de CaO es de 81,6% y 78,8% respectivamente.

La muestra PL-R-18 fue sometida a una temperatura de 1020°C a 1050°C durante 7 horas y 15 minutos, la misma que presentó una deformación total 24 horas posterior a la quema



debido a que el CaO es un óxido inestable en la atmósfera, ya que absorbe agua y se hidrata, haciendo de esta forma que se hinche, ejerciendo una presión en las partículas de arcilla impidiendo que estas se unan, lo que dará como resultado que la pieza se pulverice, además la temperatura de fusión de este óxido para que sus partículas se cristalicen es a 2600°C.

Durante el secado de una arcilla se presentan tres tipos de contracción: secado al ambiente, a la quema y total, y es regulado por el contenido de carbonatos y sílice en su composición química, pero pese a esto según los análisis químicos realizados a las muestras no se logró identificar una correlación entre estos parámetros.

En cuanto tiene que ver con la muestra CH-R-17, obtuvo un buen contenido de óxido de hierro (Fe_2O_3), el cual es de 5,57%, lo que sugiere para un uso en la utilización para gres rojo o cerámica roja de mono cocción.

En los ensayos físicos – cerámicos realizados a cada muestra se pudo detectar que el porcentaje de contracción lineal total poseen valores comprendidos entre 0% y 14%, señalando que las muestras PL-R-11 es la de un valor bajo; PY-R-34 y CT-R-09 con valores altos.

Las muestras CT-R-03, PL-R-87, PL-R-96, PY-R-51 y OL-R-88, fueron sometidas al análisis químico para determinar su potencialidad como feldespatos, sin embargo, su contenido de $K_2O < 3\%$ y fueron clasificados como mena tipo I.

De acuerdo al mapa publicado por el INIGEMM en el año 2011, se ubicaron 10 indicios mineralógicos en el área de estudio, de los cuales 3 de estos están estrechamente relacionados con la industria de la cerámica plana, siendo 2 indicios de calizas y 1 de esmectita.

A partir de todos los ensayos realizados para llevar a término este proyecto se puede definir que todas las muestras que se recogieron servirán como materia prima para la cerámica plana ya que en la industria se realiza una variedad de mezclas para elaborar la pasta de tal forma que se optimicen las características y mejoren la calidad del producto,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



cumpliendo las normas estándares para este tipo de producto, o en su defecto como agregados para la elaboración de mezclas con el mismo fin.



9. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos complementarios como análisis mineralógico a través de la difracción de Rayos X a fin de determinar la proporción exacta de cada mineral, como es el caso de la caolinita, ya que estos datos permiten determinar de mejor el comportamiento que tendrán las materias primas en la pasta cerámica.
- Ante el gran potencial de recursos naturales no metálicos y su escasa exploración a nivel industrial, es pertinente que los resultados expuestos en este proyecto investigativo puedan ser útiles para una investigación más detallada de los minerales de interés, ya que podrán favorecer al conocimiento geológico y al potencial minero no metálico de la provincia de Loja.
- Realizar una exploración geológica enfocada a determinar el volumen (cubicación) existente de arcilla de la muestra CT-R-01, ubicada en la parroquia el Tambo del cantón Catamayo.
- En las muestras a tratarse debe realizarse trabajo específico en cuanto a cantidad, pues para los ensayos por separado de muestra para análisis físicos, físicos-cerámicos y muestra para pastas de cerámica las condiciones básicas difieren y por consiguiente es innecesario la preparación de grandes cantidades de material que para diferentes ensayos es que se traduce en grandes pérdidas de tiempo.



10. BIBLIOGRAFIA

- GAD del Cantón Catamayo. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial 2014-2019 Cantón Catamayo*. Loja.
- GAD del Cantón Chaguarpamba. (2015). *Diagnóstico del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Chaguarpamba 2015*. Loja.
- Álvaro, S. (2012). *Estudio geológico estructural e inventario de deslizamientos del área 1 de la cuenca de Catamayo*.
- ARCOM. (2016). *Estadísticas Mineras*.
- Aspden, J., Bonilla, W., & Duque, P. (1995). *The El Oro Metamorphic Complex, Ecuador: geology and economic mineral deposits*. Nottingham: BGS - CODIGEM.
- Aspen, J. (1992). *The geology and Mesozoic collisional history of the Cordillera*.
- Bartolomé, J. (1997). *El Caolín: composición, estructura, génesis y aplicaciones*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica. España.
- Blin, C. (1967). *Control de la calidad en la industria de la cerámica*. Obtenido de <http://boletines.secv.es/upload/196706259.pdf>
- Brito, S., & Markwisch, H. (1990). *Inventario de Materias Primas No Metálicas en el Ecuador. Provincia de Loja, Tomo II*. Quito: INEMIN.
- Casagrande, A. (1932). *Research on Atterberg's Limits of Soils. Public Roads, 13*.
- Chew, D., Schaltegger, U., Kosler, J., Whitehouse, M., Gutjahr, M., Spikings, R., & Miskovic, A. (2007). *U-Pb geochronologic evidence for the evolution of the Gondwanan margin of the north-central Andes*. *GSA Bulletin*.
- Cordinación General de Minería . (Diciembre de 2014). *Perfil de Mercado del Caolín*. México.
- Cornejo, P. (Agosto de 2016). *Depósitos minerales no metálicos en el Ecuador*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Paul_Cornejo/publication/317613312_DEPOSITOS_MINERALES_NO_METALICOS_DEL_ECUADOR/links/594339ffa6fdccb93ab276a7/DEPOSITOS-MINERALES-NO-METALICOS-DEL-ECUADOR.pdf
- Díaz Rodríguez, L., & Torrecillas, R. (2002). *Arcillas cerámicas: una revisión de sus tipos, significados y aplicaciones*. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. Oviedo, España: La Corredoria.
- Díaz, A., Ramírez, J., Torre, J., & Carpio, M. (2017). *Prospección de recursos de rocas y minerales industriales en la región La Libertad*. Lima, Perú: INGEMMET.



- Egüez, A., & Poma, Q. (2001). *La cuenca Alamor - Lancones en el Contexto Geodinámico de los Andes de Huacabamba, SW Ecuador. Cuartas jornadas en Ciencias de la Tierra, Escuela Politécnica Nacional.*
- Enriquez, F. (2017). *Caracterización de arcillas naturales en el cantón Gonzanamá y sus usos potenciales en la tecnología.* Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/17078?locale=es>
- Espinace, R. (1979). *Análisis Granulométrico.*
- Fernández, C., García, J., Lombardero, M., Sánchez, E., & Regueiro, M. (2002). *Materias primas para pavimentos y revestimientos cerámicos en la región de Murcia. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.* Obtenido de <http://boletines.secv.es/upload/20090505124322.200140345.pdf>
- Galán, E., & Aparicio, P. (2000). *Materias primas para la industria cerámica.* Obtenido de http://www.ehu.eus/sem/seminario_pdf/SEMINARIO_SEM_2_031.pdf
- Gelder, A., & Asociación Española de Técnicos Cerámicos. (2004). *Tecnología Cerámica Aplicada/SACMI (Vol. Volumen 1).* Castellón de la Plana, España: Faenza Editrice Ibérica, S.L.
- Hughes, R., & Bermudez, R. (1997). *Geology of the Cordillera Occidental of Ecuador between 0°00' and 1° 00' S. Proyecto de desarrollo minero y control ambiental, programa de información cartográfica y geológica. Report Number 4. CODIGEM British Geological Survey, Quito, Ecuador, 75 pp.*
- Hungerbühler, D. (1997). *Neogene basins in the Andes of Southern Ecuador: evolution, deformation and regional tectonic implications. Zürich: Tesis Doctoral: ETH Zürich.*
- Hungerbühler, D., Steinmann, M., Winkler, W., Seward, D., Egüez, A., Peterson, D., & Hammer, C. (2002). *Neogene stratigraphy and Andean geodynamics of southern Ecuador. Earth-Science.* Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001282520100071X?via%3Dihub>
- INEC. (2015). *Manufactura y Minería – Tomo I.* Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/manufactura-y-mineria/>
- INIGEMM. (2011). *Mapa de Minerales no Metláticos e Hidrocarburos del Ecuador. Ecuador.*
- INIGEMM. (2017). *Memoria Técnica Hoja Geológica de Alamor escala 1:100.000.*
- INIGEMM. (2017). *Memoria Técnica Hoja Geológica de Gonzanamá, escala 1:100.000. Quito.*



- INIGEMM. (2017). *Memoria Técnica Hoja Geológica de Loja a escala 1:100.000.*
- INIGEMM. (2017). *MEMORIA TÉCNICA HOJA GEOLÓGICA DE PUYANGO ESCALA 1:100 000.*
- INIGEMM. (2017). *Memoria Técnica Hoja Geológica de Zaruma escala 1:100.000.*
- Instituto de Tecnología Cerámica. (2019). *Materias primas y composiciones de soportes cerámicos.* España.
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A., & Bulot, L. (1999). *Stratigraphy and evolution of the Cretaceous forearc Celica - Lancones basin of southwestern Ecuador. Journal of South American Earth Sciences 19.*
- Jaillard, E., Laubacher, G., Bengtson, P., Dhondt, A., Philip, J., Bulot, L., & Robert, E. (1998). *Revisión estratigráfica del Cretáceo Superior del Noroeste Peruano y Suroeste Ecuatoriano. Datos Preliminares, Consecuencias Tectónicas. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. Vol.88, pp 101-115. .*
- Jaillard, E., Ordoñez, M., Berrones, G., Bengstone, P., Bonhome, M., Jimenez, N., & Zambrano, I. (1996). *Sedimentary and tectonic evolution of the arc zone of southwestern Ecuador during late Cretaceous and early Tertiary times. Journal South American Earth Sciences.*
- Kennerley, J. (1973). *Geology of Loja Province, southern Ecuador (Reporte No. 23 ed.). London: Institute of Geological Sciences (Overseas Division).*
- Kennerly, J. (1992). *Geology of Loja Province, Southern Ecuador.* Loja.
- Laverde, D., Pedraza, J., Ospina, S., Báez, E., García, I., Pinto, P., & Espitia, I. (2004). *El beneficio de arenas feldespáticas: Una solución para la industria cerámica colombiana.* Medellín, Colombia: Dyna.
- Litherland, M., Aspend, J., & Jemielita, A. (1994). *The metamorphic belts of Ecuador. Nottingham: BRITISH GEOLOGICAL SURVEY.*
- Marocco, R., Egüez, A., Lavenu, A., Noblet, C., Baudino, R., & Winter, T. (1993). *Las cuencas intramontañosas neógenas del Ecuador, 135 - 138.*
- Mesa, J., & Colmenar. (1992). *Caolín y arcillas caoliníferas. Recursos Minerales de España, 15, 27-44 .*
- Morales Güeto, J. (2004). *Tecnología de los materiales cerámicos.* Madrid: Díaz de Santos.
- Palomino, Y. (2005). *ESTUDIO DE MINERALES NO METALICOS PARA LA ELABORACION Y CARACTERIZACION DE RELLENOS CERAMICOS UTILIZADOS EN LAS OPERACIONES DE TRANSFERENCIA DE MASA . AYACUCHO, PERU.*



- Pinto, A. (2011). *Materiales y materias primas. Cerámicos Cap. 6*. Buenos Aires, Argentina: Saavedra.
- Prefectura de Loja. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015-2025*. Loja.
- Reyes, L. (1989). Evaluación geológica de la Cuenca Lancones por Hidrocarburos. Informe PETROPERU. 18 pag.
- Reyes, L., & Caldas, J. (1987). *Geología de los cuadrángulos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca. Boletín N°39 Serie A: Carta Geológica Nacional – INGEMMET*.
- Reyes, P., Michaud, F., Carbonel, P., & Fomari, M. (2008). *New field studies in the Gonzanamá, Catamayo and Malacatos-Vilcabamba basins, Ecuador: Preliminary results. 7th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2008, Nice)*.
- Sembelli, P. (Febrero de 1966). *Los límites de Atterberg y su significado en la industria cerámica y ladrillera*.
- Shoemaker, R. (1997). *La Geología y Paleontología de los Sedimentos Cretácicos del Valle del Río Puyango, Provincias de Loja y El Oro, Ecuador. Sub comisión Ecuatoriana PREDESUR - Towson State University - PREDESUR*. Quito, Ecuador. .
- SIEMCALSA, S. d. (2007). *Los minerales industriales*. Obtenido de http://ocw.usal.es/ciencias-experimentales/rocas-industriales/contenidos/minerales_industriales_cyl.pdf
- Sifuentes, R. (2012). *Análisis Granulométrico (Método Mecánico)*. Trujillo, Perú.
- Smirnov, V. (1982). *Geología de Yacimientos Minerales*. Moscú: Editorial Mir.
- Toral, R., & Suarez, E. (2010). *Caracterización del potencial industrial en la provincia de Loja*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19996/1/TESIS-EDUARDO-Y-ROCIO-ilovepdf-compressed.pdf>
- Uribe, R. (Septiembre de 2015). *Investigaciones de Materias Primas Minerales No Metálicas en el Ecuador*. Quito: Revista Politécnica.



11. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial



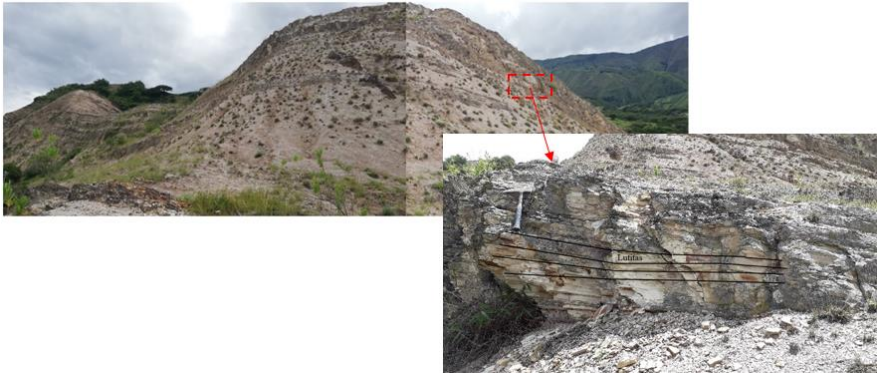
“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



ANEXO 1. FICHAS DE DESCRIPCION DE AFLORAMIENTOS




“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	1	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	10-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	689238
	Parroquia	El Tambo		Y	9540022
	Sector	La Merced		Z	1653
Características			Descripción Litológica		
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.3m y está constituido por diferentes estratos de lutitas diferenciadas por la tonalidad que estas presentan (crema, gris y un tono amarillento), esto como resultado de óxidos presentes, cabe recalcar que a un lado del afloramiento existe una capa de arcilla roja, la misma que va decreciendo a medida que existe mayor altura (1.20m – 0.15m). En este afloramiento se procedió a tomar una muestra compuesta, es decir de la parte alta, media y baja.			
Formación	Sto. Domingo				
Dimensiones	60m X 100m				
Estado de alteración	Media				
Datos Estructurales	341°/40°NE				
Referencia Fotográfica					
					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	2	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	10-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	686205
	Parroquia	El Tambo		Y	9551010
	Sector	Chapamarca		Z	1526
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.10m y está constituido por caolín con un alto estado de meteorización de color amarillento, blanco y rosado debido a la existencia de óxidos, es un afloramiento con una estructura masiva y posee vetillas pequeñas de yeso. Se recogió una muestra tipo canaleta.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	8m X 13m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	3	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	10-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	689903
	Parroquia	El Tambo		Y	9542756
	Sector	La Era		Z	1840
Características			Descripción Litológica		
Tipo de afloramiento	Natural	El afloramiento una cobertura vegetal de 0.5m y está constituido principalmente por arenisca de color gris claro y otras de color marrón debido al intemperismo al que han sido sometidos. Posee una matriz arcillosa que une a los granos minerales de sílice que presente una granulometría fina			
Formación	Tres Lagunas				
Dimensiones	4m X 12m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	4	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	10-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	680073
	Parroquia	Catamayo		Y	9554421
	Sector	El Limón		Z	1180
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.2m y está constituido principalmente por riolita de color gris claro en la parte inferior del afloramiento, y a su vez en la parte superior del mismo existe arcilla y material detrítico altamente meteorizado. La muestra recogida es puntual.			
Formación	Catamayo				
Dimensiones	40m X 25m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	326°/33°NE				
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	5	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	674554
	Parroquia	San Pedro de la Bendita		Y	9565000
	Sector			Z	1633
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Natural	El afloramiento posee una cobertura vegetal de 0.7m y está constituido por rocas volcano sedimentarias de color crema y marrón, en la parte inferior existen conos de deyección, y existe una vetilla de material carbonatado.			
Formación	Catamayo				
Dimensiones	5m X 15m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	139°/07°SW				
Referencia Fotográfica					
					





“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
	CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000				
Datos Generales					
N° Afloramiento	6	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	686205
	Parroquia	El Tambo		Y	9551010
	Sector	La Merced		Z	1526
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Paraconglomerados con matriz limo arcillosa, y con clastos oligomícticos angulosos y subredondeados con tamaños entre los 0,20 a 0,35 m, de color marrón, con una buena clasificación.			
Formación	Sto. Domingo				
Dimensiones	10m X 12m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



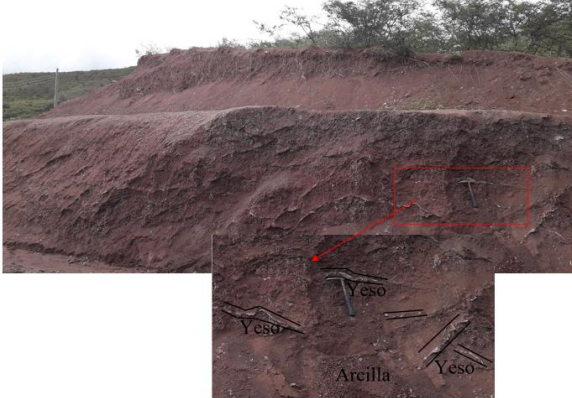


“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	7	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	18-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	674746
	Parroquia	San Pedro de la Bendita		Y	9563682
	Sector			Z	1652
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por un paraconglomerado de clastos oligométicos con clastos subredondeados y buena clasificación de color marrón y rojizo debido a la presencia de óxidos, su matriz es arcillosa.			
Formación	Guayabal				
Dimensiones	30m X 200m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					








“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	8	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	18-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	681317
	Parroquia	Catamayo		Y	9561834
	Sector	Trapichillo		Z	1314
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento posee una cobertura vegetal de 0.3 m y está constituido por una arcilla de color púrpura con intercalaciones de pequeñas vetillas de yeso, y se puede evidenciar al tacto la presencia de arena. La muestra que se recogió es compuesta.			
Formación	Catamayo				
Dimensiones	3m X 10m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	9	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	23-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Olmedo		X	659628
	Parroquia	La Tingue		Y	9562461
	Sector	Guayuro		Z	1768
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por una brecha polimíctica, debido a que sus clastos son angulosos y de origen volcánico y metamórfico, a su vez la brecha se divide en dos secciones según su tamaño, el margen derecho los clastos varían de 0.02m a 0.70m y en el margen izquierdo de 0.01m a 0.3m.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	8m X 24m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
	CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000	

Datos Generales

N° Afloramiento	10	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	01-10-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	682892
	Parroquia	Catamayo		Y	9556799
	Sector	Sto. de Guzmán		Z	1324

Características

Descripción Litológica

Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento no posee una cobertura vegetal y se puede evidenciar 4 tipos de eventos geológicos distintos de acuerdo a la depositación. Primero existe una toba riolítica de color rojizo con una potencia de 5 metros, seguidamente un estrato de Microconglomerado con una potencia de 0.30m y posteriormente una dacita de color blanca con una textura cristalina, caracterizada por dos depositaciones diferentes que se ven reflejadas en el tamaño de los granos minerales.
Formación	Catamayo	
Dimensiones	25m X 37m	
Estado de alteración	Alta	
Datos Estructurales	64°/48°SE	

Referencia Fotográfica








“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	11	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	09-10-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Olmedo		X	651884
	Parroquia	Olmedo		Y	9566405
	Sector			Z	1281
Características			Descripción Litológica		
Tipo de afloramiento	Natural	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.50m, constituido de lutitas (0.70m), arenisca (0.8m) y arcilla gris (0.50m). En este se recogió una muestra de arcilla puntual.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	2m X 15m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	340°/88°SW				
Referencia Fotográfica					
 					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	12	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	17-10-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Olmedo		X	652032
	Parroquia	Olmedo		Y	9566486
	Sector			Z	1276
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento presenta una parabrecha de clastos oligomícticos cuyos tamaños varían entre 0.002m a 0.70m, los clastos son de roca sedimentaria (lutitas), mal clasificado con una matriz limo arcillosa.			
Formación	Ciano				
Dimensiones	13m X 24m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



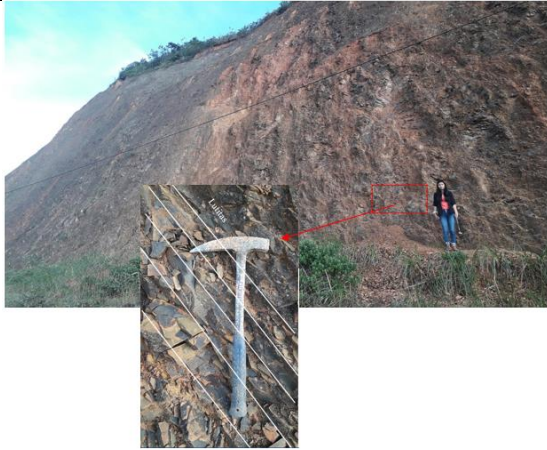


“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	13	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	18-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	686205
	Parroquia	El Tambo		Y	9551010
	Sector			Z	1526
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Filitas de coloración gris, con presencia de vegetación y materia orgánica cubriendo el afloramiento.			
Formación					
Dimensiones	8m X 10m				
Estado de alteración	Media				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	14	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	21-10-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	665890
	Parroquia	Catamayo		Y	9560443
	Sector	Vía a la costa		Z	2211
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.10m y está constituido en su totalidad por lutitas medianamente meteorizadas de color marrón claro a oscuro, en este lugar se procedió a recoger una muestra compuesta.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	60m X 120m				
Estado de alteración	Media				
Datos Estructurales	313°/44°NE				
Referencia Fotográfica					
					



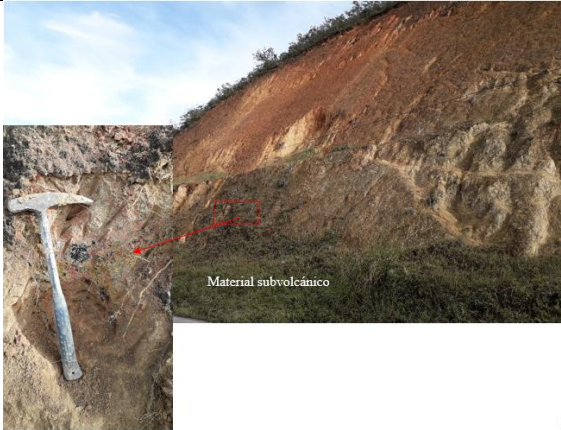


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	15	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	30-10-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	662329
	Parroquia	Catamayo		Y	9558936
	Sector	Vía a la costa		Z	2220
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.30m, conformado por material subvolcánico altamente meteorizado, y este material es medianamente plástico por lo que se recogió una muestra compuesta.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	85m X 130m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 					
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000					
Datos Generales					
N° Afloramiento	16	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	03-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	657415
	Parroquia	El Tambo		Y	9561807
	Sector	Chapamarca		Z	1432
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Afloramiento que presenta una estructura masiva constituida por tobas de ceniza de color púrpura, con un alto grado de meteorización y cubierta de una cobertura vegetal de potencia 0.37 metros.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	8m X 13m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	17	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	07-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	689306
	Parroquia	El Tambo		Y	9543208
	Sector	La Era		Z	1559
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento se encuentra ubicado en la unión de dos quebradas denominadas San Agustín y Sapos Amarillos, al flanco derecho de la vía de Intervalles; está constituido por brechas volcánicas cuyos clastos medios miden 0.10 mm, a su vez se observó que el afloramiento presenta un alto grado de erosión y muy fracturado.			
Formación	Huayco				
Dimensiones	80m X 120m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
 <p>Brecha de grano fino a medio</p>					

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	18	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	02-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	689194
	Parroquia	El Tambo		Y	9543165
	Sector	La Era		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento presenta en conjunto un aglomerado de material volcánico de fragmentos de composición diorítica a gabros con matriz de composición entre dacítica a riolítica muy compacta.			
Formación	Huayco				
Dimensiones	4m X 5m				
Estado de alteración	Media				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	19	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	08-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	688804
	Parroquia	El Tambo		Y	9544226
	Sector	La Era		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Paraconglomerado oligomítico, con clastos de andesitas subredondeados y mal clasificados con tamaños que van desde los 0.05m a 0.25 m y posee una matriz limo-arcillosa.			
Formación	Huayco				
Dimensiones	43m X 150m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	199°/16°NW				
Referencia Fotográfica					
					







“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	20	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	685919
	Parroquia	El Tambo		Y	9549440
	Sector	Pata Corral		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por tobas riolíticas alteradas residuales, con tonalidades diferentes de coloración que se deben a la contaminación, el color púrpura se debe a la contaminación de hidróxido de hierro (limonita), color amarillo debido a la presencia de azufre y el color negro a la materia orgánica.			
Formación	Huayco				
Dimensiones	5m X 8m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	16°/ 20°NW				
Referencia Fotográfica					
					

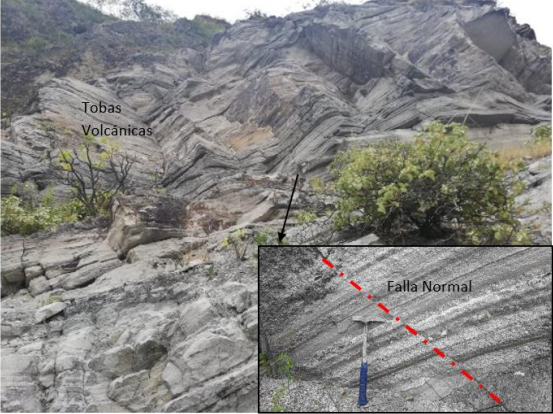


“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	21	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	682232
	Parroquia	El Tambo		Y	9554280
	Sector	La Extensa		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Aglomerado con clastos redondeados de andesita mal clasificados cuyos tamaños varían entre 0.10 a 2.5m con matriz limo – arcillosa y una cobertura vegetal de 0.20 metros.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	500m X 95m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 					
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000					
Datos Generales					
N° Afloramiento	22	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-09-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	680294
	Parroquia	Catamayo		Y	9553636
	Sector	Catamayito		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento presenta tobas volcánicas con diferente ambiente de depósito desde material afanítico hasta brechas constituyendo materiales muy compactados, además existe la presencia de carbonatados que van rellenando las fisuras existentes en el macizo. Y además presenta una microfalla de tipo normal con buzamiento de 38°			
Formación	Huayco				
Dimensiones	500m X 95m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	11/35°SE				
Referencia Fotográfica					
					


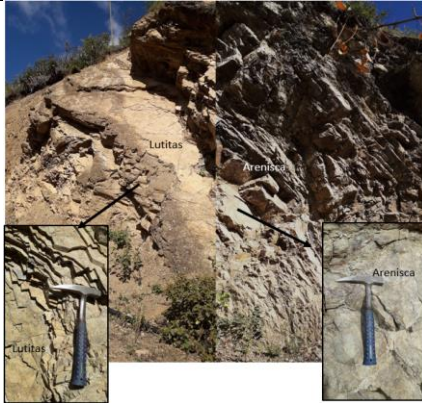


“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	23	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	680444
	Parroquia	Catamayo		Y	9551310
	Sector	Boquerón		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento presenta brechas volcánicas con clastos andesíticos angulosos, cuyos tamaños varían entre 0.1 a 0.15 metros, estas presentan un color verdoso debido a la alteración clorítica.			
Formación	Huayco				
Dimensiones	220m X 500m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales					
Referencia Fotográfica					
 <p>Brecha volcánica</p> <p>Clastos andesíticos</p> <p>Activar</p>					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	24	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	10-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	673197
	Parroquia	San Pedro de la Bendita		Y	9566457
	Sector			Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por lutitas muy compactadas, pero a su vez muy fracturadas; y existen también un estrato de arenisca con una potencia de 1.25 metros y continuamente existen nuevamente lutitas cuya coloración es marrón.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	34m X 27m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	210°/60°NW				
Referencia Fotográfica					
					




“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	25	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	672824
	Parroquia	San Pedro de la Bendita		Y	9563503
	Sector			Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Lutitas meteorizadas de color marrón intercaladas con láminas delgadas de material carbonatado, y presenta una cobertura vegetal muy espesa de 2 metros de potencia.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	50m X 10m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructural	34°/74°NW				
Referencia Fotográfica					
					






“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA 					
CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000					
Datos Generales					
N° Afloramiento	26	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	11-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	672229
	Parroquia	San Pedro de la Bendita		Y	9563302
	Sector	El Huato		Z	
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	Conglomerado polimíctico con clasto de origen ígneo (riolitas sedimentario (grauvacas, lutitas) de tamaño entre 0.02 a 1.8 m mal clasificados.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	38m X 27m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructural					
Referencia Fotográfica					
					



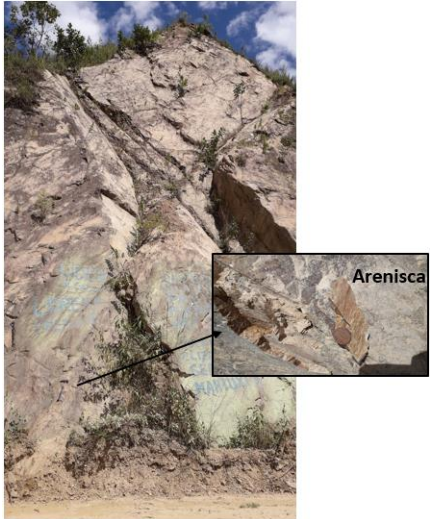


“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	27	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	19-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	658396
	Parroquia	Guayquichuma		Y	9577312
	Sector	Guayquichuma		Z	273
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	.El afloramiento está constituido por una granodiorita altamente meteorizada que presenta un color rojizo y con una cobertura vegetal de 0.7 metros.			
Formación					
Dimensiones	20m X 3m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructural					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA	
		CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000			
Datos Generales					
N° Afloramiento	28	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	20-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Chaguarpamba		X	655764
	Parroquia	El Rosario		Y	9582726
	Sector	El Rosario		Z	637
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por arenisca de color marrón, la misma que se encuentra fracturada y posee una cobertura vegetal de 0.3 metros. Se evidencia diaclasas con una abertura de 30mm.			
Formación					
Dimensiones	15m X 20m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	30°/11°NW				
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	29	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	28-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Catamayo		X	655764
	Parroquia	El Tambo		Y	9582726
	Sector			Z	637
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento tiene una cobertura vegetal de 0.18m y está constituido por caolín con un alto estado de meteorización de amarillento, blanco y rosado debido a la existencia de óxidos, afloramiento con una estructura masiva y posee un lente pequeño de arcilla de color gris. Se recogió una muestra tipo canaleta.			
Formación	Infiernillos				
Dimensiones	15m X 20m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructural					
Referencia Fotográfica					
					



“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	30	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	20-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Olmedo		X	651396
	Parroquia	Olmedo		Y	9565159
	Sector	La Delicia		Z	1488
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por una toba andesítica a dacítica con textura afanítica a porfírica de color verde a verde clara, a su vez el macizo rocoso se encuentra intruído por drusas pequeñas de calcita que han introducido a través de las fracturas que existen.			
Formación	Ciano				
Dimensiones	25mX19m				
Estado de alteración	Media				
Datos Estructural					
Referencia Fotográfica					
					

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS NO METÁLICAS PARA LA INDUSTRIA CERÁMICA PLANA EN LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO DE LA PROVINCIA DE LOJA, ESCALA 1:50000 					
Datos Generales					
N° Afloramiento	31	Responsable	Zaida Angamarca	Fecha	30-11-2019
Ubicación	Provincia	Loja	Coordenadas	Datum	WGS-84
	Cantón	Chaguarpamba		X	651396
	Parroquia	Amarillo		Y	9565159
	Sector			Z	1488
Características		Descripción Litológica			
Tipo de afloramiento	Artificial	El afloramiento está constituido por una roca andesita basáltica que a su vez evidencia un alto grado de fracturamiento, en cuy espacios existen vetillas rellenas de material carbonatado, presenta una cobertura vegetal de 0.7m. Las diaclasas encontradas en campo poseen una abertura de 25mm.			
Formación	Chaguarpamba				
Dimensiones	300mX250m				
Estado de alteración	Alta				
Datos Estructurales	115°/20°SW				
Referencia Fotográfica					
					



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

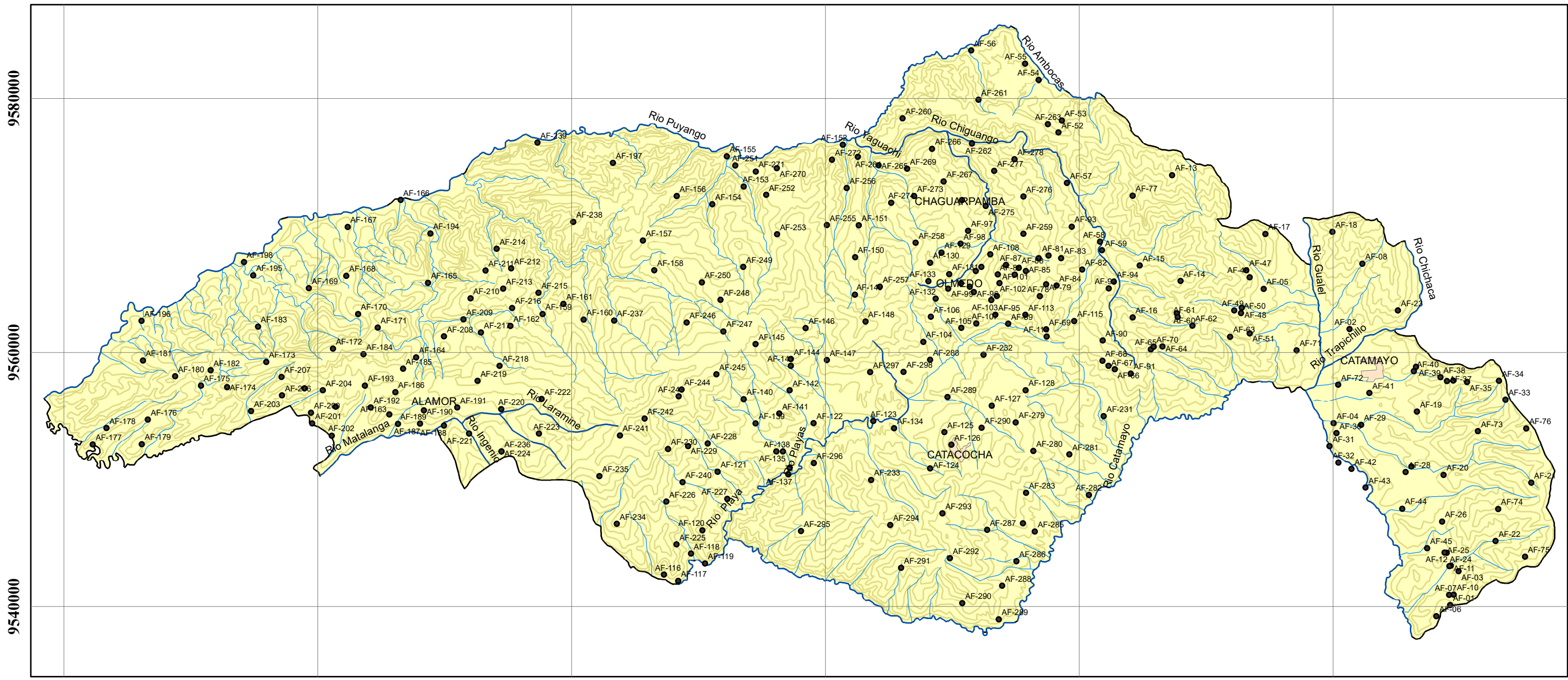
Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catama, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



ANEXO 2. MAPA DE AFLORAMIENTOS

MAPA DE AFLORAMIENTOS



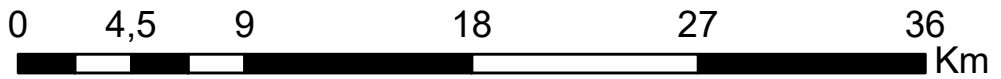
9580000
9560000
9540000

580000 600000 620000 640000 660000 680000

SIMBOLOGIA

- Area de Estudio
- Curvas de Nivel
- Ríos
- Quebradas
- Centros Poblados
- Afloramientos

Escala Gráfica:



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
	“Caracterización De Materias Primas No Metálicos Para La Industria Cerámica Plana En Los Cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas Y Puyango D Provincia De Loja, A Escala 1:50000”					
TEMA	Mapa de Afloramientos	FECHA	24/2/2020	ESTUDIANTE	Zaida Angamarca	
DIRECTOR	Ing. Carlomagno Chamba			ESCALA	1:300.000	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

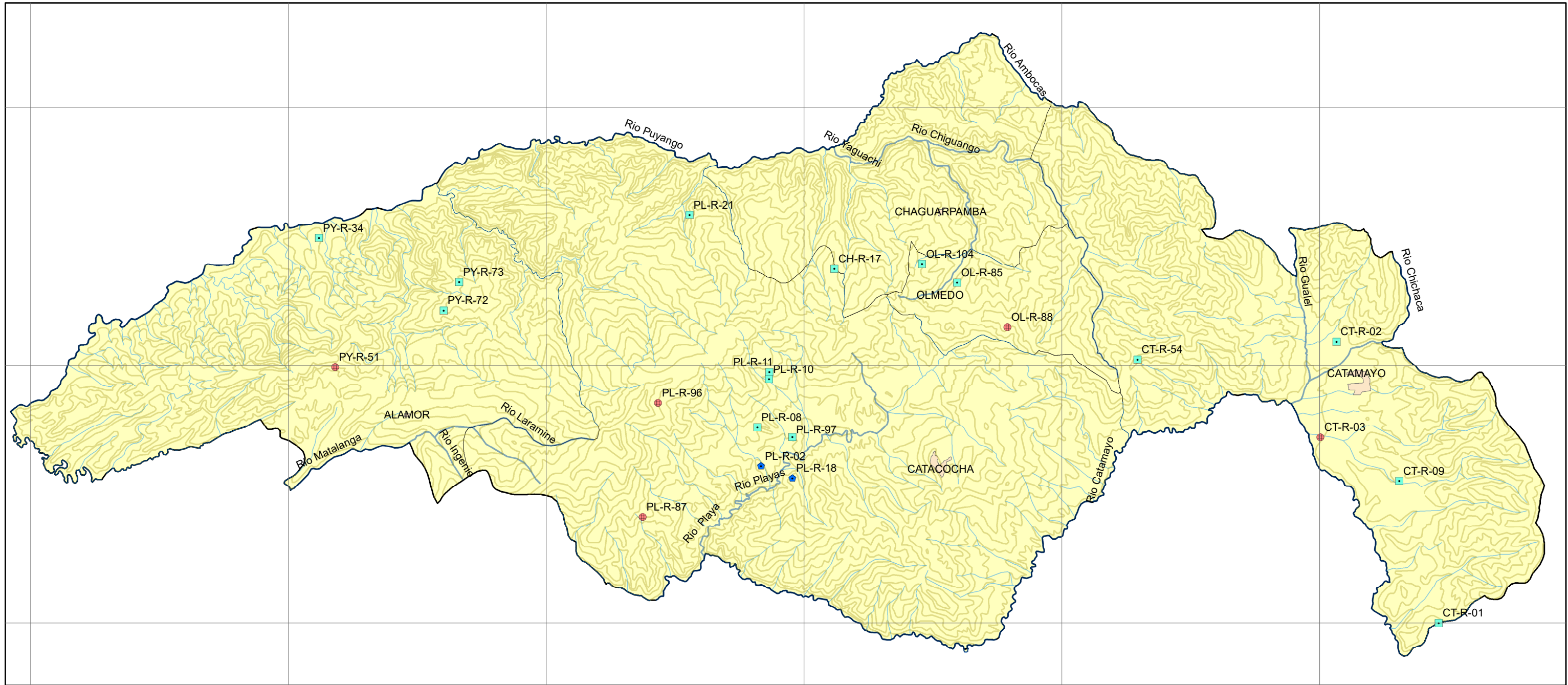
Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



ANEXO 3. MAPA DE MUESTRAS

MAPA DE MUESTRAS



580000 600000 620000 640000 660000 680000

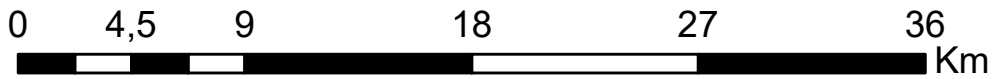
SIMBOLOGIA

- ◆ Caliza
- Feldespato
- Arcilla

MINERAL

- Curvas de Nivel
- Centros Poblados
- Ríos
- Quebradas
- Area de Estudio

Escala Gráfica:



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA "Caracterización De Materias Primas No Metálicos Para La Industria Cerámica Plana En Los Cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas Y Puyango De La Provincia De Loja, A Escala 1:50000"				
	CONTIENE	Mapa de muestras	FECHA	24/2/2020	
DIRECTOR	Ing. Carlomagno Chamba		ESCALA	1:300.000	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

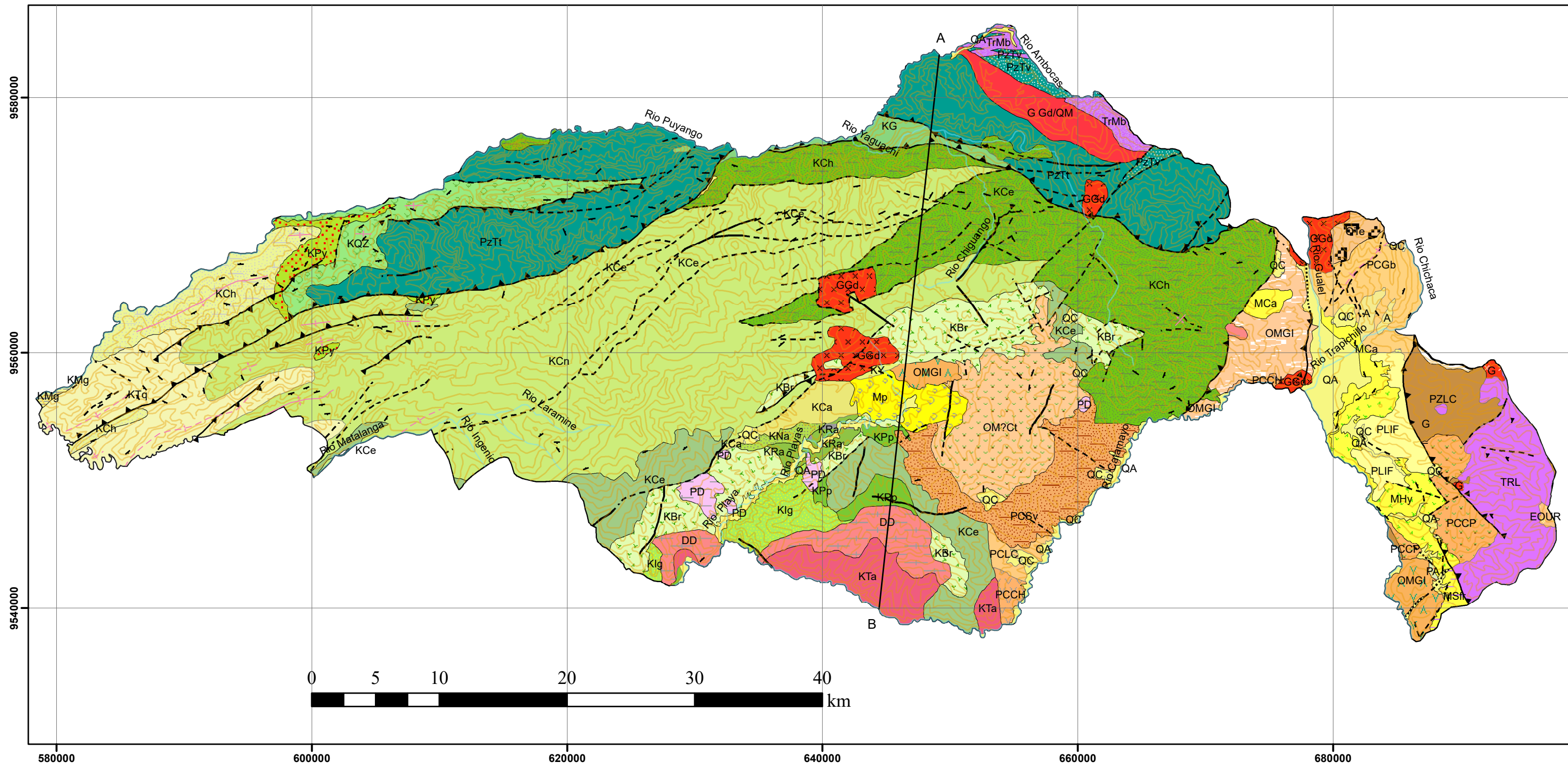
Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



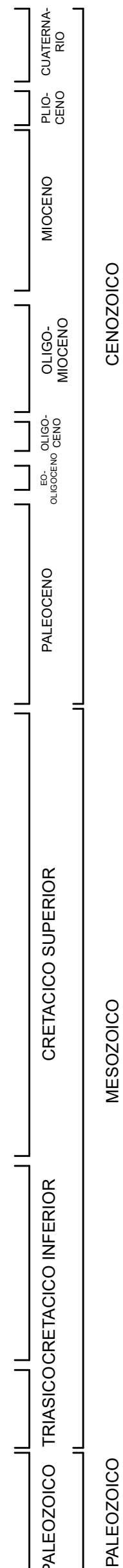
ANEXO 4. MAPA GEOLÓGICO

MAPA GEOLOGICO DE LOS CANTONES CATAMAYO, CHAGUARPAMBA, OLMEDO, PALTAS Y PUYANGO



LEYENDA

- QA Depósito Aluvial
- QC Depósito Coluvial
- PLIF Unidad Infiernillo
- MHy Unidad Huayco
- MCa Formación Catamayo
- MSd Formación Santo Domingo
- Mp Formación Río Playas
- OMGI Unidad Guayabal
- OM?Ct Unidad Catacocha
- OMLb Formación Loma Blanca
- OUle Unidad Tesalia
- EOUr Unidad Uritusinga
- PPCp Unidad Capilla
- PCSv Unidad San Vicente
- PCLC Unidad La Cruz
- PCGb Unidad Gonzabal
- PCCh Unidad Changaimina
- KMg Formación Mangahurco
- KTq Formación Tronco Quemado
- KCh Formación Chaquino
- KY Unidad Yunguilla
- KCa Unidad Casanga
- KNj Unidad Naranjo
- KCn Formación Ciano
- KRa Unidad La Ramada
- KCh Unidad Chaguarpamba
- KIlg Unidad Iguinda
- KBr Unidad Bramaderos
- KPy Formación Puyango
- KQz Formación Quebrada Los Zabalos
- KG Unidad Guerras
- KC Formación Celica
- KPp Formación Punta de Piedra
- TRL Unidad Tres Lagunas
- TRMb Unidad La Bocana
- PZT Unidad La Victoria
- PZTt Unidad El Tigre
- PZLc Unidad Chigüinda



ROCAS INTRUSIVAS

- GG Granito
- Gd Granodiorita
- DD Diorita
- KTa Granodiorita Tangula
- Gd/QM Plutón El Prado

ROCAS SUB-VOLCANICAS

- PD Pórfido Diorítico
- PR Pórfido Riolítico
- PA Pórfido Andesítico

ROCAS VOLCANICAS, PIROCLASTICAS Y BRECHAS

- A Andesita

SIMBOLOS CONVENCIONALES

- Línea de perfil geológico
- Ríos
- Curvas de Nivel
- Límite Cantonal
- Línea de corte

SIMBOLOS GEOLOGICOS

Fallas

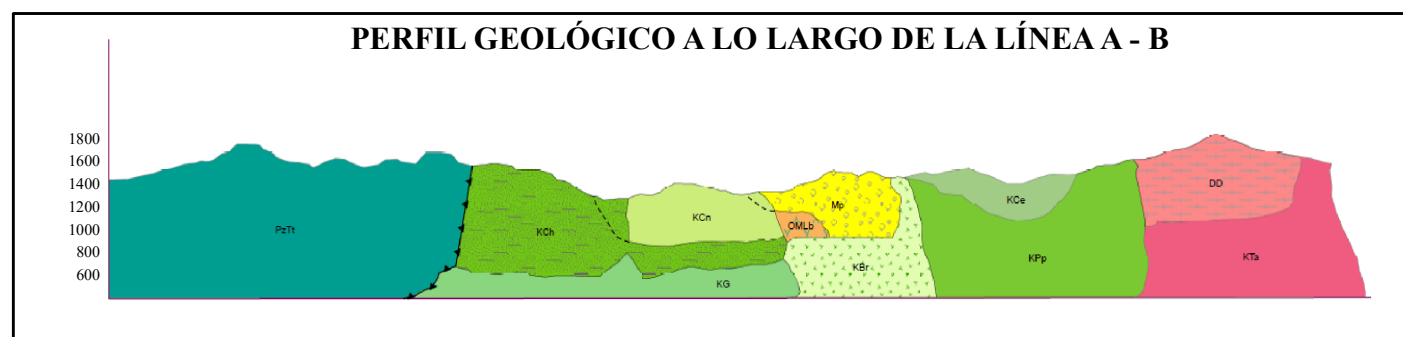
- Falla Cubierta
- ▶ Falla dextral inferida
- Falla Inferida
- Falla Observada
- ▲▲▲ Falla inversa/ cabalgamiento inferida

Pliegues


- + Anticlinal observado
- + Anticlinal inferido
- + Sinclinal observado
- + Sinclinal inferido

Estructuras Geológicas

- Estratificación inclinada



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 17S
Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	“Caracterización De Materias Primas No Metálicos Para La Industria Cerámica Plana En Los Cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas Y Puyango De La Provincia De Loja, A Escala 1:50000”				
CONTIENE	Mapa de Geológico de los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango	FECHA	24/2/2020	ESTUDIANTE	Zaida Angamarca
DIRECTOR	Ing. Carlomagno Chamba		ESCALA	1:300.000	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



ANEXO 5. RESULTADOS DE ANÁLISIS GEOQUÍMICO



DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, MINAS E INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE BENEFICIO DE MINERALES
SALA DE GEOQUÍMICA ANALÍTICA

Asunto: Informe de Análisis Químico

Método: Fluorescencia de Rayos X

Solicitante: Zaida Angamarca Angamarca.

Fecha de entrega: 23 de diciembre de 2019.

En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos del análisis químico realizado por Fluorescencia de Rayos X de las muestras correspondientes al **Exp. No. 144 - 2019**, las cuales pertenecen al desarrollo del tema de tesis: Caracterización de materias primas no metálicas para la industria de cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja a escala 1:50000.

Su análisis se realizó empleando el equipo Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X portátil S1 Turbo marca Bruker.

ÍTEM	MUESTRA	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Co ₃ O ₄ (%)	MnO (%)
1	CT - R - 01	65,4	11,5	0,15	0,24	0,04	0,58	0,89	0,26	0,23	0,04
2	CT - R - 03	53,8	10,5	2,1	0,25	0,06	0,51	0,4	0,043	0,1	ND
3	CT - R - 09 (08/11)	45,0	14,8	4,51	0,44	2,58	0,73	2,99	0,5	0,77	0,11
4	CT - R - 09 (24/10)	34,3	10,3	1,72	0,51	3,75	0,21	2,81	0,34	0,69	0,1
5	CT - R - 54	50,9	16,0	0,12	0,3	0,22	1,09	3,74	0,59	0,9	0,1
6	PL - R - 02	9,23	5,35	81,6	1,4	0,41	ND	1,23	0,13	0,32	0,05
7	PL - R - 08	43,1	13,7	1,93	ND	0,21	0,84	3,55	0,54	0,88	0,11
8	PL - R - 10	61,7	15,6	0,39	0,2	0,09	0,4	1,85	0,46	0,48	0,06
9	PL - R - 11	55,0	19,1	0,23	0,38	0,13	0,57	4,32	0,8	1,09	0,12
10	PL - R - 18	7,37	5,14	78,8	1,21	0,66	ND	1,41	0,4	0,4	0,06
11	PL - R - 21	43,0	14,3	0,14	0,18	0,1	1,04	3,73	0,71	0,94	0,15
12	PL - R - 87	48,0	18,7	4,22	0,27	0,1	0,4	0,76	0,1	0,19	0,1
13	PL - R - 96	58,2	17,9	0,18	0,24	0,06	0,98	1,27	0,65	0,32	0,06
14	PL - R - 97	43,3	14,2	4,72	0,41	0,4	0,79	3,74	0,57	0,95	0,12
15	PY - R - 34	46,1	21,7	0,93	0,33	0,14	1,65	3,21	0,68	0,81	0,1
16	PY - R - 51	41,6	21,9	0,12	0,29	0,05	0,62	3,73	0,57	0,93	0,14
17	PY - R - 72	42,8	21,9	0,16	0,26	0,1	0,78	3,96	0,94	0,99	0,12
18	PY - R - 73	50,1	20,7	0,85	0,42	0,15	2,98	2,7	0,59	0,7	0,1
19	CH - R - 17	39,1	28,6	0,23	0,24	0,1	ND	5,57	0,82	1,4	0,18

San Cayetano Alto s/n

Loja - Ecuador

Telf.: (593 - 7) 3701444

Fax: (593 - 7) 2584893

informacion@utpl.edu.ec

Apartado Postal: 11 - 01 - 608

www.utpl.edu.ec



UTPL
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

ÍTEM	MUESTRA	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	K ₂ O (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	TiO ₂ (%)	Co ₂ O ₄ (%)	MnO (%)
20	OL - R - 85	55,3	23,0	0,16	0,29	0,1	2,87	0,94	0,58	0,24	0,05
21	OL - R - 88	48,7	24,9	0,56	0,25	0,06	0,55	0,88	0,4	0,23	0,05
22	CL - R - 97	44,9	17,2	3,26	0,34	0,03	0,78	1,8	0,32	0,45	0,11

Estos resultados corresponden a la composición química de la muestra expresada en elementos mayoritarios (>1%), minoritarios (<1 a 0,1%) y trazas (ppm).

UTPL y Laboratorio de Beneficio de Minerales se deslindan de toda responsabilidad civil, laboral y penal, derivado del protocolo de muestreo de las alícuotas ingresadas al laboratorio que puedan alterar los resultados del análisis, puesto que en este caso no fueron tomadas por un representante de la UTPL.

Observaciones: El Na₂O y Carbono no es analizado por FRX, pero la muestra los puede contener.

ND: No detectado.

Ing. Erika Calderón M.
Responsable de la Sala de Geoquímica Analítica del
Laboratorio de Beneficio de Minerales



San Cayetano Alto s/n
Loja - Ecuador
Telf.: (593 - 7) 3701444
Fax: (593 - 7) 2584893
informacion@utpl.edu.ec
Apartado Postal: 11 - 01 - 608
www.utpl.edu.ec



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

“Caracterización de materias primas no metálicas para la industria cerámica plana en los cantones Catamayo, Chaguarpamba, Olmedo, Paltas y Puyango de la provincia de Loja, a escala 1:50000”



ANEXO 6. RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICOS



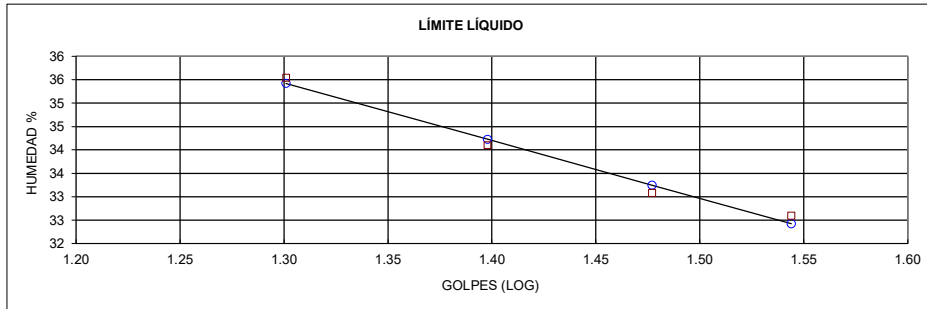
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENA: 636,394.00 9,555,187.00 1,536.00 AFLORAM. 1
LOCALIZAC: Nongora MUESTREO: Compuesto
CODIGO PL-R-08 FECHA 25/09/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		173.15 154.66	165.55 149.60	71.15 71.42	8.05 6.47	7.26
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	37.50 39.15 41.76 45.20	32.24 33.70 35.67 38.42	17.44 17.72 17.26 17.62	35.54 34.11 33.08 32.60	34.23
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.90 12.94	11.27 12.19	8.62 8.99	23.77 23.44	23.61

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	497.70	(H/S)	S	GRAVA	66
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			497.70	ARENA	27
				FINOS	7
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	34.00
1"	0.00	0	100	LP =	24.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	10.00
1/2"	122.90	25	75		
3/8"	150.00	30	70	CLASIFICACIÓN	
No. 4	326.90	66	34	SUCS :	GC
No. 10	431.40	30	70	AASHTO:	A-2-4
No. 40	450.60	90.54	9.46	IG(86):	0
No. 200	461.60	92.75	7.25	IG(45):	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de alta plasticidad (A-2-4)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.

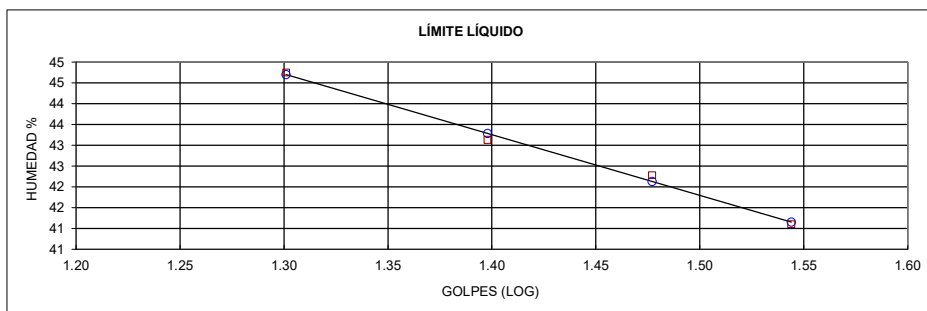


ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 639,098.00 9,554,423.00 1,836.00
LOCALIZAC: Paltas - El Naranja
CODIGO PL-R-97
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 2
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 01/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		179.94 185.46	169.68 174.25	80.00 70.97	11.44 10.85	11.15
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	34.63 34.19 35.07 30.72	29.39 29.23 29.89 26.93	17.68 17.73 17.64 17.71	44.75 43.13 42.29 41.11	43.29
3.- LÍMITE PLÁSTICO		13.13 13.28	12.37 12.44	8.95 8.66	22.22 22.22	22.22
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 381.40		(H/S)	S	GRAVA 7		
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			381.40	ARENA 71		
				FINOS 23		
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 43.00		
1"	0.00	0	100	LP = 22.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 21.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	2.10	1	99	SUCS : SC		
No. 4	25.40	7	93	AASHTO: A-2-7		
No. 10	143.70	37.68	62.32	IG(86): 1		
No. 40	260.50	68.30	31.70	IG(45): 1		
No. 200	294.70	77.27	22.73			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arena arcillosa de baja plasticidad (A-2-7)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



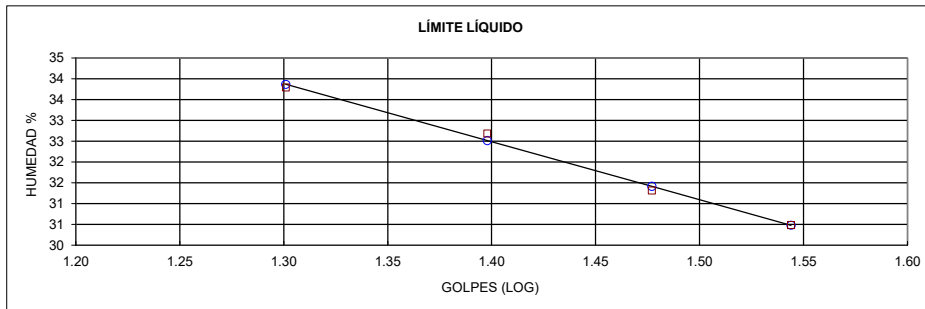
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 651,884.00 9,566,405.00 2,234.00
LOCALIZAC: Olmedo
CODIGO OL-R-85
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 3
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 09/06/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		74.72 71.45	65.61 62.76	17.39 17.33	18.89 19.13	19.01
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	33.90 34.53 36.57 38.10	29.72 30.33 32.06 33.39	17.35 17.48 17.66 17.94	33.79 32.68 31.32 30.49	32.52
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.90 11.52	11.45 11.10	8.67 8.54	16.19 16.41	16.30

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 200.00		(H/S)	S	GRAVA	2
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	14
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	FINOS	85
				LL =	33.00
1"	0.00	0	100	LP =	16.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	17.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	3.00	2	99	SUCS :	CL
No. 10	5.00	2.50	97.50	AASHTO:	A-6
No. 40	8.10	4.05	95.95	IG(86):	15
No. 200	30.30	15.15	84.85	IG(45):	11



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



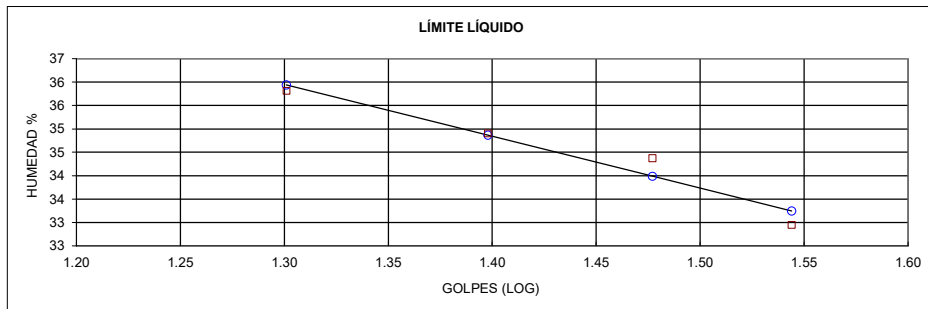
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 655,788.00 9,562,950.00 2,481.00
LOCALIZAC: Olmedo
CODIGO OL-R-88
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 4
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 12/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		76.37 72.59	68.34 65.13	17.75 17.57	15.87 15.69	15.78
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	37.24 36.29 38.89 38.53	31.99 31.40 33.39 33.36	17.33 17.39 17.39 17.67	35.81 34.90 34.38 32.95	34.87
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.46 11.49	11.07 11.15	8.62 9.00	15.92 15.81	15.87

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	1
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	24
				FINOS	75
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	35.00
1"	0.00	0	100	LP =	16.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	19.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	1.20	1	99	SUCS :	CL
No. 10	2.30	1.15	98.85	AASHTO:	A-6
No. 40	14.00	7.00	93.00	IG(86):	13
No. 200	49.50	24.75	75.25	IG(45):	12



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 637,297.00 9,558,928.00 2,481.00
LOCALIZAC: Paltas - San Francisco
CODIGO PL-R-10

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 5
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 03/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		63.01 63.10	59.44 59.63	17.23 17.60	8.46 8.26	8.36
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 26 31 36	39.40 43.29 38.84 43.20	33.62 36.52 33.35 36.66	17.60 17.23 17.57 17.75	36.08 35.10 34.79 34.58	35.39
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.78 10.79	11.39 10.51	8.95 8.66	15.98 15.14	15.56

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	15
				FINOS	85
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	35.00
1"	0.00	0	100	LP =	16.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	19.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.40	0	100	SUCS :	CL
No. 10	2.60	1.30	98.70	AASHTO:	A-6
No. 40	7.00	3.50	96.50	IG(86):	16
No. 200	30.20	15.10	84.90	IG(45):	12



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

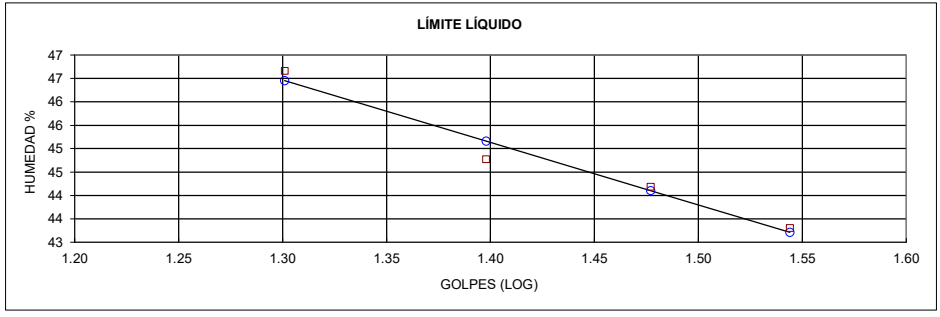
DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 628,689.00 9,557,076.00 2,577.00
LOCALIZAC: Paltas - San Vicente
CODIGO PL-R-96

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. Compuesto
MUESTREO: 6
PROFUNDIDAD:
FECHA 10/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		62.39 63.43	60.10 60.81	17.55 17.71	5.38 6.08	5.73
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	33.71 31.78 32.84 33.50	28.61 27.41 28.20 28.68	17.68 17.65 17.70 17.55	46.66 44.77 44.19 43.31	45.16
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.61 11.53	11.08 10.99	8.67 8.55	21.99 22.13	22.06

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	12
				FINOS	88
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	45.00
1"	0.00	0	100	LP =	22.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	23.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	2.00	1.00	99.00	AASHTO:	A-7-6
No. 40	7.20	3.60	96.40	IG(86):	22
No. 200	23.10	11.55	88.45	IG(45):	14



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



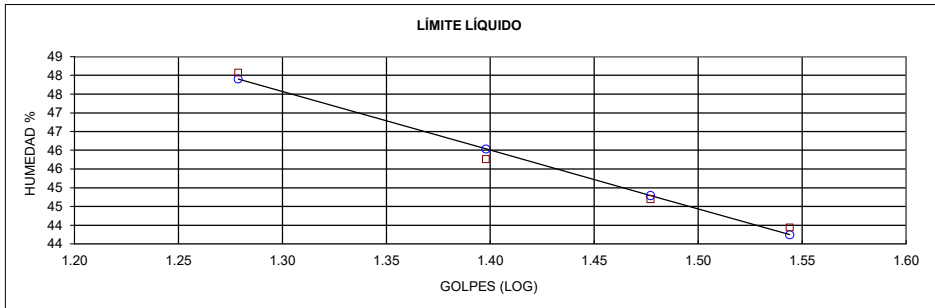
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
 COORDENA: 642,365.00 9,567,484.00 2,262.00
 LOCALIZAC: Chaguarpamba
 CODIGO CH-R-17
 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
 AFLORAM. 8
 MUESTREO:
 PROFUNDIDAD:
 FECHA 14/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		55.68 50.90	50.55 46.25	17.45 17.52	15.50 16.19	15.84
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 25 30 35	34.51 35.56 35.01 37.31	29.01 29.94 29.53 31.29	17.57 17.66 17.27 17.59	48.08 45.77 44.70 43.94	46.04
3.- LÍMITE PLÁSTICO		12.16 11.32	11.52 10.80	9.09 8.80	26.34 26.00	26.17

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	11
				FINOS	89
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	46.00
1"	0.00	0	100	LP =	26.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	20.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	0.00	0.00	100.00	AASHTO:	A-7-6
No. 40	0.70	0.35	99.65	IG(86):	20
No. 200	21.60	10.80	89.20	IG(45):	13



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil, Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



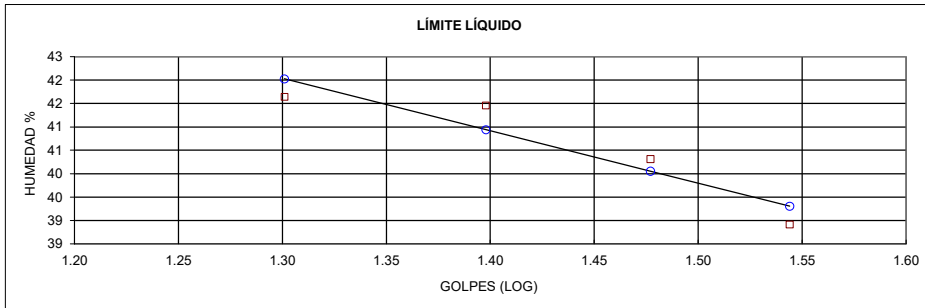
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
 COORDENA: 631,122.00 9,571,661.00 2,262.00
 LOCALIZAC: Paltas - El Placer
 CODIGO PL-R-21
 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
 AFLORAM. 9
 MUESTREO:
 PROFUNDIDAD:
 FECHA 18/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		63.36 62.28	58.70 57.74	17.43 17.28	11.29 11.22	11.26
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	31.48 34.45 32.67 35.60	27.32 29.45 28.28 30.58	17.33 17.39 17.39 17.68	41.64 41.46 40.31 38.91	40.94
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.20 11.30	10.67 10.83	8.62 9.00	25.85 25.68	25.77

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	3
				FINOS	97
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	41.00
1"	0.00	0	100	LP =	26.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	15.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	0.60	0.30	99.70	AASHTO:	A-7-6
No. 40	1.30	0.65	99.35	IG(86):	17
No. 200	5.30	2.65	97.35	IG(45):	10



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil, Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

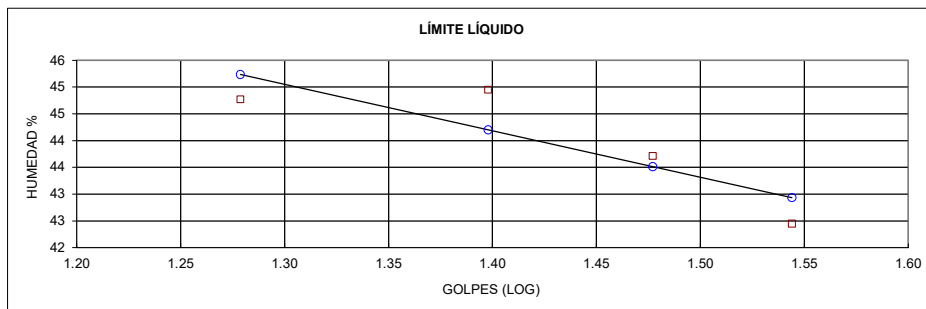
DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 612,058.00 9,564,256.00 2,402.00
LOCALIZAC: Puyango
CODIGO PY-R-72

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 10
MUESTREO:
PROFUNDIDAD:
FECHA 15/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1.CONTENIDO DE AGUA		59.11 61.11	48.19 49.65	17.55 17.80	35.64 35.98	35.81
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 25 30 35	32.28 35.03 34.61 37.38	27.74 29.51 29.43 31.53	17.60 17.23 17.58 17.75	44.77 44.95 43.71 42.45	44.20
3.- LÍMITE PLÁSTICO		10.37 10.26	10.08 9.96	8.67 8.56	20.57 21.43	21.00

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	11
				FINOS	89
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	44.00
1"	0.00	0	100	LP =	21.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	23.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	0.80	0.40	99.60	AASHTO:	A-7-6
No. 40	5.80	2.90	97.10	IG(86):	22
No. 200	21.50	10.75	89.25	IG(45):	14



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

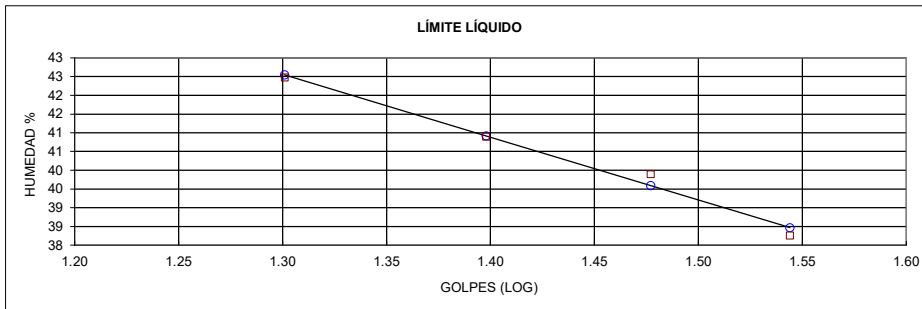
DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 637,312.00 9,559,469.00 2,162.00
LOCALIZAC: Paltas
CODIGO PL-R-11

NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 11
MUESTREO:
PROFUNDIDAD:
FECHA 03/11/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		70.06 70.89	66.85 67.65	17.29 17.63	6.48 6.48	6.48
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	34.26 33.38 36.76 33.74	29.32 28.82 31.33 29.26	17.69 17.67 17.72 17.55	42.48 40.90 39.90 38.26	40.92
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.19 11.39	10.77 10.95	8.48 8.54	18.34 18.26	18.30

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	5
				FINOS	95
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	41.00
1"	0.00	0	100	LP =	18.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	23.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	0.10	0.05	99.95	AASHTO:	A-7-6
No. 40	1.90	0.95	99.05	IG(86):	23
No. 200	10.20	5.10	94.90	IG(45):	13



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.

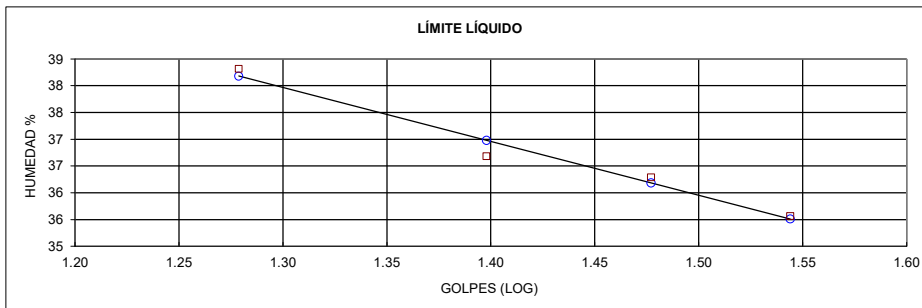


ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO :
COORDENA: X 639,108.00 Y 9,551,269.00 Z 1,672.00
LOCALIZAC:
CODIGO PL-R-18
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 12
MUESTREO:
PROFUNDIDAD:
FECHA 12/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		52.24 55.04	47.50 49.76	17.65 17.48	15.88 16.36	16.12
2.- LÍM. LÍQUIDO	19 25 30 35	34.81 37.03 37.64 35.99	30.07 31.81 32.16 31.11	17.70 17.58 17.06 17.39	38.32 36.68 36.29 35.57	36.98
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.12 12.04	10.68 11.56	8.27 8.99	18.26 18.68	18.47
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
PESO IN= 200.00 (H/S)		S 200.00		GRAVA	2	
PESO INICIAL DE CÁLCULO:				ARENA	19	
				FINOS	78	
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 37.00		
1"	0.00	0	100	LP = 18.00		
3/4"	0.00	0	100	IP = 19.00		
1/2"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN		
3/8"	2.50	1	99	SUCS : CL		
No. 4	4.50	2	98	AASHTO: A-6		
No. 10	7.10	3.55	96.45	IG(86): 14		
No. 40	14.50	7.25	92.75	IG(45): 12		
No. 200	43.10	21.55	78.45			



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



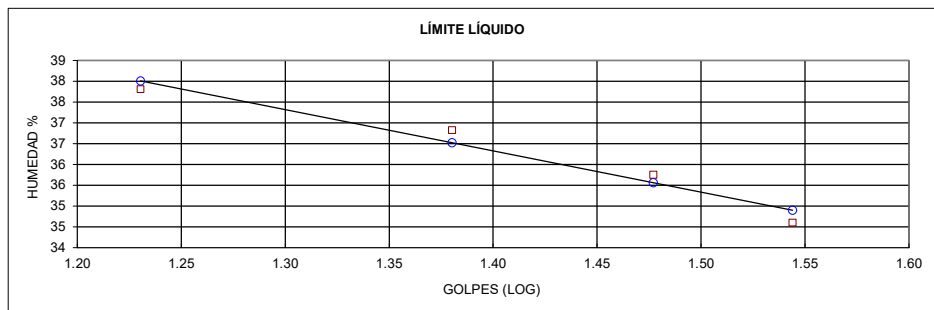
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 666,587.00 9,560,455.00 2,384.00
LOCALIZAC: Catamayo
CODIGO CT-R-52
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 13
MUESTREO:
PROFUNDIDAD:
FECHA 09/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		75.85 71.70	73.19 69.10	17.45 17.69	4.77 5.06	4.91
2.- LÍM. LÍQUIDO	17 24 30 35	35.21 34.38 33.46 35.65	30.31 29.81 29.23 31.03	17.35 17.40 17.40 17.68	37.81 36.83 35.76 34.61	36.35
3.- LÍMITE PLÁSTICO		12.08 12.55	11.48 11.93	8.64 9.00	21.13 21.16	21.14

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	46
				FINOS	54
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	36.00
1"	0.00	0	100	LP =	21.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	15.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	25.20	12.60	87.40	AASHTO:	A-6
No. 40	65.40	32.70	67.30	IG(86):	6
No. 200	92.30	46.15	53.85	IG(45):	6



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



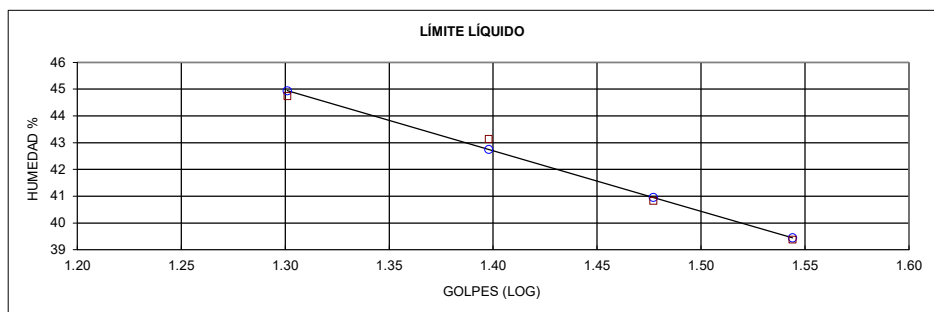
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 2,384.00
LOCALIZAC: Catamayo - Tropicchillo
CODIGO CT-R-02
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 14
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 01/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		77.26 68.99	67.20 60.33	17.72 17.66	20.33 20.30	20.31
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	30.76 32.91 32.83 30.59	26.76 28.35 28.31 26.77	17.82 17.78 17.24 17.07	44.74 43.14 40.83 39.38	42.75
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.67 11.60	11.27 11.22	8.73 8.85	15.75 16.03	15.89

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 200.00	(H/S)	S		GRAVA	3
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		200.00		ARENA	17
				FINOS	80
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	43.00
1"	0.00	0	100	LP =	16.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	27.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	2.70	1	99	CLASIFICACIÓN	
No. 4	6.10	3	97	SUCS :	CL
No. 10	7.80	3.90	96.10	AASHTO:	A-7-6
No. 40	13.30	6.65	93.35	IG(86):	21
No. 200	40.00	20.00	80.00	IG(45):	15



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



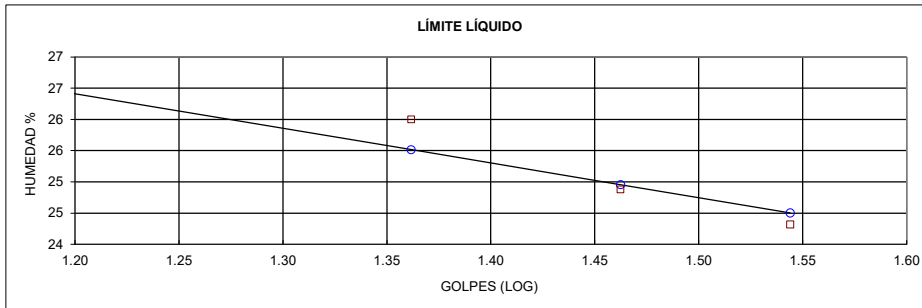
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
 COORDENA: 613,251.00 9,566,442.00 2,725.00
 AFLORAM. 15
 LOCALIZAC: Puyango - Alto de la Cruz
 MUESTREO: Compuesto
 CODIGO PY-R-73
 PROFUNDIDAD:
 FECHA 02/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		83.97 89.07	80.56 85.49	17.70 17.64	5.42 5.28	5.35
2.- LÍM. LÍQUIDO	15 23 29 35	34.83 32.94 36.15 38.31	31.24 29.70 32.45 34.29	17.60 17.24 17.58 17.76	26.32 26.00 24.88 24.32	25.32
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.92 12.44	11.54 12.04	8.62 8.99	13.01 13.11	13.06

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 200.00	(H/S)	S		GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		200.00		ARENA	70
				FINOS	30
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	25.00
1"	0.00	0	100	LP =	13.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	12.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	SC
No. 10	51.10	25.55	74.45	AASHTO:	A-2-6
No. 40	107.60	53.80	46.20	IG(86):	0
No. 200	139.30	69.65	30.35	IG(45):	0



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arena arcillosa de baja plasticidad (A-2-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



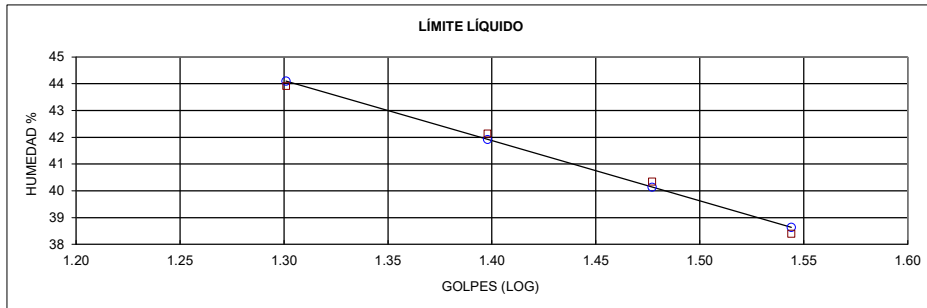
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
 COORDENA: 2,906.00
 LOCALIZAC: Catamayo - El Tambo
 CODIGO CT-R-01
 NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
 AFLORAM. 16
 MUESTREO: Compuesto
 PROFUNDIDAD:
 FECHA 01/09/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		68.92 65.65	63.67 60.60	17.74 17.27	11.43 11.65	11.54
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	36.38 37.19 36.01 38.26	30.57 31.32 30.66 32.55	17.34 17.39 17.40 17.68	43.92 42.14 40.35 38.40	41.92
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.43 12.02	10.86 11.40	8.62 8.99	25.45 25.73	25.59

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 200.00	(H/S)	S		GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		200.00		ARENA	50
				FINOS	50
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	42.00
1"	0.00	0	100	LP =	26.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	16.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	22.20	11.10	88.90	AASHTO:	A-7-6
No. 40	60.50	30.25	69.75	IG(86):	5
No. 200	99.10	49.55	50.45	IG(45):	5



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-7-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



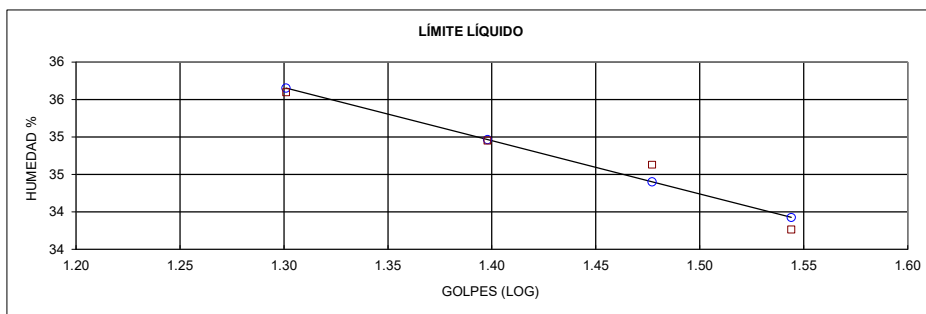
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN:
FISCALIZACIÓN:
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 603,630.00 9,559,857.00 2,831.00
LOCALIZAC: Puyango
CODIGO PY-R-51
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 17
MUESTREO: Compuesto
PROFUNDIDAD:
FECHA 04/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		72.80 70.00	67.34 64.59	17.72 17.45	11.00 11.48	11.24
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	36.05 37.66 38.13 39.18	31.23 32.48 32.88 33.72	17.69 17.66 17.72 17.55	35.60 34.95 34.63 33.77	34.97
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.28 11.35	10.93 11.01	8.54 8.73	14.64 14.91	14.78

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	22
				FINOS	78
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	35.00
1"	0.00	0	100	LP =	15.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	20.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	6.10	3.05	96.95	AASHTO:	A-6
No. 40	16.30	8.15	91.85	IG(86):	15
No. 200	44.10	22.05	77.95	IG(45):	12



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil, Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



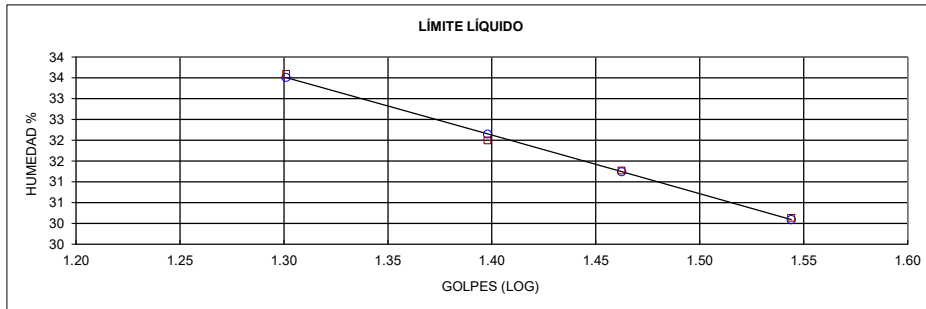
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO :	X	Y	Z	NORMA:	ASTM D 4318, AASHTO T-27
COORDENA:	649,173.00	9,567,849.00	2,267.00	AFLORAM.	18
LOCALIZAC:	Olmedo			MUESTREO:	Compuesto
CODIGO	OL-R-104			PROFUNDIDAD:	
				FECHA	07/07/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		70.11 71.46	66.56 68.02	16.94 17.67	7.15 6.83	6.99
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 29 35	36.70 38.98 41.53 39.12	31.92 33.79 35.70 34.09	17.69 17.57 17.06 17.40	33.59 32.00 31.28 30.14	32.15
3.- LÍMITE PLÁSTICO		12.16 11.25	11.73 10.87	8.83 8.27	14.83 14.62	14.72

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN=	200.00	(H/S)	S	GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:			200.00	ARENA	20
				FINOS	80
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL =	32.00
1"	0.00	0	100	LP =	15.00
3/4"	0.00	0	100	IP =	17.00
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS :	CL
No. 10	1.00	0.50	99.50	AASHTO:	A-6
No. 40	6.60	3.30	96.70	IG(86):	13
No. 200	40.70	20.35	79.65	IG(45):	11



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arcilla de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.



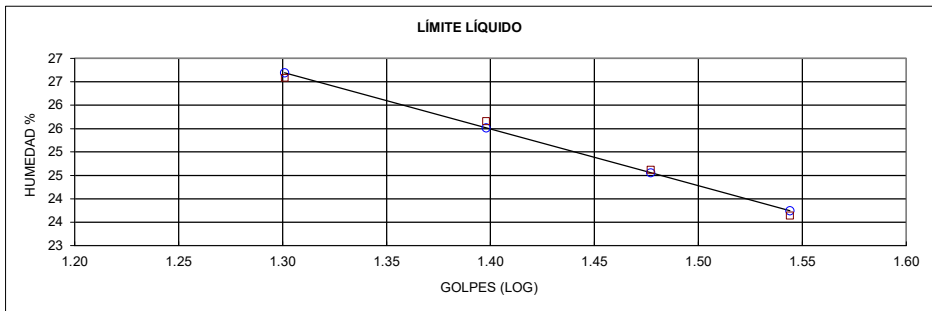
ISRAEL S. VILLAVICENCIO ALDAZ.
INGENIERO CIVIL

DISEÑOS ESTRUCTURALES.
ESTUDIOS DE SUELOS.
CONSTRUCCIÓN.
FISCALIZACIÓN.
CONSULTORÍAS.
PRESUPUESTOS.
TOPOGRAFÍA.

PROYECTO : X Y Z
COORDENA: 602,382.00 9,569,871.00 2,896.00
LOCALIZAC: Puyango - BPP
CODIGO PY-R-34
NORMA: ASTM D 4318, AASHTO T-27
AFLORAM. 19
MUESTREO: Puntual
PROFUNDIDAD:
FECHA 03/10/2019

	GOLPES	PESO HUM.	PESO SECO	CÁPSULA	w %	RESULTADO
1. CONTENIDO DE AGUA		83.15 83.87	78.88 79.48	17.47 17.35	6.95 7.07	7.01
2.- LÍM. LÍQUIDO	20 25 30 35	32.58 39.67 41.99 39.19	29.48 35.20 37.10 34.96	17.82 17.78 17.24 17.07	26.59 25.66 24.62 23.64	25.52
3.- LÍMITE PLÁSTICO		11.70 12.16	11.44 11.89	8.54 8.86	8.97 8.91	8.94

4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN	
PESO IN= 200.00 (H/S)		S		GRAVA	0
PESO INICIAL DE CÁLCULO:		200.00		ARENA	59
				FINOS	41
TAMIZ	PESO RT.	% RET	% PASA	LL = 26.00	
1"	0.00	0	100	LP = 9.00	
3/4"	0.00	0	100	IP = 17.00	
1/2"	0.00	0	100		
3/8"	0.00	0	100	CLASIFICACIÓN	
No. 4	0.00	0	100	SUCS : SC	
No. 10	24.70	12.35	87.65	AASHTO: A-6	
No. 40	88.30	44.15	55.85	IG(86): 3	
No. 200	118.60	59.30	40.70	IG(45): 3	



CLASIFICACIÓN AASHTO: Arena arcillosa de baja plasticidad (A-6)

Ing. Civil. Israel S. Villavicencio Aldaz.
LABORATORISTA - CONSULTOR - CONSTRUCTOR
 CEL: 0991212789 DIR.: Zamora - Ecuador.