



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

“ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN DEPARTAMENTO DEL CUSCO EN EL AÑO 2017”

PRESENTADO POR:

BACH.: GALICIA RAMIREZ JOSE LUIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR TÉCNICO: ING. AMBROCIO MAMANI CUTIPA

**ASESOR METODOLÓGICO: DR. EDWARDS JESÚS AGUIRRE
ESPINOZA.**

CUSCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

“Esta tesis se la dedico primero a Dios, por haberme dado la sabiduría y fortaleza para poder realizarla, a mis padres Horacio y Rufina que desde el cielo guiaron mis pasos, a mis tías Felicia y Sayda, a mis hermanos Elvis y Thalía, a mi novia Indira y a todos aquellos que aportaron un granito de arena hacia la consecución de este trabajo”

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas por la orientación académica recibida.

Con profundo agradecimiento a mi asesor el Ing. Ambrocio Mamani, quien me oriento en la realización del presente trabajo de investigación.

Mi reconocimiento al Dr. Edwards J. Aguirre, por su amistad y guía en la realización de la presente tesis

A mis tías Sayda Ramírez y Felicia Hualla por todo su amor, educación, apoyo y consejos.

A mis primas Shary y Faye por su apoyo incondicional, comprensión y su aliento a concluir esta tesis.

A mi hermano Elvis Galicia Ramírez por ser mi ejemplo, mi fortaleza para seguir luchando en la vida y ayudarme a concluir este sueño anhelado

A mi novia Indira Rozas por su constante aliento e infinito amor y su familia, son personas que me han ofrecido amistad y la calidez de la familia.

III

RESUMEN

El presente estudio tiene como título “ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCION DEPARTAMENTO DEL CUSCO EN EL AÑO 2017” se desarrolló con un diseño de investigación aplicada haciendo uso de conocimientos existentes, siendo las unidades de observación, la observación de campo, de laboratorio, científica, no científica, directa, etc. Se hizo uso del instrumento, denominado, ficha de observación, habiendo obtenido como resultado, que de las unidades elaboradas con arcilla de la canteras denominadas Establo, Ipal y Lauramarca , se llegó a ver que las unidades de albañilería King Kong elaboradas con arcilla de la cantera denominada Establo resaltaron puesto que presenta una variación dimensional promedio catalogándolo de tipo V, así mismo estas unidades alcanzaron en promedio una Resistencia a la Compresión de 55.38 kg/cm² , las cuales se encuentran dentro del rango establecido por la norma E-070 Albañilería .

Como conclusión podemos afirmar que luego de realizado el ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCION DEPARTAMENTO DEL CUSCO EN EL AÑO 2017 , encontramos que luego de un exhaustivo y serio trabajo de investigación podemos establecer que una micro o macro industria ladrillera en la jurisdicción del distrito de Huayopata seria sostenible puesto que se cuenta con una considerable potencia volumétrica de cantera ($V= 334,638.984 \text{ m}^3$) de arcilla. Basados también en la resistencia a la compresión ($f'_{b}= 55.38 \text{ kg/cm}^2$) alcanzada como pico más alto por las unidades de albañilería elaboradas con materia prima extraída de las canteras elegidas para esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
RESUMEN	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	11
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I.....	15
PLANEAMIENTO METODOLÓGICO.....	15
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	15
1.2. Delimitación de la Investigación	16
1.2.1. Delimitación Espacial	16
1.2.2. Delimitación Social	18
1.2.3. Delimitación Temporal.....	19
1.2.4. Delimitación Conceptual.....	19
1.2.5. Delimitación Cuantitativa.....	19
1.3. Problemas de Investigación	19
1.3.1. Problema Principal	19
1.3.2. Problemas Secundarios	20
1.4. Objetivos de la Investigación	20
1.4.1. Objetivo General.....	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.5. Hipótesis de la Investigación	21
1.5.1. Hipótesis General	21
1.5.2. Hipótesis Secundarias.....	21
1.5.3. Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores.....	22
1.6. Diseño de la Investigación	22
1.6.1. Tipo de Investigación.....	22
1.6.2. Nivel de Investigación.....	23
1.6.3. Método.....	23
1.7. Población y Muestra de la Investigación	23
1.8. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos	23
1.8.1. Técnicas de Tratamiento de los datos.	23
1.8.2. Instrumentos.....	23
1.9. Justificación e Importancia de la Investigación	24
1.9.1. Justificación	24
1.9.2. Importancia.....	24
1.10. Limitaciones de la Investigación	25
CAPÍTULO II.....	26
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	26
2.2. Bases Teóricas	28
2.2.1. Definición y Clasificación de los Ladrillos.....	28
2.2.1.1. Definición de Ladrillo	28

2.2.1.2.	Clasificación de los Ladrillos en el Perú.....	29
2.2.1.3.	Requisitos de calidad de las unidades de albañilería según normativa peruana 33	
2.2.2.	Definición y Descripción de las Arcillas.....	40
2.2.2.1.	Las Arcillas.....	40
2.2.2.2.	Composición de la Arcilla.....	41
2.2.2.3.	Principales Minerales Arcillosos.....	42
2.2.2.4.	Propiedades de la Arcilla.....	43
2.2.3.	Clasificación de las Arcillas.....	47
2.2.3.1.	Desde el Punto de Vista Geológico.....	47
2.2.3.2.	Desde el Punto de Vista de Absorción de Agua.....	48
2.2.4.	Arcilla para la Elaboración de Ladrillos.....	48
2.2.5.	Proceso de Fabricación del Ladrillo.....	49
2.2.5.1.	Tipos de proceso de fabricación.....	49
2.2.5.2.	Fabricación del Ladrillo.....	50
2.3.	Definición de términos básicos.....	58
2.3.1.	Arcilla.....	58
2.3.2.	Esquisto Arcilloso.....	59
2.3.3.	Arcilla Superficial.....	59
2.3.4.	Ladrillo Artesanal.....	59
2.3.5.	Ladrillo Industrial.....	60
2.3.6.	Designación de Ladrillo.....	60
2.3.7.	Ladrillo.....	60
2.3.8.	Ladrillo Macizo.....	60
2.3.9.	Ladrillo Perforado.....	60
2.3.10.	Ladrillo Tubular.....	60
CAPÍTULO III.....	61	
UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	61	
3.1. Ubicación y Descripción de las canteras.....	61	
3.1.1.	Cantera "ESTABLO".....	62
3.1.1.1.	Ubicación de la Cantera.....	62
3.1.1.2.	Descripción de la cantera.....	64
3.1.1.3.	Extracción de la Muestra.....	67
3.1.1.4.	Ensayos de laboratorio.....	69
3.1.1.5.	Potencia Volumétrica de la Cantera Establo.....	79
3.1.2.	Cantera "IPAL".....	80
3.1.2.1.	Ubicación de la cantera.....	80
3.1.2.2.	Descripción de la cantera.....	82
3.1.2.3.	Extracción de la Muestra.....	83
3.1.2.4.	Ensayos de laboratorio.....	85
3.1.2.5.	Potencia Volumétrica de la Cantera Ipal.....	93
3.1.3.	Cantera "LAURAMARCA".....	95
3.1.3.1.	Ubicación de la Cantera.....	95
3.1.3.2.	Descripción de la cantera.....	97
3.1.3.3.	Extracción de la Muestra.....	99
3.1.3.4.	Ensayos de laboratorio.....	100
3.1.3.5.	Potencia Volumétrica de la Cantera Lauramarca.....	108
3.2. ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑERÍA.....	109	
3.2.1.	Dosificación y mezcla.....	111
3.2.2.	Trituración de la Mezcla.....	113
3.2.3.	Desmenuzado de la muestra y compresión de la mezcla.....	114
3.2.4.	Corte y Secado.....	118
3.2.5.	Traslado y Quemado.....	120
3.3. Costos de Producción.....	124	
A.	Costos de producción de Unidades de Albañilería Elaboradas.....	124

CAPÍTULO IV.....	130
4. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	130
4.1. Resultados e interpretación de los ensayos realizados	130
4.1.1. Ensayo de Variación Dimensional.....	130
Resumen e Interpretación de Datos.....	133
4.1.2. Alabeo	134
Resumen e Interpretación de Datos.....	137
4.1.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión de la Unidad ($f'b$).....	138
Resumen e Interpretación de Datos.....	140
4.1.4. Absorción.....	142
Resumen e Interpretación de Datos.....	143
4.1.5. Porcentaje de Vacíos	145
Resumen e Interpretación de Datos.....	146
4.1.6. Ensayo de Succión.....	148
Resumen e Interpretación de Datos.....	150
4.2. Comprobación de hipótesis	152
4.2.1. Hipótesis General	152
4.2.2. Hipótesis secundarias	154
Conclusiones.....	158
Recomendaciones.....	160
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	161
ANEXOS	164

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Etapas de la fabricación de un ladrillo.....	50
FIGURA 2. Campesinos de la zona en plena recolección de la hoja verde de té, principal actividad agrícola del distrito de Huayopata.....	62
FIGURA 3. Primera visita a la cantera para la verificación del terreno	64
FIGURA 4. Se aprecia en la imagen charcos de agua los cuales al ser transitados, por efecto de la carga de tránsito se genera lodo.	65
FIGURA 5. Se aprecia que el terreno mantiene una coloración ploma en la parte del mismo explorada para la extracción de la muestra para la elaboración de los ladrillos King Kong de 18 huecos.	66
FIGURA 6. Estratificación del suelo de la cantera “Establo”	67
FIGURA 7. Extracción de material de la cantera ESTABLO para la elaboración de las unidades de albañilería.	68
FIGURA 8. Sacos con contenidos de arcilla extraídos de la cantera Establo cada uno de los cuales contiene el equivalente a 3 baldes de 18 litros, traducidos es en 0.054 m ³ aprox.	69
FIGURA 9. Extracción de muestra de la cantera Establo para ensayos en el laboratorio de suelos.	70
FIGURA 10. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Establo	72
FIGURA 11. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110	73
Figura 12. Carta De Casagrande, Grafico Del Sistema De Clasificación De Suelos Sucs.....	76
FIGURA 13. Detalle topográfico de la extensión de la cantera Establo.....	79
FIGURA 14. Vía principal Cusco – Quillabamba por la zona de Ipal.....	80
FIGURA 15. Plano de Ubicación de la cantera	81
FIGURA 16. Vista del camino hacia la cantera como se puede apreciar la vegetación es diferente en relación con la cantera Establo.	82
FIGURA 17. Calicata realizada en la cantera “Ipal” para la extracción de la materia prima.....	83
FIGURA 18. Extracción de materia prima de la cantera Ipal para la elaboración de ladrillos King Kong de 18 huecos	84
FIGURA 19. Carguío del material extraído de la cantera Ipal para su traslado a la ciudad del cusco.	84
FIGURA 20. Carta de Casagrande.....	91
FIGURA 21. Especificación del plano de extensión de la cantera Ipal.....	94
FIGURA 22. Llegada a la localidad de Lauramarca, lugar donde se encuentra la tercera cantera en estudio.....	95
FIGURA 23. Carretera de acceso hacia la localidad de Lauramarca	97
FIGURA 24. Extracción de la materia prima aprovechando un pequeño corte de talud realizado por los pobladores de la zona.....	98
FIGURA 25. Se puede apreciar que la arcilla de esta cantera es más seca a diferencia de las otras canteras.....	98
FIGURA 26. Extracción de la materia prima	99
FIGURA 27. Perfil estratigráfico de la cantera de Lauramarca.....	100
FIGURA 28. Carta de Casagrande.....	106
FIGURA 29. Área y perímetro de la cantera Lauramarca.....	109

FIGURA 30. <i>Pasos del proceso de la elaboración de las Unidades de Albañilería King Kong de 18 huecos con Arcilla extraída de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca.</i>	110
FIGURA 31. <i>Descripción de maquinaria semi-industrial.</i>	111
FIGURA 32. <i>Traslado de la materia prima al interior de la ladrillera específicamente a la zona de trabajo.</i>	112
FIGURA 33. <i>Momento en que se realiza la dosificación de la mezcla, materia prima de la cantera Establo (C-1)</i>	112
FIGURA 34. <i>Muestra de la cantera Lauramarca (C- 3) luego de ser triturada para pasar a la faja transportadora.</i>	113
FIGURA 35. <i>Muestra C-3 triturada lista para ser cargada por la faja transportadora a la máquina desmenuzadora.</i>	114
FIGURA 36. <i>Momento en el que se verifica la seguridad de la boquilla de moldeado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.</i>	115
FIGURA 37. <i>Verificación del nivel de la mesa de recepción y corte.</i>	115
FIGURA 38. <i>Verificación de las medidas de corte para los moldes de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos ($h= 9\text{cm}$, $L = 24\text{ cm}$, $a= 14\text{ cm}$)</i>	116
FIGURA 39. <i>Es necesario que los cables de corte estén muy bien tesados para poder hacer un corte fino.</i>	116
FIGURA 40. <i>Colocado de la mezcla en la faja transportadora para ser llevada a la desmenuzadora</i>	117
FIGURA 41. Mezcla presada saliendo de la boquilla.	117
FIGURA 42. <i>Puede apreciar que la mezcla C- 2 es fino entonces se procede al corte puesto que al inicio también se tuvieron unidades defectuosas las cuales se separan.</i>	118
FIGURA 43. <i>El corte se realiza con la mayor firmeza para evitar alabeos pronunciados luego del quemado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.</i>	119
FIGURA 44. <i>Preparado de la zona de secado de la unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.</i>	119
FIGURA 45. <i>Ladrillos elaborados ,colocados en la zona de descargue para su secado</i>	120
FIGURA 46. Ordenamiento de las unidades de albañilería King Kong previo a su traslado al horno luego de alcanzar un secado óptimo.	121
FIGURA 47. Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Establo	122
FIGURA 48. Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Ipal	122
FIGURA 49. <i>Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Lauramarca.</i>	123
FIGURA 50. <i>Colocado en el horno de la unidades de albañilería King Kong de 18 huecos para ser cocinados.</i>	123
FIGURA 51. <i>Momento de la medición de las unidades de albañilería de la cantera Establo con una regla metálica de 30 cm.</i>	131
FIGURA 52. <i>Ensayo de alabeo utilizando una regla metálica de 30 cm y otra regla de la misma dimensión modificada para ser colocada perpendicularmente, realizado en una unidad de la cantera Ipal.</i>	135
FIGURA 53. Unidades seleccionadas para la prueba luego del colocado y secado de su capping.	139

FIGURA 54. En la figura se aprecia un contenedor de muestras siendo sumergidas en agua, para luego calcular su porcentaje de absorción.....	142
FIGURA 55. Medición de los diámetros de los agujeros de las unidades de albañilería de la cantera Ipal (C-2).....	145
FIGURA 56. Momento del colocado de las unidades de albañilería al horno por un espacio de 24 horas	148
FIGURA 57. Se coloca la unidad de albañilería para evaluar su ritmo de succión	149
FIGURA 58. Extracción de la unidad de albañilería para su nuevo pesaje luego de pasado 1 min, se puede apreciar la marca del nivel de agua	149

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG PARA LA CANTERA ESTABLO	71
TABLA 2. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110	73
TABLA 3. Límite plástico MTC E 111	74
Tabla 4. Índice Plástico Cantera Establo	75
Tabla 5. Resumen Cantera Establo	75
TABLA 6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELO DE LA CANTERA ESTABLO.....	77
TABLA 7. Resultados Del Análisis Químico De La Cantera Establo.	77
TABLA 8. Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales..	78
TABLA 9. Potencia Volumétrica De La Cantera "Establo	79
TABLA 10. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal	85
TABLA 11. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal	86
TABLA 12. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal	87
TABLA 13. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110.....	88
TABLA 14. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal	89
TABLA 15. CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES	89
TABLA 16. Resumen de resultados cantera "Ipal"	90
TABLA 17. Resultados de los ensayos de la cantera "Ipal"	91
TABLA 18. Resultados del análisis químico de la cantera "Ipal"	92
TABLA 19. Porcentajes químicos característicos para la elaboración de ladrillo	93
TABLA 20. Potencia volumétrica de la cantera "Ipal"	94
TABLA 21. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca	101
TABLA 22. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca	102
TABLA 23. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110.....	103
TABLA 24. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca	103
TABLA 25. Límite plástico MTC E 111	104
TABLA 26. Resumen de resultados cantera Lauramarca	105
TABLA 27. Resultados en porcentajes	105
TABLA 28. RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE SUELOS DE LA CANTERA "LAURAMARCA".....	106
TABLA 29. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CANTERA "LAURAMARCA".....	107
TABLA 30. Caracterización de la arcilla	108
TABLA 31. POTENCIA VOLUMÉTRICA DE LA CANTERA "LAURAMARCA" ..	109
TABLA 32. DENOMINACION DE LAS MUESTRAS	111
TABLA 33. RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	124
TABLA 34 RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA.....	125

TABLA 35. Inversión fija	126
TABLA 36. RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PEQUEÑA PLANTA LADRILLERA.....	127
TABLA 37. <i>VENTA DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA POR MES (INGRESO)</i>	127
TABLA 38. Elaboración de unidades de albañilería por mes	128
TABLA 39. Ingreso neto	128
TABLA 40. Parámetros norma E-070.....	130
TABLA 41. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA ESTABLO (C-1).....	131
TABLA 42. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA IPAL (C-2)	132
TABLA 43. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA LAURAMARCA (C-3).....	132
TABLA 44. Resumen de Resultados para su Clasificación.....	133
TABLA 45. Ensayo de Alabeo, CANTERA ESTABLO (C-1).....	135
TABLA 46. Ensayo de Alabeo, CANTERA IPAL (C-2).....	136
TABLA 47: ensayo de Alabeo, CANTERA LAURAMARCA (C-3)	136
TABLA 48. Resumen de Resultados del Alabeo para su Clasificación.....	137
TABLA 49. Resistencia a la Compresión, CANTERA ESTABLO (C-1).....	139
TABLA 50. Resistencia a la compresión, cantera IPAL (C-2).....	140
TABLA 51. Resistencia a la compresión, cantera Lauramarca (C-3)	140
TABLA 52. Resumen de resultados de compresión para su clasificación	141
TABLA 53. Ensayo de Absorción, CANTERA ESTABLO (C-1)	143
TABLA 54. Ensayo de Absorción, CANTERA IPAL (C-2).....	143
TABLA 55. Ensayo de Absorción, CANTERA LAURAMARCA (C-3)	143
TABLA 56. Resumen de Resultados de Absorción	144
TABLA 57. Calculo de porcentajes de vacíos.....	146
TABLA 58. Resumen de Resultados de porcentaje de Vacíos.....	147
TABLA 59. Ensayo de Succión, CANTERA ESTABLO (C-1)	150
TABLA 60 Ensayo de Succión, CANTERA IPAL (C-2)	150
TABLA 61. Ensayo de Succión, CANTERA LAURAMARCA (C-3).....	150
TABLA 62. Resumen de Resultados del ensayo de Succión	151
TABLA 63. Resumen general de Resultados para verificar las propiedades físicas y mecánicas de las canteras	152
TABLA 64. Potencia Volumétrica.....	154
TABLA 65. Potencia volumétrica.....	155
TABLA 66. Resultados de los ensayos de suelos de la cantera “Establo”	156

INTRODUCCIÓN

La presente tesis de investigación titulada " ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACION DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCION DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2017" se elaborara con la finalidad de analizar la factibilidad para la elaboración de unidades estructurales con material de arcilla extraída de diferentes zonas en el distrito de Huayopata.

El fin de esta tesis es dar un antecedente en el análisis de las arcillas existentes en las canteras del distrito de Huayopata, para poder garantizar la calidad y resistencia en la elaboración de dichas unidades estructurales, beneficiando así también a los pobladores de la zona, procurando generar nuevos ingresos económicos pero con responsabilidad ambiental.

Las conceptualizaciones, planteamientos, criterios operativos, cuadros, gráficas, etc. están orientadas a simplificar, hacer más comprensibles y operativas las partes metodológicas referidas al tratamiento del problema, al planteamiento y contrastación de las hipótesis y de predicciones en tanto que estas últimas son producto de experimentos y explicaciones de Laboratorio que en esta tesis se tratan.

En gran medida esta orientación de la investigación está constituida por una serie de aportes creativos metodológicos y de presentación didáctica, enmarcados todos ellos dentro del método general de la ciencia, así constituyen aportes de ensayos de Laboratorio adaptados a los fines, condiciones y recursos con los que se cuentan.

Para su realización el estudio ha sido estructurado en Cuatro Capítulos:

En el Capítulo I: Planeamiento metodológico que describe la Realidad Problemática, la delimitación de la Investigación, así como los problemas y objetivos. Asimismo las Hipótesis de estudio, las variables, el diseño de investigación, la población y muestra así como las Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos.

En el Capítulo II: Se desarrolla el Marco Teórico, el cual contiene los Antecedentes de la Investigación, las Bases Teóricas y términos técnicos usados en la investigación.

En el Capítulo III: Se presentan la descripción de la Materia Prima así como la información técnica sobre las arcillas, la ubicación de las canteras Descripción de las canteras de arcillas,

En el capítulo IV: se procede con el análisis e interpretación de resultados de los ensayos realizados. Finalizando el estudio con las Conclusiones y Recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

En tiempos actuales es necesario para un país la búsqueda y el logro del desarrollo de sus habitantes ya sea desde un punto educativo, económico y social, el estado como fin supremo tiene esta responsabilidad de brindar los servicios básicos a sus habitantes para que estos puedan desarrollarse de manera libre asegurando el bien común, el mismo que se consolida como una situación ideal en el respeto de su dignidad, existencia, desarrollo y realización.

En La Provincia de La Convención se ha visto un gran incremento en cuanto a la inversión en obras públicas tales como la construcción o mejoramiento de la infraestructura para la prestación de servicios de escuelas, centros de salud, mercados, etc. presupuesto asignado del canon y sobre canon proveniente del gas de Camisea, no siendo ajeno a este presupuesto el distrito de Huayopata. En estas obras es indispensable la utilización de materiales de construcción tales como los ladrillos en sus diferentes presentaciones pero como no se cuenta con la industria ladrillera a disposición se tiene que solicitar de otras zonas lejanas, generando en ocasiones atrasos en el plan de ejecución de obra debido a la lejanía y lo complicada que es la vía de ingreso a esta provincia más en época de lluvias por los meses de Enero, Febrero y mediados de Marzo.

Es precisamente el problema de los costos del flete de traslado del material desde la ciudad del Cusco en tráileres para la obra lo que genera un incremento considerable en los costos unitarios de las unidades de albañilería, además de ello también se pudo ver en ciertos envíos que los ladrillos venían adulterados, ósea no demostraban la calidad y mucho menos los requisitos mínimos que deben superar estas unidades para poder ser consideradas aptas en las construcciones, implicando todo ello retraso en la ejecución de obras o problemas con los proveedores, esta tesis busca ser la base para generar una industria sostenible y amigable

con el medio ambiente abasteciendo de los ladrillos en el distrito de Huayopata y a casi toda la provincia de La Convención y por qué no poder lograr conquistar otros mercados aledaños en lo que concierne a la compra de este material para la construcción.

1.2. Delimitación de la Investigación

La presente investigación tiene como delimitaciones los siguientes ítems que detallan a continuación:

1.2.1. Delimitación Espacial

El presente estudio se llevó adelante en la jurisdicción del distrito de Huayopata, provincia de La Convención, Región del Cusco a una altitud ubicado a 1524 msnm. Geográficamente el Distrito de Huayopata es uno de los 15 distritos de la Provincia de La Convención ubicada en el Departamento de Cusco, bajo la administración del Gobierno Regional de Cusco, en el sur del Perú.

El distrito de Huayopata se ubica al Sur Este de la provincia de la Convención, siendo este distrito, la puerta de entrada a la majestuosa provincia de la Convención, que representa el 42% del territorio de la Región Cusco. Huayopata se caracteriza por presentar diversos pisos ecológicos con microclimas que favorecen el desarrollo del distrito.

UBICACIÓN POLITICA

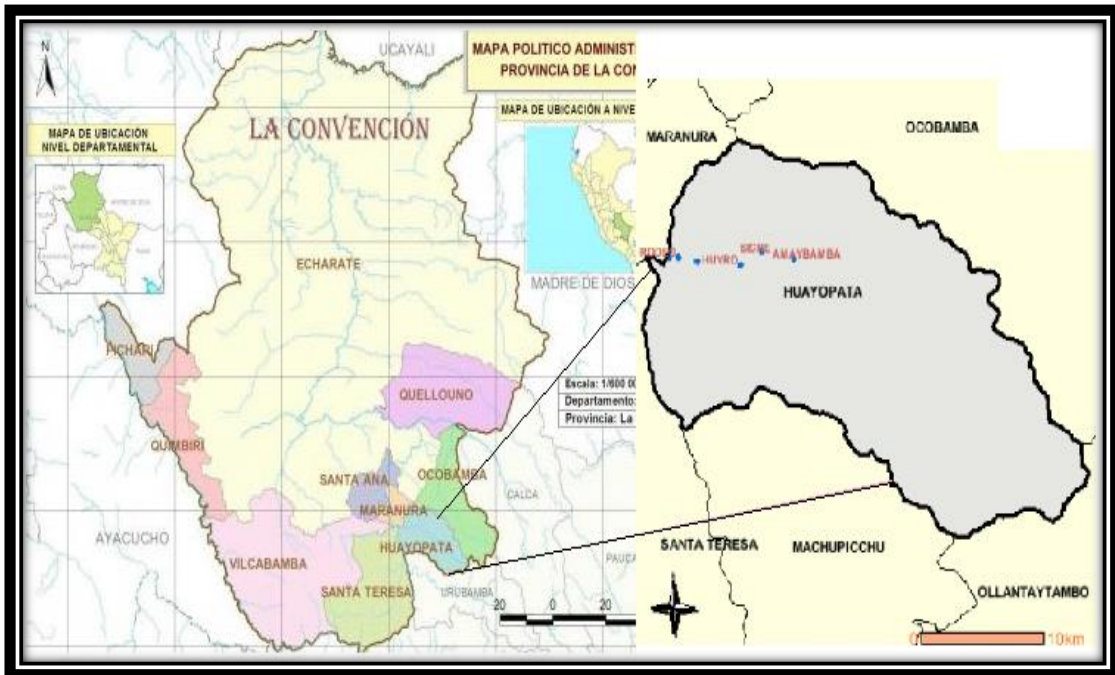
Distrito	: Huayopata
Provincia	: La Convención.
Departamento	: Cusco
Región	: Cusco
Altitud	: 1524 m.s.n.m.
Coordenadas	: 13°00'24.9" S 72°33'13.3" O

MAPA 01: MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



Fuente: Plan De Desarrollo Concertado De La Provincia De La Convención

MAPA 02: MAPA POLÍTICO DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCION



Fuente: Plan De Desarrollo Concertado De La Provincia De La Convención

MAPA 03: MAPA POLÍTICO DEL DISTRITO DE HUAYOPATA

Fuente: PDC del distrito de Huayopata.

1.2.2. Delimitación Social

El distrito de Huayopata se encuentra ubicado a una altitud de 1524 m.s.n.m con coordenadas UTM 13°00'24.9" S, 72°33'13.3" O. Este distrito cuenta con una población de 5772 habitantes de acuerdo al censo INEI 2007, además cuenta con una tasa de pobreza de 33.2% MIDIS (2012)

Teniendo una de las tasas más bajas en pobreza en la provincia de la convención, esto debido a que se considera al distrito de Huayopata como zona industrial puesto que antiguamente se contaba con la fábrica de TE HUYRO, la cual actualmente se encuentra en bancarrota desde el año 2004.

Actualmente la población del distrito Huayopata cuenta con un ingreso familiar per cápita mensual de S/. 614.00, las principales actividades económicas del distrito de Huayopata son la agricultura (frutales, café té, coca, etc.), el turismo y el comercio.

Respecto al sector educación el distrito de Huayopata cuenta con PRONOEI, nivel inicial, nivel primario y nivel secundario en la modalidad de EBA y EBR, siendo este último en una cantidad de tres mientras que en los otros niveles se cuenta con uno por sector donde se registre más población, la tasa de analfatismo en la población se registra en 84.60% para el 2009, con una esperanza de vida de 73 años. **PNUD (2009)**

1.2.3. Delimitación Temporal

La información que se utilizó para la investigación del diseño estructural es del año 2016– 2017 y otras anteriores de relevancia si así lo requiera la investigación.

1.2.4. Delimitación Conceptual

Está delimitada por:

- Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales del ministerio de la producción Aprobado por Resolución Ministerial N° 102-2010-PRODUCE del 19.04.2010
- ITINTEC 331.017 Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería requisitos
- Diseño de albañilería: Norma E.070 de Albañilería
- Estudio de suelos, equipos topográficos y software.

1.2.5. Delimitación Cuantitativa

03 muestras de cantera en las localidades de Huyro, Lauramarca e Ipal, sectores considerados para el estudio dentro de la jurisdicción del distrito de Huayopata.

1.3. Problemas de Investigación

1.3.1. Problema Principal

¿De qué manera el análisis de canteras determinara las propiedades físicas y/o mecánicas de la arcilla de los sectores involucrados para la

elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco- 2017?

1.3.2. Problemas Secundarios

- ¿En qué medida el análisis de canteras determinara la potencia volumétrica de las canteras en estudio para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco?
- ¿De qué manera el análisis de canteras determinara el límite líquido, límite plástico y el análisis granulométrico de la arcilla existente en las canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco?
- ¿Cuál es el costo de elaborar ladrillos King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata Provincia de La Convención departamento del Cusco?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar con el análisis de canteras las propiedades físicas y/o mecánicas de la arcilla de los sectores involucrados para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar en qué medida el análisis de canteras establecerá la potencia volumétrica de las canteras en estudio para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco
- Determinar el límite líquido, límite plástico y el análisis granulométrico de la arcilla existente en las canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco.

- Determinar cuál es el costo de elaborar ladrillos King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata Provincia de La Convención departamento del Cusco.

1.5. Hipótesis de la Investigación

1.5.1. Hipótesis General

La realización del análisis de canteras permite determinar las propiedades físicas y/o mecánicas de la arcilla de los sectores involucrados para la elaboración de ladrillo King Kong 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco.

1.5.2. Hipótesis Secundarias

- El análisis realizado a las canteras de arcilla del distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco garantiza la sostenibilidad del proyecto al presentar una potencia volumétrica considerable para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos.
- El límite líquido, límite plástico además del análisis granulométrico de la arcilla existente en las canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco, se encuentran dentro de los parámetros requeridos para la realización óptima de los mismos.
- Se estima que el costo promedio de elaborar unidades estructurales en albañilería en el distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco son accesibles para poder iniciar una pequeña industria.

1.5.3. Identificación y Clasificación de Variables e Indicadores

Variable independiente

- Análisis de Cantera

Indicadores:

- Potencia y extensión de la cantera
- Porcentaje de arcilla existente en las canteras.
- Índice líquido e índice plástico de las muestras de arcilla

Variable dependiente

- Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos tipo King Kong de 18 huecos elaborados con la arcilla extraídas de las canteras en estudio

Indicadores:

- Resistencia a la compresión
- Porcentaje de absorción.
- Pruebas de alabeo.
- Ensayos de variación dimensional.

1.6. Diseño de la Investigación

1.6.1. Tipo de Investigación

La presente investigación asume el tipo y/o enfoque cuantitativo, El enfoque cuantitativo de la investigación pone una concepción global positivista, hipotética-deductiva, objetiva, particularista y orientada a los resultados para explicar ciertos fenómenos. Se desarrolla más directamente en la tarea de verificar y comprobar teorías por medio de estudios muestrales representativos. Aplica los test, entrevistas, cuestionarios, escalas para medir actitudes y medidas objetivas, utilizando instrumentos sometidos a pruebas de validación y confiabilidad. En este proceso utiliza las técnicas estadísticas en el análisis de datos y generaliza los resultados. La

investigación cuantitativa se realiza con la finalidad de probar la teoría al describir variables (investigación descriptiva).

1.6.2. Nivel de Investigación

La investigación presente tiene como nivel de investigación el CAUSAL – EXPLICATIVO, porque se busca determinar o establecer el porqué de un fenómeno (ELABORACION DE LADRILLOS KING KONG DE 18 HUECOS) explicando este, mediante otro fenómeno (ANALISIS DE CANTERAS). La investigación presente es una investigación CAUSAL –MULTIVARIADO

1.6.3. Método

El método que se usara en la presente investigación es EXPERIMENTAL, porque manipula variable y busca medir el efecto de la variable independiente (Análisis de Canteras) sobre la variable dependiente (Propiedades físico-mecánicas de los ladrillos tipo King Kong de 18 huecos elaborados con la arcilla extraídas de las canteras en estudio).

1.7. Población y Muestra de la Investigación

Población

La población de la investigación son los suelos arcillosos del distrito de Huayopata de la provincia de La Convención departamento del Cusco.

Muestra

Las muestras representativas con la cual se trabajará están tomadas de las canteras de Huyro (Establo), Lauramarca e Ipal. En total 03 muestras que se trabajaron en el laboratorio de mecánica de suelos.

1.8. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos

1.8.1. Técnicas de Tratamiento de los datos.

El procedimiento que se usó fue el de OBSERVACIÓN

1.8.2. Instrumentos

El instrumento que se usó fue LA FICHA DE OBSERVACION.

1.9. Justificación e Importancia de la Investigación

1.9.1. Justificación

El presente estudio es relevante en cuanto a que posibilita la generación de un nuevo conocimiento de valor tecnológico a partir de la aplicación del conocimiento científico y el uso de nuevas tecnologías, además es de utilidad para el uso del conocimiento en la aplicación de la tecnología en el ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCION DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2017.

Por el cual se aportara que el estudio de uso de técnicas y procedimientos acorde a la realidad consiguiendo que el ANÁLISIS DE CANTERAS PARA LA ELABORACIÓN DE LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS EN EL DISTRITO DE HUAYOPATA PROVINCIA DE LA CONVENCION DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2017, permita la mejora y la transformación de dicha comunidad procurando armonía con la naturaleza y el desarrollo de los pueblos , puesto que uno de los fines del estado se busca como fin supremo el bienestar y la seguridad para procurar su propio desarrollo

A partir de ello se concibe el aporte en el aspecto teórico para los temas de: resistencia a la compresión, estudio de suelos, albañilería entre otras obras que contribuyan a la concepción más idónea del proyecto.

1.9.2. Importancia

El presente trabajo de investigación tiene como fin principal evaluar las propiedades estructurales de la albañilería que poseen las canteras de arcilla de los distintos sectores en el distrito de Huayopata, para determinar si ésta es adecuada para fines estructurales o no. A fin de cumplir con nuestros objetivos, después de haber analizado las diferencias y similitudes sobre materia prima, proceso de fabricación y demanda de las unidades, basados en la norma INTINTEC 331.017. 'requisitos de elementos de arcilla cocida utilizados en albañilería', así se definirá luego de un muestreo

aleatorio de unidades de albañilería elaboradas en base a esta materia prima , para poder verificar que se puede contar con una industria sostenible y de garantía en el distrito de Huayopata.

1.10. Limitaciones de la Investigación

- La principal limitación de la presente investigación es que nos ubicamos solo en el estudio de la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco, descartando los otros tipos de unidades de albañilería.
- Los resultados hallados son generalizables, solo a la jurisdicción del distrito de Huayopata.
- El instrumento de investigación es de elaboración del investigador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

El estudio e indagación, se halla como antecedentes, en el que **Aguirre Gaspar, Dionisia Rosa** presenta la tesis “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA ALBAÑILERÍA PRODUCIDA CON UNIDADES FABRICADAS EN LA REGIÓN CENTRAL JUNÍN”; de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú en la especialidad de Albañilería Estructural en el año 2004 , arribando a las siguientes conclusiones:

1. Ensayos de la unidad (variación dimensional, alabeo, compresión, absorción, densidad, succión y tracción por flexión). De los resultados obtenidos se concluye que las unidades ensayadas a compresión no alcanzan el valor mínimo especificado en la Norma E.070 vigente, siendo el promedio de las cuatro zonas de 39.4 kg/cm²; sin embargo, con los resultados de los otros ensayos, estas clasifican como II o III.

2. Ensayos de la albañilería simple fabricadas con estas unidades: compresión de pilas donde se determinó la resistencia promedio $f'_m = 27.9$ kg/cm² (2.84 MPa) y el módulo de elasticidad promedio $E_m = 11570$ kg/cm² (1.18 GPa); compresión diagonal de muretes donde se obtuvo la resistencia promedio al corte $v'_m = 5.7$ kg/cm² (0.58MPa) y el módulo de corte promedio $G_m = 6640$ kg/cm² (0.68GPa). De los resultados obtenidos se puede decir que la albañilería tiene baja resistencia en compresión y regular comportamiento en corte.

El estudio e indagación, se halla como antecedentes, en el que **Barranzuela Lescano, Joyce** presenta la tesis “PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PIURA”; de la Universidad de Piura del Perú en la especialidad de Albañilería Estructural en el año 2014, arribando a las siguientes conclusiones:

1. El proceso de producción, especialmente las condiciones de secado y cocción, están necesariamente asociados a las características de la materia prima. No es posible estandarizar el proceso si no se conoce bien los componentes mineralógicos de la materia prima, porque esto lleva a obtener resultados diversos en la calidad de las unidades.

2. La mejor calidad de la Ladrillera El Tallán, confirma que un proceso más controlado garantiza mejores propiedades de las unidades. Pero esta mejora se da en ciertas propiedades como variabilidad dimensional y alabeo, como consecuencia de las mejoras técnicas de moldeo, y la resistencia a la compresión con un proceso de cocción más controlado. Pero las propiedades de absorción no se logran uniformizar porque aun siendo un proceso tecnológico mejorado, tampoco tiene un control sobre la materia prima. Además la incorporación de diatomita que reduce la temperatura en la mezcla, y el desgaste de los equipos durante el moldeo podría tener un efecto adicional en la capacidad refractaria de las unidades finales.

El estudio e indagación, se halla como antecedentes, en el que **Lulichac Sáenz, Fanny Carne** presenta la tesis “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA.”; de la Universidad Privada del Norte en la especialidad de Albañilería Estructural en el año 2014, arribando a las siguientes conclusiones:

1. Se determinó las propiedades físico – mecánicas de las unidades de albañilería simple como la resistencia a compresión en pilas para lo cual se concluyó lo siguiente: □ La ladrilleras Cerrillo parte alta presentó una resistencia de 28.27 kg/cm², cerrillo parte baja presentó una resistencia de 32.59 kg/cm², Santa bárbara presentó una resistencia de 32.11 kg/cm² y Rumipampa presentó una resistencia de 30.45 kg/cm². Concluyendo que ningunas de las ladrilleras en estudio cumplen con la resistencia mínima especificada en la norma E.070 que es de 35 kg/cm² (Ver Tabla N° 88).

2. Se determinó las propiedades físico – mecánicas del mortero como la resistencia a compresión del mortero para lo cual se concluyó lo siguiente:

- La resistencia a compresión del mortero superó a la resistencia para la que fue diseñada que fue de 140 kg/cm² siendo la mezcla elaborada para Cerrillo Parte Alta 141.90 kg/cm², Cerrillo parte baja 146.65 kg/cm², Santa Bárbara 142.73 kg/cm² y Rumipampa 140.43 kg/cm². Este ensayo no clasifica a la unidad de albañilería y sólo se elaboró con fines de controlar la calidad del mortero.

El estudio e indagación, se halla como antecedentes, en el que **Zea Osorio, Norma Lissette** presenta la tesis “CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES.”; de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la especialidad de Albañilería Estructural en el año 2005, arribando a las siguientes conclusiones:

1. No puede determinarse por simple inspección visual, si el tipo de arcilla que se extrae de los bancos de materiales, es el adecuado para formar parte de la mezcla con la que se fabrica el ladrillo artesanal, debe someterse a una serie de ensayos físicos, ensayos mecánicos, y análisis químico para determinar sus características y propiedades.
2. La relación existente entre el límite líquido y el índice plástico ofrece una gran información acerca de la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición y Clasificación de los Ladrillos

2.2.1.1. Definición de Ladrillo

Por el Reglamento Nacional de Edificaciones NORMA E.070-RNE (2006) afirma: “Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo” (Pág. 03).

Entre los productos de arcilla que se obtienen a través de cocción, comúnmente conocidos como cerámicas, se encuentra el denominado ladrillo, el cual está morfológicamente definido como un paralelepípedo rectangular, manufacturado con una mezcla porosa. Esta fue primitivamente fabricada en forma artesanal y aunque hoy persiste esta técnica en algunos talleres, es en la actualidad derivado principalmente de ciclos productivos industriales, adecuadamente eficaces para la construcción. (MELLA, 2004, pág. 12)

Para definir una unidad estructural tenemos. NTP 331.017(2003) afirma “Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno” (pág. 02).

En el presente trabajo enunciaremos que un ladrillo es una unidad prismática fabricadas con arcilla y sometida a cocción con aplicaciones específicas en muros de albañilería.

2.2.1.2. Clasificación de los Ladrillos en el Perú

A. De acuerdo al área de orificios

Muy a parte del tipo de material, las unidades de albañilería se clasifican en base a los orificios perpendiculares o paralelos a la cara de asiento que puedan tener las unidades. Dado que el criterio para esta clasificación es el comportamiento en la falla, para nuestra investigación de la elaboración de los ladrillos King Kong de 18 huecos los orificios son perpendiculares, recayendo la resistencia de los ladrillos en el área de estos orificios en relación al área de la unidad. Cuando las unidades tienen un volumen de vacíos muy pequeño, la falla sigue siendo dúctil. El riesgo de una falla frágil se incrementa cuando el volumen de los orificios excede un determinado valor. Respecto a esta clasificación la Norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones limita estos orificios hasta un 30% del área de la

cara de asiento, mientras que la Norma Técnica Peruana 331.017 limita su uso hasta con 25% de vacíos.

a Unidades sólidas o macizas

NORMA E.070-RNE (2006) define: “Unidad de albañilería sólida o maciza, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano” (Pág. 02).

Una definición que también podemos mencionar. NTP 331.017 (2003) “Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección” (pág. 02) .Su uso se puede aplicar al momento de construir muros portantes y no portantes, puesto que presenta una estructura única sin presencia de alveolos.

b Unidades huecas o perforadas

NORMA E.070-RNE (2006) la define: “Se denomina unidad de albañilería hueca o perforada, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área menor al 70% del área bruta en el mismo plano” (Pág. 02).

Una definición que también podemos mencionar. NTP 331.017 (2003) “Se denomina unidad de albañilería hueca o perforada, a la unidad cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área menor al 75% del área bruta en el mismo plano” (pág. 02) Por sus características estructurales internas su uso se propone para la construcción de muros no portantes.

c Unidades alveolares

NORMA E.070-RNE (2006) afirma: “Se denomina unidad de albañilería alveolar, a la unidad sólida o hueca con alveolos o celdas de tamaño suficiente como para alojar refuerzo vertical. Estas unidades son

empleadas en la construcción de muros armados” (pág. 02). Se utilizan en la construcción de muros portantes; Sí las Celdas están parcialmente rellenas con grout.

d Unidades tubulares

NORMA E.070-RNE (2006) lo define como: “Unidad de Albañilería con huecos paralelos a la superficie de asiento” (pág. 02). Su uso se enmarca únicamente para la construcción de muros no portantes o tabiquería simple por su baja resistencia además de no contar con todas las expectativas solicitadas por la normativa peruana.

B. De acuerdo a su resistencia y durabilidad

La clasificación de las unidades de albañilería que se usa en el Perú tiene como principal criterio, su aplicación. Las bases de la clasificación son las propiedades estructurales y de durabilidad.

De acuerdo al estudio de las normativas peruanas podemos tener la siguiente clasificación enfocado a sus propiedades:

- Tipo I.- NTP 331.017 (2003) afirma: “Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas” (pág. 02).
- Tipo II.- NTP 331.017 (2003) afirma: “Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas” (pág. 02).
- Tipo III.- NTP 331.017 (2003) afirma: “Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general” (pág. 02).

- Tipo IV.- NTP 331.017 (2003) afirma: “Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas” (pág. 02).
- Tipo V.- NTP 331.017 (2003) afirma: “Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas” (pág. 03).

Como se puede apreciar entendido así el texto no es tan explícito para poder hacer más simple su interpretación presentamos el comentario de la misma elaborada por el autor ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, en el texto “Construcciones de albañilería”, Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 1994, siendo los siguientes:

- Tipo I: SAN BARTOLOME (1994) afirma: “Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy bajas; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencia mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo” (pág. 112).
- Tipo II: SAN BARTOLOME (1994) indica: “En esta categoría clasifican los ladrillos que tienen baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse en condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con lluvia, agua o el suelo)” (pág. 112).
- Tipo III: SAN BARTOLOME (1994) afirma: “Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; aptos para ser usados en construcciones sujetas a condiciones de bajo interperismo” (pág. 112).
- Tipo IV: SAN BARTOLOME (1994) afirma: “Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio moderado. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua” (pág. 113).

- Tipo V: SAN BARTOLOME (1994) afirma: “Estos ladrillos son de muy alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio riguroso, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua” (pág. 113).

2.2.1.3. Requisitos de calidad de las unidades de albañilería según normativa peruana

Estos requisitos están establecidos dentro de la NTP 331.017 de año 2003 así como también dentro de la Norma E-070 de Albañilería

A. Propiedades Mecánicas de los ladrillos

Estas propiedades son las que una unidad de albañilería debe cumplir como requisito mínimo y son las siguientes

a) Resistencia a la Compresión

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604. NORMA E.070-RNE (2006).

La resistencia a la compresión de la albañilería (f'_m) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de la albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo (f'_b), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada. (NTP 331.017,2003 , pág.05)

De todos los componentes anteriormente citados, los pertinentes a una norma de ladrillo son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo. En el acápite 1 de este Apéndice “A” se ha explicado la influencia de la perfección geométrica del ladrillo, queda por precisar la relación de la resistencia a la compresión del ladrillo con la de la albañilería. Se

estima que la resistencia a la compresión de la albañilería, representada por la prueba a rotura de un prisma normalizado, es del 25% al 50% de la resistencia a la compresión del ladrillo. Los valores más bajos (25%) corresponden a condiciones de construcción y calidad de mortero bajas y los más altos (50%) representan el límite superior de la albañilería obtenible con un determinado ladrillo en condiciones óptimas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la forma de falla a compresión es diferente en la prueba del prisma de albañilería que en la prueba del ladrillo. En el primer caso la falla ocurre por una combinación de compresión axial y tracción lateral (causada por el escurrimiento del mortero de las juntas), mientras que en la prueba del ladrillo la falla ocurre por aplastamiento o corte. Finalmente, para mantener la coherencia de la clasificación la Norma relaciona, para cada Tipo de ladrillo, la resistencia a la compresión con la perfección geométrica y con las otras propiedades exigibles. De este modo se asegura la normalización de un ladrillo que puede ser empleado en diseños más exigentes y en construcciones con un mejor control, en otras palabras con más eficiencia y economía. (NTP 331.017, 2003, pág. 06)

La resistencia a la compresión, tal como se mide actualmente en el ensayo de compresión estándar, es función no sólo de la resistencia intrínseca de la masa, sino de la altura del testigo y de su forma. Consecuentemente, los valores obtenidos son sólo indicativos generales del comportamiento estructural de diferentes unidades cuando integran la albañilería asentada con mortero y/o llenas con concreto líquido. Asimismo, su durabilidad debe ser juzgada acompañando al resultado del ensayo de compresión valores de la absorción máxima y del coeficiente de saturación. (SAN BARTOLOME, 1994, pág. 114)

De lo estudiado en las diferentes citas podemos afirmar que este ensayo de resistencia a la compresión es necesario puesto que nos permitirá tener una concepción general de cómo se comportaran las unidades de albañilería seleccionadas dentro de la construcción de muros en sus diferentes modalidades, respondiendo así de manera eficaz a los tipos de esfuerzos que estos puedan ser sometidos durante su vida útil.

b) Geometría: Variación de dimensiones.

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. NORMA E.070-RNE (2006).

En términos generales ningún ladrillo conforma perfectamente con sus dimensiones especificadas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas. El mortero cumple en la albañilería dos funciones, la primera es separar los ladrillos de modo tal de absorber las irregularidades de estos y, la segunda, es pegar los ladrillos de modo tal que la albañilería no sea un conjunto de piezas sueltas, sino un todo. Para la albañilería de buena calidad se estima que un espesor de juntas de 10 mm a 12 mm es adecuado y suficiente. Cuando las imperfecciones del ladrillo exceden los valores indicados para el Tipo IV el espesor de la junta tiene que ser necesariamente mayor de 12 mm. Se considera que la resistencia de la albañilería disminuye aproximadamente en 15% por cada incremento de 3 mm el espesor de la junta de mortero. En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería. Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo. (NTP 331.017, 2003, pág. 05)

Para llegar a una conclusión de lo establecido tanto en la NTP 331.017 y la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones debemos decir que esta propiedad de la unidad de albañilería determinara de manera concluyente el espesor de las juntas en los muros de albañilería puesto que si las imperfecciones serian de manera muy exageradas en el espesor de las juntas superarían los 12 mm establecidos así en la normativa ,así como

tendrá mayor significancia al comprobar la resistencia al corte del muro que se fuera a construir con los mismos.

c) Alabeo

El efecto es semejante al de la variación dimensional, puesto que el mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Asimismo puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas horizontales alabeadas, afectando directamente la resistencia y la fuerza cortante del muro de albañilería o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad. (GALLEGOS y CASSABONE, 2005)

El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión (Fig. 6.10). El resultado promedio se expresa en milímetros. (SAN BARTOLOME, 1994, pág. 114)

Este ensayo nos demostrara si nuestras unidades de albañilería, en cuanto a concavidad y convexidad se encuentran dentro de los parámetros aceptables que indica la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual se puede realizar midiendo estas imperfecciones en la superficie de asentado de la unidad de albañilería al compararla con una superficie perfectamente plana.

d) Succión.

Está demostrado que con ladrillos que tienen una succión excesiva no se logra, usando métodos ordinarios de construcción, uniones adecuadas entre el mortero y el ladrillo. El mortero, debido a la rápida

pérdida de parte del agua que es absorbida por el ladrillo, se deforma y endurece no logrando un contacto completo e íntimo con la cara del siguiente ladrillo. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. Se considera que para succiones mayores de 20 gramos por minuto en un área de 200 cm² es requisito indispensable que los ladrillos se saturen antes de su uso. (NTP 331.017,2003, pág. 08)

Un método de campo para evaluar la succión de manera aproximada, consiste en medir un volumen (V1, en cm³) inicial de agua sobre un recipiente de área definida y vaciar una parte del agua sobre una bandeja, luego se apoya la unidad sobre 3 puntos en la bandeja de manera que su superficie de asiento esté en contacto con una película de agua de 3 mm de altura durante un minuto, después de retirar la unidad, se vacía el agua de la bandeja hacia el recipiente y se vuelve a medir el volumen (V2, en cm³) de agua; la succión normalizada a un área de 200 cm², se obtiene como: $SUCCION_{200} = \frac{V_1 - V_2}{A}$, expresada en gr/200 cm² - min, donde «A» es el área bruta (en cm²) de la superficie de asiento de la unidad. (NORMA E.070-RNE, 2006, pág. 05)

La succión es la propiedad en la que el agua es asimilado por la unidad de albañilería en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la adhesión de las unidades de albañilería dentro de la construcción de un muro de albañilería, ósea el contacto entre el ladrillo y la junta para que el muro funcione como una sola estructura, este tendrá relevancia al momento de comprobar la resistencia a tracción de la albañilería.

e) Porcentaje de Vacíos

Esta propiedad se basa en que las unidades de albañilería cumplan con lo establecido por la norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones siendo esta en un área máxima equivalente de 30% del área bruta, entiendo que en dicha norma explica que se considera Unidad de Albañilería hueca cuando la sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70%

del área bruta en el mismo plano. Así mismo la NTP 331.017 de albañilería considera ladrillo perforado al ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección. Concluyendo que esta norma considera como máximo en un 25% en área de vacíos equivalente del área bruta.

B. Propiedades Físicas de los ladrillos

a) Eflorescencia.

En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer causen rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida al ensayo sea calificada como "eflorescida". No obstante que esta propiedad no está normada como requisito se recomienda realizarla en los casos en que se trate de acabados de ladrillo visto o cuando la albañilería se encontrará sometida a humedad intensa y constante. (NTP 331.017,2003, pág. 08)

La eflorescencia se produce cuando las sales (sulfatos) se derriten, ya sea por la saturación a que se someten las unidades antes de asentarlas, como por la humedad del medio ambiente, o también porque el ladrillo absorbe el agua del mortero. Estas sales emergen a la superficie del ladrillo y se cristalizan destruyendo su superficie. De ocurrir este problema, se aconseja que después de un mes de construido el muro, se limpie en seco con una escobilla metálica. (SAN BARTOLOME, 1994, pág. 23)

Podemos considerar ala eflorescencia como un fenómeno físico propio de las unidades de albañilería, producidas luego que estas han sido asentadas en la construcción de un muro, esta resalta a la vista por la formación de

un polvo de color blanco producto de la reacción del agua con las sales que se encuentran ya sea en la arcilla del ladrillo o en el mortero de la junta al momento de secar.

b) Absorción

La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%. (NORMA E.070-RNE, 2006, pág. 04).

La absorción máxima del ladrillo es considerada como una medida de su impermeabilidad. Los valores indicados como máximos en la Norma se aplican a condiciones de uso en que se requiera utilizar el ladrillo en contacto constante con agua o con el terreno, sin recubrimiento protector. Tal es el caso de cisternas, jardineras y albañilería de ladrillo visto en zonas muy lluviosas. (NTP 331.017,2003, pág. 07)

Debe recalarse que las unidades deben tener una succión comprendida entre 10 Y 20 gr/200 cm²-min, antes de asentarlas. Por otro lado, las unidades con coeficientes de saturación (CS) mayores que 0.85, son demasiados absorbentes (muy porosas) y por lo tanto, poco durables. Finalmente, se aconseja que la absorción no sobrepase de 22%. (SAN BARTOLOME, 1994, pág. 116)

Esta característica hace referencia a la durabilidad de la unidad de albañilería cuando esta se encuentra expuesta sin protección o recubrimiento alguno a agentes climatológicos externos, la excesiva porosidad de la unidad de albañilería contribuirá a que su baja resistencia por consiguiente a su baja durabilidad del muro construido con estas unidades de albañilería en su vida útil.

c) Coeficiente de Saturación

El coeficiente de saturación es considerado como una medida de la durabilidad del ladrillo cuando se encuentra sometido a la acción de la intemperie. El coeficiente de saturación es la relación que existe entre la

absorción del ladrillo (cuando se le sumerge en agua un número de horas determinado) y la absorción máxima de ladrillo (medida luego de 5 horas de ebullición). A mayor coeficiente de saturación, mayor será la cantidad de agua que absorbe rápidamente el ladrillo y consecuentemente inferior su resistencia a la intemperie. Así un ladrillo con un coeficiente de saturación menor de 0,8 es poco absorbente y es utilizable para cualquier clima o condición de interperismo, y un ladrillo con un coeficiente de saturación de 1 es muy absorbente y sólo es utilizable cuando se protege de la intemperie mediante recubrimiento adecuado. Este criterio de resistencia al interperismo ha sido incorporado en la Norma para asegurar la adecuada durabilidad de la construcción de albañilería cuando existen condiciones de uso e interperismo particularmente exigentes. (NTP 331.017, 2003, Pág. 07)

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 331.017, podemos afirmar que si una unidad de albañilería supera un coeficiente de saturación de 0,8, entonces esta es muy porosa por consiguiente no será capaz de soportar el interperismo, con lo cual también podemos decir que esta cualidad guarda estrecha relación con la propiedad física de la absorción.

2.2.2. Definición y Descripción de las Arcillas

2.2.2.1. Las Arcillas

Desde el punto de vista geológico las arcillas son minerales naturales que se formaron hace varios millones de años y que reúnen las características peculiares de composición y formación relacionadas con el curso de la evolución de la Tierra, y siendo más específico se puede decir que son sedimentos geológicos que provienen de la descomposición de rocas ricas en sílice y alúmina, principalmente de feldespato, inducida por los agentes atmosféricos (agua, energía luminosa, vientos, etc.).(MELLA, 2004, pág. 14)

“Según la teoría geológica se explica que la formación de las arcillas se da por la descomposición de las rocas ígneas primarias o rocas básicas,

como los granitos, feldespatos o pegmatitos, los cuales son alterados por los agentes atmosféricos a través del tiempo, produciéndose las diferentes clases de arcilla según el grado de intemperización hasta alcanzar tamaños menores que dos micras (0.002 mm). Según la teoría química explica la formación de las arcillas por sedimentación coloidal a partir de geles de aluminio y sílica (disoluciones) de grano fino". (AGUIRRE D., 2004, pág. 08)

Entendida las definiciones podemos establecer que las arcillas vienen a ser un tipo de tierra que se originó por la descomposición de rocas ígneas, en su mayoría catalogadas como feldespatos y rocas con presencia abundante de sílice y alúmina. Este tipo de estrato de tierra tuvo un gran cambio descomponiéndose a través de millones de años dando origen a lo que podemos llamar arcilla siendo una de sus características ser un material pétreo o terroso.

2.2.2.2. Composición de la Arcilla

GALLEGOS y CASSABONE (2005) afirman: "Las arcillas se presentan en la naturaleza, derivadas directamente de la degradación natural de las rocas ígneas o de los feldespatos o en depósitos aluviales o eólicos".

Todas las arcillas están compuestas de minerales arcillosos, la difracción de rayos X, ha hecho posible el análisis detallado de arcillas individuales y el estudio de los diferentes tipos de minerales arcillosos. Estos consisten en silicatos de aluminio, acompañados o no de silicatos de hierro y magnesio. Algunos contienen elementos alcalinos como componentes esenciales. Ciertos materiales arcillosos pueden ser amorfos, pero no son componentes significativos de las arcillas normales ya que la mayoría de los minerales arcillosos tiene estructuras foliáceas. Las características de estas formas cristalinas son el factor más influyente sobre las propiedades físicas de una arcilla. (MELLA, 2004, pág. 16)

En la publicación del colegio de ingenieros de lima de 1991, de autoría del ingeniero Del Busto A. podemos citar que La composición y naturaleza de

la arcilla, determinan el uso y el valor de ésta. Es así que algunos de sus componentes tienen influencia sobre algunas de sus propiedades:

- El cuarzo disminuye la plasticidad y la retracción y contribuye a hacerla refractaria.
- La sílice en forma coloidal aumenta la plasticidad.
- La alúmina la hace refractaria.
- El óxido de hierro al igual que el feldespato, disminuye la temperatura de fusión, actúa como fundente y también es un poderoso agente colorante. Un poco de óxido de hierro colorea intensamente la arcilla tostada pero una gran cantidad la convierte en un producto rojo o blanco si tiene 5% menos.
- Los filosilicatos de aluminio, manganeso y hierro le proporcionan a la arcilla cualidades plásticas y si bien es cierto que intervienen otros que tienen propiedades diferentes, contribuyen a darles cualidades que determinan su uso. DEL BUSTO (1991)

El conocimiento de la composición química de las arcillas es vital en la evaluación del uso específico que se le dará, sin embargo esta información debe ser usada conjuntamente con las propiedades físicas para una visión completa. Toda arcilla está compuesta, principalmente de un 47% de sílice un 39% de alúmina y un 14 % de agua. (ZEA, 2005, pág. 43 - 44)

2.2.2.3. Principales Minerales Arcillosos

a) La Caolinita. ($H_4 Al_2 Si_2 O_9$)

Estas son arcillas muy estables a causa de su estructura inexpandible, se opone a la introducción de agua en sus retículos y al consiguiente efecto desestabilizador de ésta. Son moderadamente plásticas. No presentan cuando se saturan, gran expansión o hinchamiento, por su poca capacidad de retener cantidades importantes de agua. Por lo mismo, este tipo de arcilla es muy difícil de identificar como tal. Su densidad es del orden de 2.6 a 2.68. (MELLA, 2004, pág. 17)

b) La Illita. $(OH)_4 K (Si_{8-y} Al_y) (Al_4 Fe_4 Mg_4 Mg_6) O_{2-y<2}$

Este tipo de arcilla presenta cierta fricción interna. Su hinchazón es mayor que las Caolinitas, pero mucho menor que las Montmorillonitas. Su densidad es del orden de 2.64 a 3.00. (MELLA, 2004, pág. 17)

c) La Montmorillonita. $(OH)_4 Si_8 Al_4 O_{20} nH_2O$.

Su densidad es del orden de 2 a 2.2 La Montmorillonita, se compone de idénticas unidades conjuntas, constituidas por una lámina octaédrica de alúmina entre dos láminas tetraédricas de sílice. La ligazón entre láminas es más bien laxa, por lo que este tipo de arcilla resulta inestable, especialmente en presencia de agua. Las moléculas de agua atraídas se insertan con facilidad entre ellas causando hinchamiento o expansión. (MELLA, 2004, pág. 17)

2.2.2.4. Propiedades de la Arcilla

Siendo en nuestra investigación la arcilla el material principal para poder elaborar ladrillos King Kong de 18 huecos mencionaremos algunas propiedades de esta materia prima para poder entender su manejo e importancia en la elaboración de dichas unidades de albañilería. Las cuales son:

A. Plasticidad

Ésta es la propiedad principal de las arcillas que la hacen adecuada para la fabricación de ladrillo y que hace referencia a la habilidad que tiene la arcilla, en combinación de cierta cantidad de agua, de mantener casi cualquier forma que se le dé. La causa de que las partículas de arcilla se adhieran unas con otras ha sido motivo de muchos estudios, pero no ha sido completamente determinado aún. Hasta cierto punto la plasticidad se debe a que el grano, por su forma (delgada, plana y alargada) y encontrarse húmedo, forma una película alrededor del grano que produce tal efecto. (BARRANZUELA, 2014, pág. 8 -9)

Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una envuelta sobre las partículas laminares produciendo

un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas. (MELLA, 2004, pág. 18)

AGUIRRE (2004) afirma: “Esta propiedad le permite a la arcilla en combinación con el agua necesaria, adquirir cierta flexibilidad, y se puede con la masa amoldar diferentes formas de objetos o ladrillos” (pág. 09).

En lo que concierne a la propiedad de la plasticidad de una arcilla, se la puede definir como la capacidad de la arcilla para poder amoldarse a cualquier forma así como a la forma de un ladrillo, siempre y cuando el contacto con el agua no sea excesivo.

B. Contracción

AGUIRRE (2004) afirma: “Tiene efecto durante el secado. La pérdida de agua se inicia en los poros superficiales, continuando estos en los poros interiores, hasta conseguir un equilibrio, entonces por arrastre se contraen los poros, disminuyendo el volumen” (pág. 09).

Propiedad de las arcillas que produce una disminución en las dimensiones de lo que se esté moldeando al perder humedad. Al momento de realizar el moldeado, la arcilla se encuentra húmeda y con un alto contenido de agua, y cuando se realiza el proceso de secado la mezcla pierde el agua que contenía produciendo una reducción en el tamaño de la pieza moldeada. (BARRANZUELA, 2014, pág. 09)

Esta propiedad tiene mucha relación con la pérdida de agua interiorizada por la arcilla al momento de plastificarla para su manejo, usualmente este fenómeno se ve más en proceso de secado o exposición de la arcilla a un ambiente con aumento de temperatura.

C. Refractoriedad

Propiedad de las arcillas, que se refiere a la resistencia a los aumentos de temperatura. Todas las arcillas tienen esta propiedad, pero algunas presentan un mayor grado de refractoriedad. La variación en el grado de refractoriedad de una arcilla a otra se debe al contenido químico de alúmina y sílice. Si la arcilla cuenta con un porcentaje alto de estos

compuestos esta propiedad será mayor. (BARRANZUELA, 2014, pág. 09)

Esta propiedad hace de la arcilla un material idóneo para el trabajo en la elaboración de unidades de albañilería basadas en esta materia prima puesto que en su proceso de elaboración, específicamente en el momento de la cocción en el horno esta es sometida a altas temperaturas resistiendo este mismo sin desmoronarse u sufrir un cambio muy significativo en su estructura.

D. Porosidad

La porosidad de las arcillas varía de un tipo a otro. Esta propiedad depende mucho del tamaño de grano que tenga la arcilla. Si la arcilla tiene un tamaño de grano grande la porosidad será mayor que la de una arcilla con un tamaño de grano pequeño. Al momento de moldear y compactar la mezcla que será utilizada en la fabricación de la unidad de albañilería, las arcillas con granos pequeños quedan más unidas unas con otras. Esto evita que se acumule tanta agua entre ellas y al momento de que se cueza la pieza, disminuyen las cavidades provocadas por la evaporación del agua. (BARRANZUELA, 2014, pág. 09)

La porosidad de la arcilla se maneja de manera muy cambiante pues su capacidad de dejar pasar el agua a través de ella depende bastante de la zona donde se extrajo el material, puesto que la variabilidad de los componentes hace repercusión el tamaño de las partículas de su estructura interna.

E. Absorción

La absorción de agua en el espacio interpaginar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre láminas, lo

que contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. (MELLA, 2004, pág. 22)

Esta propiedad habla o hace referencia de cuanto en la capacidad de la materia prima en este caso la arcilla para almacenar o retener agua en su estructura interna, esta propiedad guarda relación estrecha con la porosidad pues será esta misma la que determinara la cantidad de agua que se podría asimilar. Cabe recalcar que existen también arcillas que tienen estas propiedades reducidas haciendo de estas impermeables.

F. Vitrificación

AGUIRRE (2004) afirma: “Es la propiedad de las arcillas de hacerse duras. A temperaturas muy elevadas la pasta se vitrifica, se vuelve más sonora y queda dura” (pág. 09).

Durante la cocción de las materias arcillosas, se producen transformaciones físico -químicas, comenzando por la eliminación del residuo de humedad que rodea las partículas, la ignición de la materia orgánica, para continuar luego, con el desprendimiento del agua químicamente combinada, lo que modifica radicalmente sus propiedades, hasta adquirir dureza, cohesión y sonoridad a la percusión, y lo que es más importante, una completa estabilidad. (MELLA, 2004, pág. 21)

Cuando una arcilla luego de un secado previo se somete a altas temperaturas así como sucede durante el proceso de elaboración de unidades de albañilería, esta cambia en su estructura rigidizándose más mejorado sustancialmente la resistencia de la pieza que se elaboró con esta materia prima así mismo mejorando su manejabilidad, puesto que perdió peso debido a la evaporización del agua.

2.2.3. Clasificación de las Arcillas

La arcilla para la presente investigación la clasificaremos desde los siguientes puntos de vista:

2.2.3.1. Desde el Punto de Vista Geológico

La clasificación de las arcillas, desde un punto de vista geológico, es simple. Fundamentalmente así lo afirma el Geólogo Liberto de Pablo en una de sus publicaciones para la Universidad Autónoma de México, distinguiéndolas entre:

A. Arcillas Primarias o residuales

DE PABLO (1964) define: “Casi siempre de origen hipogénico, que permanecieron en el mismo lugar de su deformación”(pág. 51).

Estas arcillas que no han sido transportadas por el agua, el viento o el glaciar; son generalmente más puras. Esto se debe a que las partículas que contienen el mayor número de impurezas son aquellas arrastradas por el viento o el agua. En la mayoría de los depósitos de arcillas primarias se pueden encontrar pedazos de roca inalterada. Debido a que la arcilla no ha sido sometida al proceso de selección de granos mediante la suspensión en el agua, los granos grandes y pequeños se encuentran mezclado. (BARRANZUELA, 2014, pág. 10)

B. Arcillas Secundarias

El investigador Liberto De Pablo (1964), del instituto de geología de la universidad autónoma de México, afirma: Que fueron acarreadas a lugares diferentes al de su origen, entre estas tenemos: (De Pablo, 1964, pág. 51)

- a) Fluviales.- Depositadas por ríos y siendo generalmente depósitos pequeños de baja calidad.
- b) Lacustres.- Asentados en lagos y estando en capas uniformes de buena calidad.
- c) Marinas.- Que son más uniformes que las anteriores
- d) En deltas.- Que son arenosas y de composición irregular.

e) Glaciales.- Formadas por la acción de grandes masas de hielo sobre roca cristalina.

f) Eólicas

La pureza de este tipo de arcillas es menor al de las arcillas primarias, ya que las arcillas secundarias son una mezcla de gran cantidad de arcillas producto de la erosión procedentes de diferentes lugares. Por ello es común encontrar, en el contenido químico de estas arcillas, porcentajes de hierro, cuarzo, mica y otras impurezas. (BARRANZUELA, 2014, pág. 11)

2.2.3.2. Desde el Punto de Vista de Absorción de Agua

Para esta clasificación tenemos las siguientes 2 clases:

- a) Grasas: “Son arcillas demasiado plásticas, incluso para pequeñas humedades. Presentan en su constitución una gran concentración de minerales arcillosos y una baja concentración en arenas silíceas. Además contienen gran cantidad de componentes en estado coloidal, pueden absorber mucha agua, al secarse sufren de contracciones demasiado considerables. Este tipo de arcillas se moldean con facilidad, pero su gran adherencia impide el desmoldeo correcto del producto elaborado”. DEL BUSTO (1991)
- b) Magras: “Absorben poca agua y poseen una baja plasticidad. Al secarse no experimentan mucha contracción. Va acompañada de abundante arena “.DEL BUSTO (1991).

2.2.4. Arcilla para la Elaboración de Ladrillos

DE PABLO (1964) afirma: “Arcillas impuras de mediana plasticidad, composición y mineralogía variable, útiles para la fabricación de ladrillos. Generalmente no son de color blanco y contienen hasta 5% de alcalies, 12% de alcalinotérreos y 8% de óxido férrico” (pág. 54).

Para el caso de la elaboración de las unidades de albañilería en específico ladrillos King Kong de 18 huecos relacionado al trabajo de investigación podemos asimilar las siguientes recomendaciones:

- Los materiales utilizados en la fabricación de ladrillos son por lo general arcillas amarillas o rojas de composición heterogénea o relativamente impura (casi siempre secundarias).
- Las arcillas usadas en la mezcla deben ser plásticas al mezclarse con agua, de modo tal que puedan ser formadas en moldes o por el dado de las máquinas extrusoras que moldean y dan la forma definitiva a las unidades de arcilla.
- Sus partículas deben tener suficiente adhesión para mantener la estabilidad de la unidad después del moldeo y ser capaces de unirse fundiéndose cuando se calientan a temperaturas elevadas.

“De acuerdo a estas características, son las arcillas superficiales las que satisfacen estas condiciones para ser adecuadas para la fabricación de ladrillos. Este tipo de arcillas son las más fáciles de explotar porque corresponden a una formación sedimentaria reciente y, por lo tanto son las más empleadas. Sin embargo, al estar más expuestas a la contaminación con sales por razones naturales y por el empleo agrícola del suelo, ellas producen las unidades más vulnerables a la eflorescencia”. GALLEGOS (2005).

Toda arcilla está compuesta, principalmente de arcilla pura que es el aglutinante del conjunto del material y cuerpos que constituyen la mezcla a moldear. La arcilla pura está compuesta a su vez de un 47% de sílice, 39% de alúmina y un 14% de agua. La arcilla pura debe representar como mínimo un 25% del total del material componente de la mezcla. (ZEA, 2005, pág. 26)

2.2.5. Proceso de Fabricación del Ladrillo.

2.2.5.1. Tipos de proceso de fabricación

Según la normativa Peruana existen 3 tipos de fabricación del ladrillo los cuales los define de la siguiente manera:

A. Fabricación de Tipo Artesanal

Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad. (NTP 331.017,2003, pág. 01)

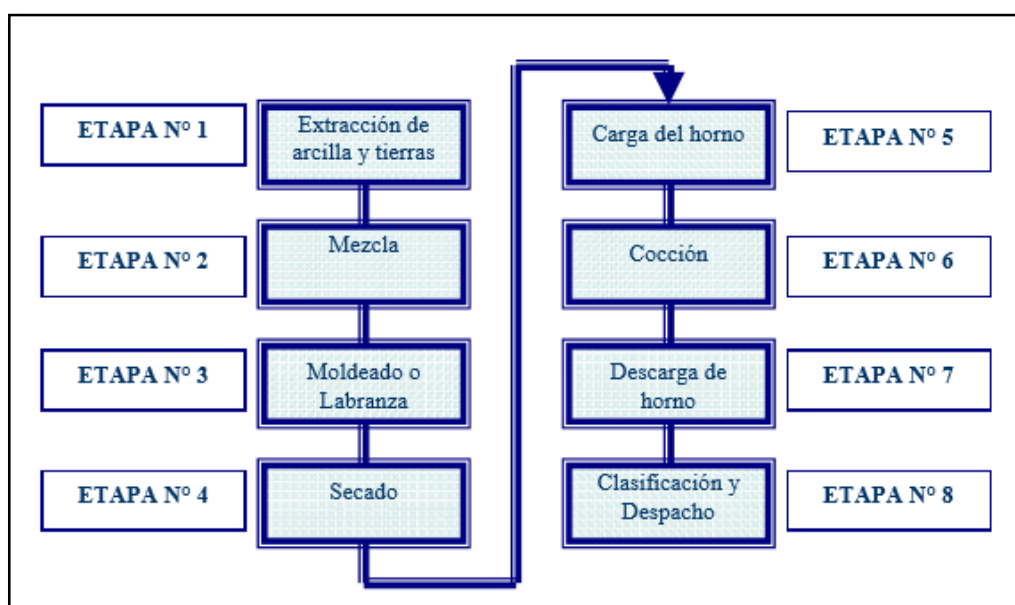
B. Fabricación de Tipo Industrial

NTP 331.017(2003) define: “Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad” (pág. 01).

2.2.5.2. Fabricación del Ladrillo

De acuerdo con LA GUÍA DE LA BUENAS PRÁCTICAS PARA LADRILLERAS ARTESANALES Aprobado por Resolución Ministerial N° 102-2010-PRODUCE del 19.04.2010, se tienen los siguientes pasos para la elaboración de ladrillos:

FIGURA 1. Etapas de la fabricación de un ladrillo



Fuente: Guía de las Buenas Practicas para ladrilleras Artesanales.

A. Extracción de Arcilla y Tierras

La extracción de Arcilla y Tierra Arenosa se puede realizar en lugares alejados de la zona de producción o en la misma zona de producción. El procedimiento de extracción para los ladrilleros artesanales es por excavación manual de canteras con y sin denuncia. La mediana y gran industria ladrillera (de 500 a mil millares por mes) extrae el material de canteras con denuncia minero utilizando equipo pesado de remoción de tierras. El material tal como es extraído se carga en camiones y se transporta a la zona donde están los hornos de cocción. (GUÍA, 2010, pág. 03)

B. Mezcla

a) Mezclado a Mano

La mezcla a mano se realiza al final del día luego de concluir las labores de labranza. Con ayuda de una pala o lampa se prepara en las fosas de mezclado¹, un pre mezcla de arcilla y arena humedecidas amasando con manos y pies hasta que desaparezcan los terrones más grandes de arcilla. Algunos artesanos añaden otros agregados que pueden ser aserrín, cáscara de arroz o de café, cenizas. Se deja reposar esta masa hasta el día siguiente para que los terrones más pequeños se deshagan, la mezcla se vuelva consistente y adquiera la textura requerida para el moldeo o labranza. Las impurezas de la arcilla y tierra como raíces de plantas, restos de arbustos y piedras son separadas manualmente. Algunas pocas veces se hace pasar la arena por un tamiz para eliminar impurezas u obtener un grano más homogéneo. La materia prima no se selecciona ni es sometida a molienda para control granulométrico. La formulación y características finales de la mezcla son definidas en base a su consistencia según la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada artesano. (GUÍA, 2010, pág. 03)

b) Mezclado Mecánico

Esta mezcla se efectúa utilizando una mezcladora o batidora accionada por algún tipo de energía que puede ser eléctrica, mecánica o de tracción animal (buey, caballo, acémila), lo que elimina el amasado a mano, reduce el tiempo de amasado y eleva el rendimiento. El procedimiento no requiere tiempo de reposo. La pre mezcla de arcilla y arena humedecidas, junto con otros agregados si fuera el caso, se vierte en el acceso o tolva de entrada de la mezcladora donde se amasa hasta obtener la consistencia requerida; la mezcla obtenida se puede volver a pasar cuantas veces sea necesario agregando arcilla, arena, agua. (GUÍA, 2010, pág. 03)

C. Moldeo o Labranza

El material mezclado se moldea para darle la forma de ladrillo requerido: sólidos (King Kong) y huecos, (pasteleros, para techo, etc.). Se puede hacer en forma manual o también con extrusoras mecánicas.

a) Moldeo manual.- “Se utilizan moldes metálicos o de madera. Los moldes no tienen tamaños estandarizados, difieren de un artesano a otro y de una región a otra. Generalmente utilizan arena muy fina (cenicero) como desmoldante para facilitar el retiro de la mezcla del molde”. (GUÍA, 2010, pág. 04)

b) Moldeo mecánico.- El moldeo mecánico permite incrementar la densidad del ladrillo y por tanto su resistencia. Se emplean desde prensas de moldeo accionadas manualmente capaces de producir 60 ladrillos por hora con moldes individuales, hasta extrusoras industriales que pueden producir más de un millar por hora. El punto intermedio está representado por pequeñas máquinas extrusoras manuales que pueden producir entre 120 y 400 ladrillos por hora. Estas máquinas también pueden producir ladrillos tipo pandereta y techo sólo con un cambio de molde. La extrusora es una máquina accionada eléctricamente o por motor a diésel o gasolina, que se compone de cuatro partes principales (GUÍA, 2010, pág. 06):

- Manivela y mecanismo de empuje
- Tanque para llenado de la mezcla
- Molde extrusor que es intercambiable según el tipo de ladrillo a fabricar
- Mesa de corte de ladrillos.

c) Moldeo de briquetas.- “En forma similar a los ladrillos se moldean también briquetas de carbón para utilizarlas como combustible. Las briquetas son una mezcla humedecida de carbón en polvo con arcilla; esta mezcla se vierte en moldes especiales de diferentes formas y tamaños”:

- Cilíndrico pequeño con un solo agujero en el centro;
- Cilíndrico grande con varios agujeros en todo el cuerpo
- Rectangulares con las mismas dimensiones de los ladrillos

(GUÍA, 2010, pág. 06)

D. Secado

Los ladrillos crudos recién moldeados se depositan en canchas de secado o tendales, que son espacios de terreno plano habilitados para este fin generalmente lo más cerca posible a la zona de moldeo. Los ladrillos se secan aprovechando la acción natural del sol y el viento. Cuando llueve y no están bajo sombra, se cubren con mantas de plástico para protegerlos aunque esto no siempre evita que se dañen por lo que es más recomendable construir cobertizos techados para el secado. (GUÍA, 2010, pág. 07)

El secado se realiza hasta que el ladrillo crudo pierde aproximadamente un 13% de humedad y queda listo para ser cargado al horno; el período de secado depende del clima y puede variar entre cinco a siete días en promedio. A partir del tercer o cuarto día se van girando las caras expuestas para un secado parejo, raspando en cada giro las partes que estaban en contacto con el suelo a fin de desprender la tierra o polvo que podrían haber capturado. En la etapa final del secado, se van colocando los ladrillos de canto uno encima de otro formando pequeñas

torres de un ladrillo por lado y de aproximadamente 1m a 1,20m de alto. (GUÍA, 2010, pág. 07)

E. Carga Del Horno

Primero se arma el “malecón” o arreglo de encendido acomodando los ladrillos secos de manera que, siguiendo el perfil de la ventana de aireación, formen una bóveda por encima del canal de encendido a todo lo largo del horno. En la quema con carbón, la base de esta bóveda se arma como una especie de parrilla formada con ladrillos enteros y tallados manualmente, sobre la cual se arman briquetas de carbón en tres o más capas dependiendo de la forma y tamaño de la bóveda. Debajo de esta parrilla está el canal del malecón donde se coloca la leña para el encendido. (GUÍA, 2010, pág. 07)

A la altura de la parte superior de los lados de la bóveda formada por los ladrillos crudos en el interior del horno e inmediatamente por encima de la bóveda, se colocan briquetas de carbón en una disposición apropiada una al lado de otra a casi todo lo largo y ancho de la sección del horno para conseguir un frente de fuego horizontal. (GUÍA, 2010, pág. 07)

Las briquetas utilizadas generalmente son de forma cilíndrica de 10cm de diámetro por 14,0cm de alto con un agujero en el medio para favorecer su encendido. Por encima de la bóveda armada como malecón de encendido, los ladrillos son colocados en capas horizontales sucesivas cada una transversal respecto a la anterior (en ángulo de 90 grados), descansando sobre su lado más largo hasta llenar toda la altura del horno. En los techos abovedados se hace la misma disposición pero siguiendo la forma de la bóveda. (GUÍA, 2010, pág. 07)

F. Cocción

La cocción se realiza en los hornos ladrilleros. El horneado o quemado es una operación netamente artesanal que el Maestro Hornero va ajustando según los resultados que se van obteniendo. Los canales de

encendido están contruidos a la altura del piso, atraviesan el horno de lado a lado y sus ventanas o bocas están en los lados de mayor longitud. Las dimensiones y características de las bocas dependen del tipo de combustible que se va a quemar. En el Anexo 1 Manual para operadores de horno tradicional se incluyen diagramas de dimensiones de los canales y ventanas de encendido. La cocción tiene dos partes bien diferenciadas: El Encendido y la Quema propiamente dicha. (GUÍA, 2010, pág. 08)

a) El Encendido.- El objetivo es hacer prender las briquetas colocadas en la parte superior del malecón de encendido a fin que éstas a su vez generen suficiente calor para encender el cisco de carbón colocado en las sucesivas capas horizontales. El proceso de encendido en los hornos tradicionales de Arequipa dura de 8 a 24 horas y a veces hasta 48 horas. Para iniciar el fuego se utilizan llantas, plásticos y en el mejor de los casos paja, viruta de madera y leña de eucalipto o algarrobo. Cabe mencionar que algunos grupos de ladrilleros como los de la Asociación Primero de Mayo en Socabaya, Arequipa donde se condujo un Proyecto Demostrativo, han dejado de utilizar llantas o plásticos y actualmente para el encendido solo utilizan leña principalmente de eucalipto a veces remojando ligeramente los trozos iniciales con kerosén. (GUÍA, 2010, pág. 08)

b) La Quema.- Consiste en lograr que el fuego vaya ascendiendo en forma homogénea a través de las sucesivas capas horizontales de ladrillos encendiendo las respectivas capas de cisco de carbón hasta su agotamiento en las capas superiores con lo que se completa la cocción de toda la carga. La cocción con carbón de piedra en los hornos tradicionales de Arequipa puede durar de siete a veinte días según el tamaño del horno. La cocción en los hornos de Piura dura siete días. La cocción en los hornos del Chusco dura 24 horas. (GUÍA, 2010, pág. 08)

El proceso de cocción se inicia cuando han prendido totalmente las briquetas de la segunda capa del malecón de encendido pues entonces también ya ha prendido el cisco de carbón junto a estas briquetas; en este momento se empieza a sellar el horno tapando primero las mirillas y ventanas opuestas a la dirección del viento, reduciendo el tamaño de las ventanas ubicadas en la dirección del viento y finalmente sellando todas las ranuras de la última fila de ladrillos en el techo del horno, dejando pequeñas aberturas en las esquinas superiores para observar el avance. A partir de este momento solo se trata de mantener el fuego encendido hasta que llegue a la parte superior del horno". (GUÍA, 2010, pág. 08)

G. Descarga del Horno

Una vez que el fuego ha llegado al extremo superior y se ha consumido todo el carbón, se van abriendo poco a poco las ventilaciones del horno para dejar enfriar lo cual puede durar de cuatro a seis días. El enfriamiento es de abajo hacia arriba por efecto de las mismas corrientes de aire que han contribuido a la combustión. Antes de proceder con la descarga se espera que el horno se enfríe. En épocas de alta demanda los ladrillos se empiezan a descargar cuando todavía están calientes sin esperar el período de enfriamiento normal. La descarga dura un día menos que el tiempo que se utilizó en cargar. (GUÍA, 2010, pág. 08)

H. Clasificación y Despacho

Los ladrillos se descargan y se apilan en los alrededores del horno clasificándolos según el resultado de la cocción:

- Bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido metálico a la percusión, son duros y presentan el grano fino y compacto en su fractura, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular),

- Medianamente cocidos o “bayos’ (color menos rojizo),
- Crudos o no cocidos

Estos últimos se tienen que volver a cocer, mientras que los otros son adquiridos por los compradores a precios diferenciados pagándose obviamente menos por aquellos que no están bien cocidos. Las ladrilleras artesanales no realizan ensayos de calidad. (GUÍA, 2010, pág. 09)

I. Comercialización

El mercado principal de los productores de ladrillo artesanal está en la actividad de construcción de viviendas particulares. Los ladrillos mecanizados o semi mecanizados son solicitados por empresas constructoras grandes para obras privadas o públicas. El precio de venta de estos ladrillos es sustancialmente mayor que el de los artesanales llegando a costar más del doble; de allí la conveniencia por parte de los artesanos de hacer los esfuerzos necesarios para introducir mezcladoras y extrusoras en su proceso, y por parte de los organismos públicos de promover la formalización y el acceso a créditos de los microempresarios de esta actividad. (GUÍA, 2010, pág. 09)

Los ladrillos artesanales son vendidos por los productores al pie del horno de donde son recogidos por los compradores, sean intermediarios, contratistas o propietarios de viviendas en construcción que se acercan con sus moviidades contratadas o propias. Los principales compradores son los intermediarios que comercializan en los puestos de venta de materiales de construcción. Estos agentes manejan los precios y son a su vez habilitadores financieros que otorgan adelantos en efectivo a los productores que en la práctica funcionan como préstamos con altos intereses”. Los ladrillos mecanizados se venden principalmente a través de oficinas comerciales que se agrupan en zonas específicas de comercialización de materiales de construcción de cada ciudad. (GUÍA, 2010, pág. 10)

J. Entorno Socioeconómico y Cultural

A nivel nacional la producción de ladrillos tiene un consumo principalmente interno y, como parte de la cadena de la industria de la construcción es una actividad muy sensible a etapas recesivas o de bajo gasto público y privado. La mayoría de la actividad económica es de tipo familiar e informal, donde las tareas son desarrolladas por todo el núcleo familiar compuesto por el padre, la madre y los hijos, siendo la participación de estos últimos variable ya que, por ejemplo, los hijos menores cuando retornan de la escuela realizan tareas también menores. La gestión empresarial es casi inexistente y no tienen acceso a servicios ni prestaciones de salud; sin embargo, como son empresas familiares, tienen gran importancia en la economía de las comunidades y localidades donde están ubicadas pues se constituyen generalmente en la única o la principal actividad productiva generadora de trabajo y de ingresos. (GUÍA, 2010, pág. 10)

Es frecuente que los ladrilleros artesanales establezcan sus viviendas adyacentes a los hornos en zonas carentes de servicios básicos como agua, desagüe o luz, con vías de acceso precarias, la propiedad de los terrenos muchas veces no está saneada y ni siquiera están incluidos en el plano catastral de la Municipalidad. (GUÍA, 2010, pág. 10)

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Arcilla

Es el agregado mineral terroso o pétreo que contiene esencialmente silicatos de aluminio hidratados. La arcilla es plástica cuando está suficientemente pulverizada y saturada, es rígida cuando está seca y es vidriosa cuando se quema a temperatura del orden de 1 000 °C. (NTP 331.017, 2003, pág. 01)

AGUIRRE (2004) afirma: “La materia prima utilizada para la elaboración de las unidades de albañilería, más conocido como “ladrillos”, es la arcilla, encontrada en la superficie, lo que permite su fácil y económica explotación” (pág. 08).

DE PABLO (1964) define: “Arcilla es una asociación de silicatos complejos hidratados de aluminio de fino tamaño de partícula, que húmeda es plástica y seca, dura y quebradiza. Esta abundantemente distribuida en la naturaleza y es constituyente importante de la corteza terrestre” (pág. 49).

2.3.2. Esquisto Arcilloso

NTP 331.017 (2003) define: “Es la arcilla estratificada en capas finas, sedimentadas y consolidadas, con un clivaje muy marcado paralelo a la estratificación” (pág. 01).

Son rocas de composición idénticas las arcillas pero con un agrado mayor de cohesión, estas rocas presentan una laminación exteriormente visibles se originan en regiones relativamente profundas y sujetas a fuertes arrugamientos.

2.3.3. Arcilla Superficial

NTP 331.017 (2003) define: “Es la arcilla estratificada no consolidada que se presenta en la superficie” (pág. 01).

Es la arcilla que encuentra a expuesta en la superficie haciendo de su extracción un poco más sencilla pero en cambio su naturaleza no es consolidada.

2.3.4. Ladrillo Artesanal

Es el ladrillo fabricado con procedimientos predominantemente manuales. El amasado o moldeado es hecho a mano o con maquinaria elemental que en ciertos casos extruye, a baja presión, la pasta de arcilla. El procedimiento de moldaje exige que se use arena o agua para evitar que la arcilla se adhiera a los moldes dando un acabado característico al ladrillo. El ladrillo producido artesanalmente se caracteriza por variaciones de unidad a unidad. (NTP 331.017, 2003, pág. 01)

2.3.5. Ladrillo Industrial

NTP 331.017 (2003) define: “Es el ladrillo fabricado con maquinaria que amasa, moldea y prensa o extruye la pasta de arcilla. El ladrillo producido industrialmente se caracteriza por su uniformidad” (pág. 01).

2.3.6. Designación de Ladrillo

Es la manera elegida para denominar el ladrillo de acuerdo a sus características. El ladrillo se designará por su tipo (ver 4.0), por su sección (macizo, perforado o tubular, ver 3.4) y por sus dimensiones (ver 3.5), largo (cm) x ancho (cm) y alto (cm). Ejemplo.- Un ladrillo sin huecos que cumple con los requisitos para “Tipo III - macizo - 24 x 14 x 10”; y si se usa de canto “Tipo III - macizo - 24 x 10 x 14”. (NTP 331.017, 2003, pág. 02)

2.3.7. Ladrillo

NTP 331.017 (2003) afirma: “Es la unidad de albañilería fabricada de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno” (pág. 02).

2.3.8. Ladrillo Macizo

NTP 331.017 (2003) define: “Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección” (pág. 02).

2.3.9. Ladrillo Perforado

NTP 331.017 (2003) define: “Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección” (pág. 02).

2.3.10. Ladrillo Tubular

NTP 331.017 (2003) define: “Es el ladrillo con huecos paralelos a la superficie de asiento” (pág. 02).

CAPÍTULO III

UBICACIÓN, DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA, FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

3.1. Ubicación y Descripción de las canteras

Para la presente investigación se tomó en consideración tres sectores representativos ubicados en la jurisdicción del distrito de Huayopata donde se cuenta con gran cantidad de arcilla las cuales serán expuestas a continuación dando a conocer su ubicación y realizando una descripción detallada de las mismas.

En el MAPA 04 se muestra la distribución de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca dentro de la jurisdicción del distrito de Huayopata de la provincia de La Convención en el departamento del Cusco. Lugares los cuales fueron elegidos para la extracción de Arcilla para la presente investigación.

MAPA 04: Distribución de las canteras en estudio dentro la jurisdicción del distrito de Huayopata en la provincia de La Convención – Cusco



Fuente: PDC Huayopata

3.1.1. Cantera “ESTABLO”

3.1.1.1. Ubicación de la Cantera

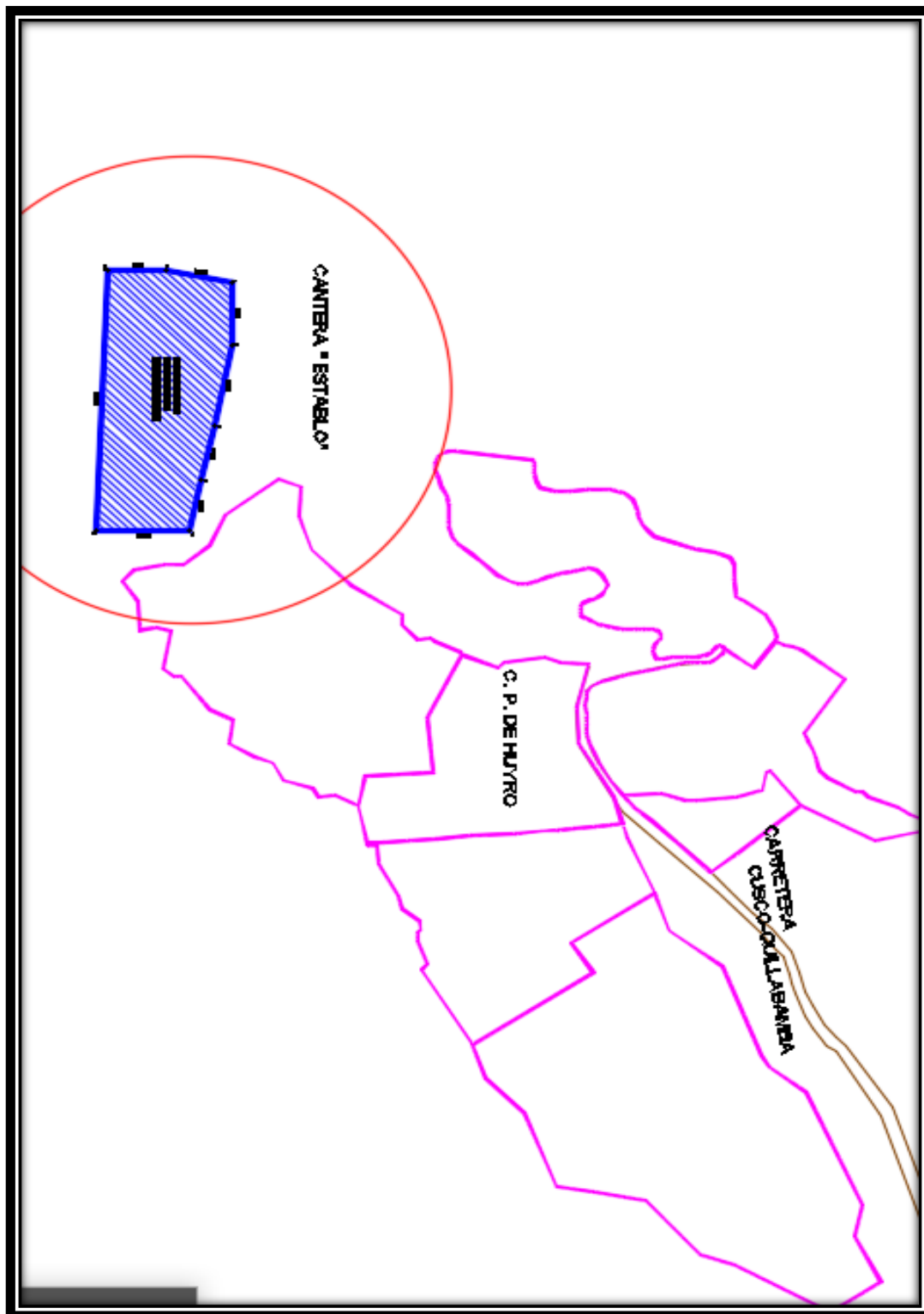
Ubicada dentro de la jurisdicción del centro poblado de Huyro del distrito de Huayopata en la provincia de La Convención del Departamento del Cusco. A una distancia de 1.5 km aproximadamente de la vía principal Cusco – Quillabamba con coordenadas UTM WGS 84 - 18S X=764110.571 Y=8560678.780 , tiene una extensión de 38592.01 m² de área con un perímetro de 854.46 ml según lo demuestra el plano de ubicación que se muestra en el Mapa N° 05, obtenido a través del levantamiento topográfico realizado para la presente investigación (Ver anexo 07).

FIGURA 2. Campesinos de la zona en plena recolección de la hoja verde de té, principal actividad agrícola del distrito de Huayopata



Fuente: Propia

MAPA 05: Plano de ubicación Cantera “ESTABLO”



Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.2. Descripción de la cantera

El nombre de esta cantera radica en el uso antiguo que se le daba a este espacio como criadero de ganado vacuno, actividad que para tiempos actuales ha dejado dicha razón de ser. Actualmente podemos apreciar bastante vegetación como se aprecia en la figura 3, propia de una zona húmeda asumiendo un parcial abandono de los terrenos donde se encuentra la materia prima como lo es la arcilla.

FIGURA 3. *Primera visita a la cantera para la verificación del terreno*



Fuente: Propia

Esta cantera muestra desde una primera impresión en su visita realizada se aprecian muchos pequeños charcos de agua puesto que las aguas pluviales no filtran con facilidad al sub suelo como se puede apreciar en la figura 4, mostrando una característica propia de las arcillas ser impermeables hasta cierto grado o encapsular las aguas en su estructura

interior las cuales al hacer contacto con una carga externa afloran al exterior generando lodo como se puede apreciar en la siguiente imagen.

FIGURA 4. Se aprecia en la imagen charcos de agua los cuales al ser transitados, por efecto de la carga de tránsito se genera lodo.



Fuente: Propia

Esta cantera tiene la característica principal de presentar arcilla de color ploma en toda su extensión, esta información fue recopilada en la entrevista realizada al propietario del terreno además que con la exploración realizada se pudo corroborar dicha información como se aprecia en la figura 5. Otra característica que se pudo apreciar es que la vegetación es constante a lo largo de la extensión de dicha cantera,

demostrando así que siendo el terreno húmedo por la presencia de la arcilla no es bueno para la agricultura puesto que la excesiva cantidad de agua resulta contraproducente para la agricultura.

FIGURA 5. Se aprecia que el terreno mantiene una coloración ploma en la parte del mismo explorada para la extracción de la muestra para la elaboración de los ladrillos King Kong de 18 huecos.



Fuente: Propia

En lo referente al perfil estratigráfico de del terreno se pudo apreciar una combinación entre tres tipos distinguibles que resaltan a la vista los cuales ,como se aprecia en la figura 6 .Una primera capa de color negro propio de los terrenos con material orgánico, en un segundo estrato encontramos una combinación de color marrón con matices plomos , para luego llegar al tercer perfil de color plomo

el cual es donde se encuentra nuestra materia prima la cual se extiende por casi 3 metros más, para referencia se especifican de la siguiente manera:

FIGURA 6. Estratificación del suelo de la cantera “Establo”



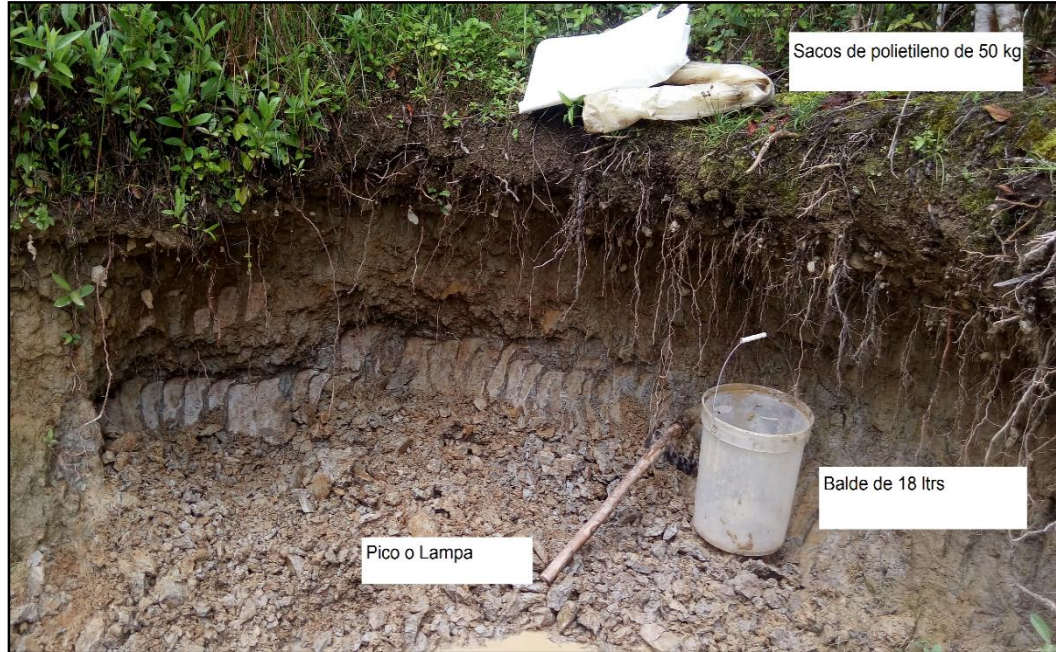
Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.3. Extracción de la Muestra

Para la operatividad de la presente investigación se extrajo el material de la arcilla luego de una selección evitando las impurezas y exceso de material orgánico como se aprecia en la figura 7, el cual podría ser perjudicial en lo referente a una propiedad de las unidades de albañilería llamada resistencia a la compresión. Para ello se utilizó sacos de polietileno

de 50 kg, un balde de 18 litros y una herramienta de trabajo la cual puede ser un Pico o una lampa.

FIGURA 7. Extracción de material de la cantera ESTABLO para la elaboración de las unidades de albañilería.



Fuente: Elaboración Propia

Este material se extrajo en una cantidad de 0.324 m³ de material arcilloso aproximadamente, este cálculo se establece en base a la conversión que se tiene de litros en referencia a metros cúbicos, siendo el total de la muestra extraída un total de 6 sacos, con 3 baldes de 18 litros cada uno de ellos como se ve en la figura 8.

$$1 \text{ ltr} = 0.001 \text{ m}^3$$

FIGURA 8. Sacos con contenidos de arcilla extraídos de la cantera Establo cada uno de los cuales contiene el equivalente a 3 baldes de 18 litros, traducidos es en 0.054 m³ aprox.



Fuente: Propia

3.1.1.4. Ensayos de laboratorio

Con la finalidad de establecer los parámetros propios de la arcilla extraída de la cantera denominada Establo, se extrajo una muestra la cual fue aislada en bolsas plásticas como se aprecia en la figura 9, para mantener su humedad natural y otras características propias de la materia prima de la zona para luego ser llevada a la ciudad del Cusco y para realizar ensayos en el laboratorio de suelos de: granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad además también de realizarle ensayos químicos para establecer la composición química de la misma .

FIGURA 9. Extracción de muestra de la cantera Establo para ensayos en el laboratorio de suelos.



Fuente: Propia

A. Análisis Granulométrico de la Cantera Establo

En cuanto a los resultados del ensayo de Análisis granulométrico y presentado en el cuadro de cálculo proporcionado por el laboratorio para determinar los porcentajes con los que se representan cada peso retenido en las diferentes mallas con medidas en milímetros, cabe resaltar que se trabajó con una muestra de 263.00 gr obteniendo lo siguiente:

TABLA 1. ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO Y LÍMITES DE ATTERBERG PARA LA CANTERA ESTABLO

MALLA		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especific. "A"	
Tamiz	mm						
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	30	65
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº04	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	25	55
Nº8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	15	40
Nº16	1.190	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº30	0.600	3.0	1.1	1.1	98.9		
Nº40	0.420	3.0	1.1	2.3	97.7	8	20
Nº50	0.300	5.0	1.9	4.2	95.8		
Nº100	0.149	6.0	2.3	6.5	93.5		
Nº200	0.074	11.0	4.2	10.6	89.4	2	8
<200		235.0	89.4	100.0	0.0		
TOTAL		263.0	100.0				

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera ESTABLO

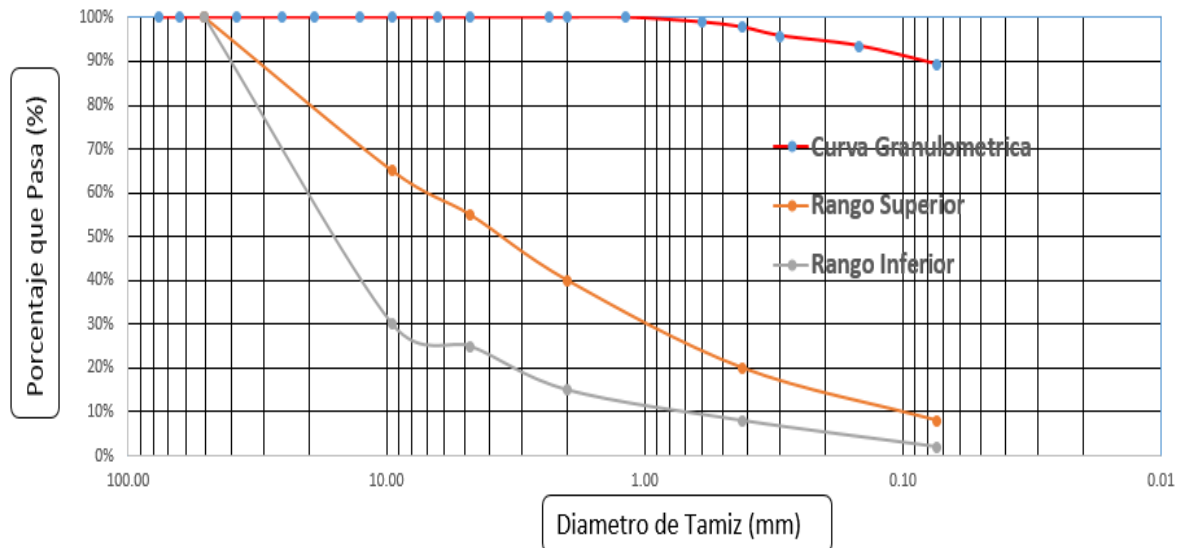
a. La contextura de la muestra extraída de la cantera Establo tiene la siguiente consistencia

GRAVA	0.00 %
ARENA	10.65 %
FINO	89.35 %

Puesto que de acuerdo al ensayo Granulométrico, el porcentaje que pasa la malla Nº 200 se considera como finos (89.35 %), mientras que basados en la parte teórica podemos decir que el porcentaje de grava es aquel porcentaje retenido acumulado en la malla Nº 04 (0.00%), por consiguiente el porcentaje de arena solo sería la diferencia de la suma de las 2 cantidades anteriores descontadas al total (10.65%)

b. la curva granulométrica establecida luego de realizar los cálculos es la siguiente con respecto al porcentaje de muestra que pasa las mallas.

FIGURA 10. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Establo



Fuente: Elaboración Propia

Donde podemos observar que la curva granulométrica se encuentra fuera de los parámetros establecidos por NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS del Reglamento Nacional de Edificaciones, que en su TABLA 6: “Requerimientos Granulométricos para Base Granular”, establece rangos en la gradación A*, demostrando que este suelo es no recomendable para colocarlo como base en un pavimento.

B. Determinación del Limite Líquido para la Cantera Establo

Para lo referente a la clasificación de nuestro suelo de acuerdo a la clasificación SUCS se determinó primeramente al cálculo del límite líquido con la norma MTC E 110, el cual nos indicara el porcentaje de humedad respecto al peso seco de la muestra cómo se presenta el cuadro con los resultados de laboratorio como se muestra a continuación:

TABLA 2. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110

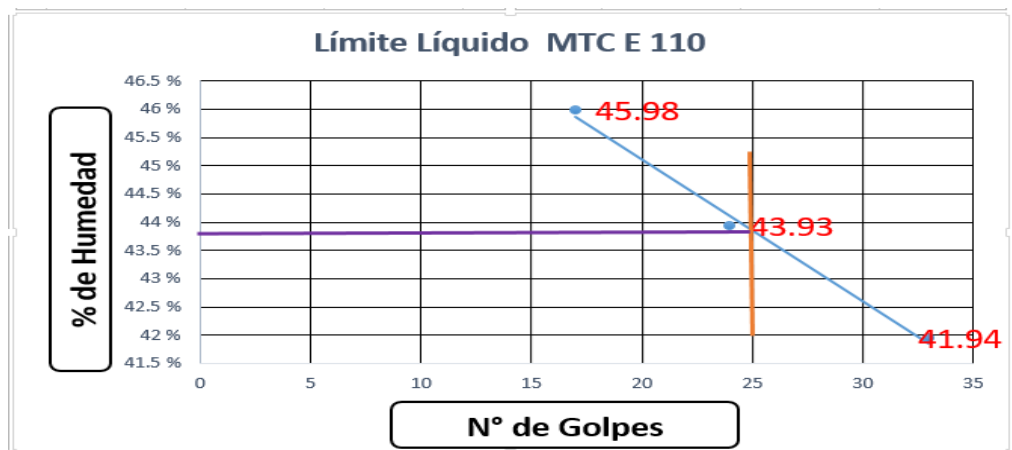
Límite Líquido MTC E 110

Ensayo	1	2	3
N° de Golpes	33	24	17
Recipiente N°	7	44	48
R + Suelo Húmedo	27.50	29.70	30.35
R +Suelo Seco	23.60	25.00	25.20
Peso Récipe.	14.30	14.30	14.00
Peso Agua	3.90	4.70	5.15
Peso S. Seco	9.30	10.70	11.20
% de Humedad	41.94	43.93	45.98

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Establo

Como se muestra en el cuadro extraído del ensayo de límite líquido establecido en la Norma MTC E110 y utilizando básicamente el instrumento denominado “Cuchara de Casagrande” tenemos tres resultados los cuales llevamos a un nuevo cuadro donde a través de una línea de tendencia establecemos el porcentaje de humedad.

FIGURA 11. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110



FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Establo

Establecida una línea de tendencia (línea de color celeste) entre los tres porcentajes de humedad procedemos a interceptarla con el parámetro establecido por Casagrande para este ensayo que es de 25 golpes punto

desde el cual se traza una línea perpendicular (Línea de color Naranja), hasta interceptar con la línea de tendencia , para luego desde el punto de Intercepción trazar una línea perpendicular (línea de color morada), hacia los porcentajes de humedad obteniendo un resultado promedio de 43.68 % de humedad demostrando la cantidad de agua que se tiene en una muestra representativa para la Cantera Establo.

C. Determinación del Limite Plástico para la Cantera Establo

El límite plástico según su definición queda comprendida como el porcentaje de Humedad de con respecto al peso seco de la muestra secada en un horno, este ensayo se determina por medio de la Norma MTC E 111, del cual obtuvimos el siguiente cuadro:

TABLA 3. Limite plástico MTC E 111

Límite Plástico MTC E 111

Ensayo	1	2	PROMEDIO
Recipiente N°	18	40	
R + Suelo Húmedo	28.90	30.50	
R +Suelo Seco	26.20	27.00	
Peso Recip.	14.10	14.10	
Peso Agua	2.70	3.50	
Peso S. Seco	12.10	12.90	
% de Humedad	22.31	27.13	24.72

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Limites de Atterberg para la cantera establo

Ensayada dos muestras se obtuvieron un 22.31% de humedad para la muestra 1 y un 27.13% de humedad para la muestra 2, de las cuales extrayendo un promedio de ambos resultados llegamos a establecer que el Limite Plástico para la cantera Establo es de 24.72% de humedad

D. Determinación del Índice Plástico para la Cantera Establo

De acuerdo a los ensayos realizados anteriormente podemos llegar a determinar el Índice Plástico el cual determina el grado de plasticidad de

la muestra extraída de la cantera Establo, estos resultados serán comparados con los rangos de Índices plásticos establecidos por ATTRBERG para una muestra de suelo.

Tabla 4. Índice Plástico Cantera Establo

ÍNDICE PLÁSTICO	SUELO
Igual a cero	No plástico
Menor de 7	Baja plasticidad
Comprendido entre 7 y 17	Medianamente plástico
Mayor de 17	Altamente plástico

Fuente:

“Caracterización De Las Arcillas Para La Fabricación De Los Ladrillos Artesanales. “Autor Zea Osorio Norma Lissette; Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil De La Universidad De San Carlos De Guatemala 2005.

Para los resultados obtenidos tanto en el Límite líquido y Límite Plástico y la determinación del Índice de plasticidad se aplica la fórmula:

$$I_p = Ll - Lp$$

Donde:

I_p : Índice de plasticidad

Ll : Límite líquido

Lp : Límite Plástico

Obteniéndose lo siguiente:

Tabla 5. Resumen Cantera Establo

LIMITE LIQUIDO	43.68 %
LIMITE PLÁSTICO	24.72 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18.96 %

Fuente: Elaboración Propia

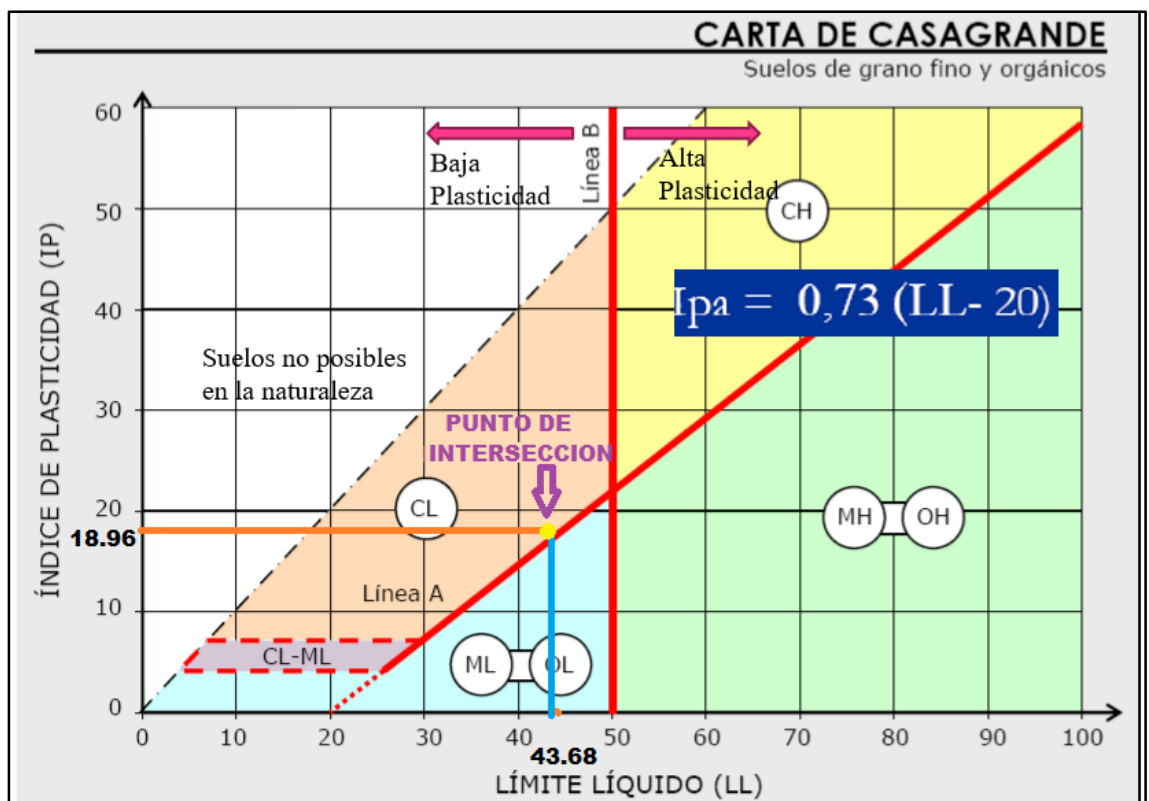
El Índice de plasticidad de la cantera establo llega a ser de un 18.96%, comparado con la clasificación establecida por ATTRBERG se catalogaría como una arcilla ALTAMENTE PLASTICO dado que supera el 17% en

promedio. Además este resultado podemos interpretarlo como 18.96 ml de agua son necesarios para que 100 gr de esta arcilla se vuelva moldeable.

E. Clasificación de la muestra de la cantera Establo según SUCS

Para clasificar nuestra muestra según SUCS recurriremos a la Carta de Casagrande donde se realizara la intercepción de los valores hallados del límite Líquido ($LL= 43.68\%$) y el valor obtenido del Índice Plástico ($IP= 18.96\%$) para obtener que:

Figura 12. Carta De Casagrande, Grafico Del Sistema De Clasificación De Suelos Sucs



Fuente: Ing. Carlos Gaspar

La muestra de la arcilla establo se clasifica dentro de grupo denominado **CL** como lo muestra la gráfica significando su símbolo como Arcilla de baja compresibilidad de acuerdo con esta clasificación. Es necesario indicar que se encuentra sobre la línea A puesto que $I_{pa} (17.29) < IP (18.96)$.

TABLA 6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELO DE LA CANTERA ESTABLO

CANTERA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD D	CLASIFIC SUCS
ESTABLO	M-1	43.68	24.72	18.96	CL

Fuente: *Elaboración Propia*

En la Tabla 6, se muestra el resumen de los ensayos de laboratorio (límite líquido, límite plástico, granulometría e índice de plasticidad). En el anexo 1 se adjunta las hojas de registro de ensayos realizados a la muestra.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorios encontramos la materia prima de esta cantera clasificada como CL la cual es denominada "Arcilla de baja Plasticidad (LL < 50) puesto que su límite líquido se encuentra inferior a 50 de acuerdo a la clasificación de suelos por SUCS.

Así mismo encontramos en la tabla 7 los resultados obtenidos luego de realizar un análisis químico (ver Anexo 2) a la misma muestra extraída de la cantera en mención:

TABLA 7. Resultados Del Análisis Químico De La Cantera Establo.

DETERMINACIONES	UNIDAD	
CaCO ₃	%	4.5
NaCl	%	0.05
pH		6.9
Conductividad Eléctrica	μS/cm	220
Silicatos y Aluminatos	%	94
Textura		
Arena	%	2.1
Arcilla	%	40.5
Limo	%	57.4
Clase Textural		A.L.

A.L. = Arcillo Limoso.

Fuente: *Análisis Químico Para La Cantera Establo.*

Para esta comparación tomaremos de referencia los datos encontrados en “CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. “Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005. Presentados como cita en el Marco teórico para establecer los porcentajes químicos característicos en un Arcilla para la elaboración de ladrillos como se detalla a continuación:

TABLA 8. Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales

Si O ₂ (Silicatos)	47	%
AL ₂ O ₃ (Aluminatos)	39	%
H ₂ O (Agua)	14	%
Arcilla en el material	25	%

Fuente: “CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. “Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005.

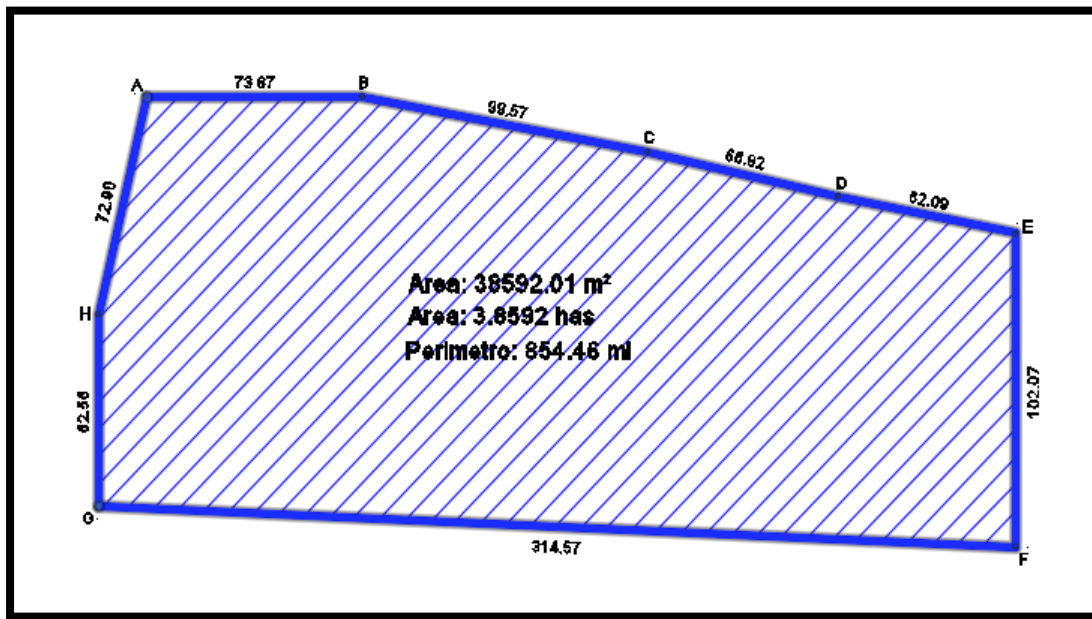
De la tabla podemos deducir que estos resultados en comparación a los resultados de la tabla 8 se asemejan puesto que el grado de silicatos y aluminatos llegan a ser unos 94% adicionados, así mismo el porcentaje de arcilla es 40.5% dentro de la mezcla demostrando que la muestra extraída es apta para poder elaborar unidades de albañilería puesto que se requiere que esta sean en un 25% como mínimo. De esta manera también el Análisis Químico nos demuestra que los resultados van concatenados con los realizados por el Análisis Mecánico por Tamizado Y Límites de Atterberg.

3.1.1.5. Potencia Volumétrica de la Cantera Establo

De acuerdo a los planos de ubicación y respaldados por el levantamiento topográfico (ver anexo 7) como se aprecia en la figura 13, donde se puede establecer tanto el área como el perímetro de dicha cantera

FIGURA 13. Detalle topográfico de la extensión de la cantera Establo

Fuente: Elaboración Propia



Con estos datos podemos establecer la tabla 9 con los siguientes resultados

TABLA 9. Potencia Volumétrica De La Cantera "Establo"

Perímetro (m)	Área (m ²)	Altura(Prom)	Volumen (m ³)
854.46	38592.01	3	115776.03

Fuente: Elaboración Propia

Visto los resultados llegamos a establecer que esta cantera denominada Establo tiene una potencia volumétrica de 115776.03 m³ en cantidad de arcilla, la cual se coloca como base para poder afirmar que una posible ladrillera sería sostenible en la zona como más adelante se demostrara mediante cálculos a la cantidad de unidades de albañilería.

3.1.2. Cantera “IPAL”

3.1.2.1. Ubicación de la cantera

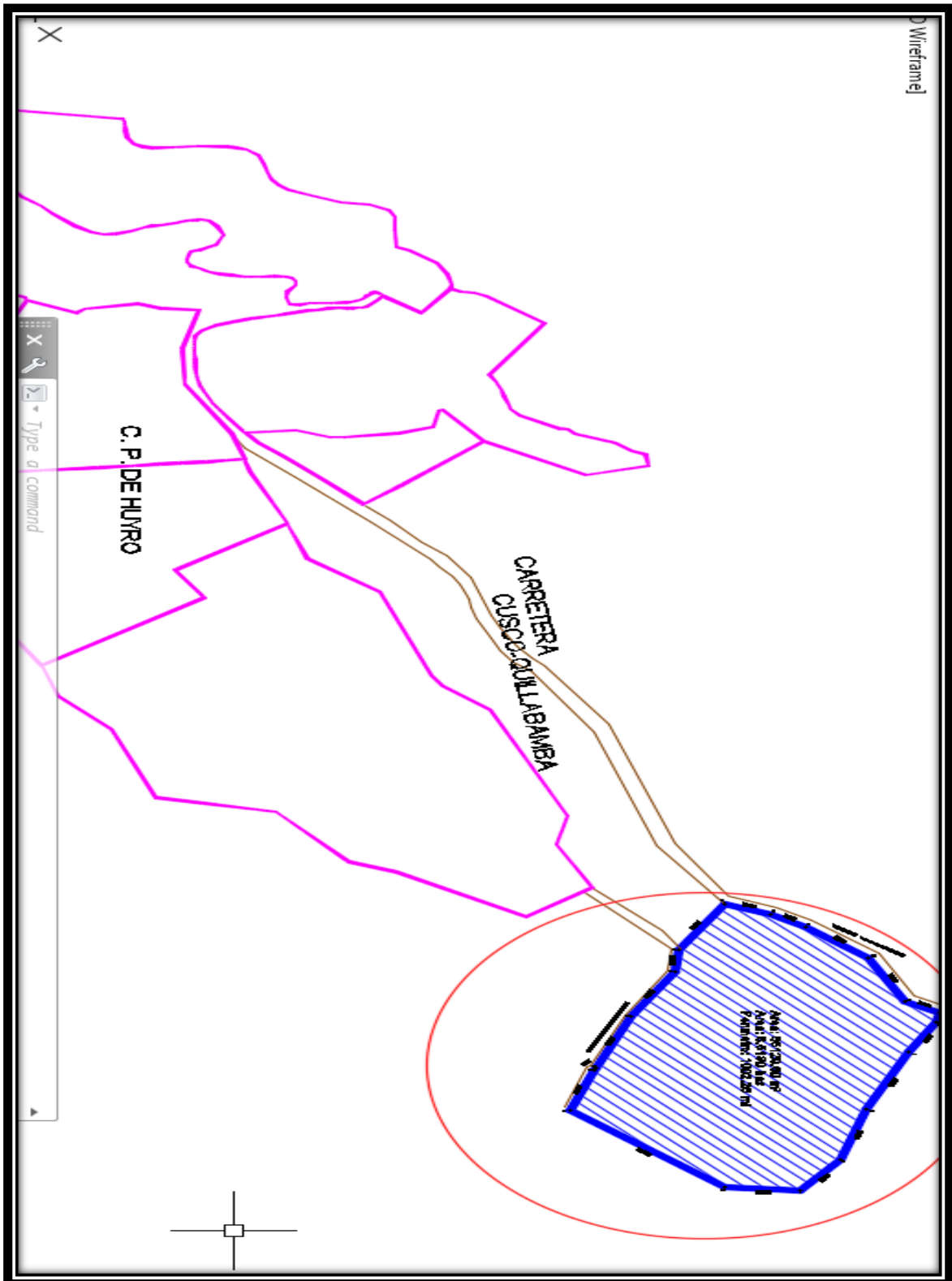
La cantera denominada Ipal se ubica dentro de la jurisdicción del distrito de Huayopata, en la localidad de Ipal, con coordenadas UTM WGS 84 - 18S X=766046.235 Y=8561337.480. Esta cantera tiene una extensión de 65129.60 m², con un perímetro de 1002.26 metros lineales. De acuerdo al plano de ubicación (anexo 8) esta cantera tiene un acceso cercano a la vía principal Cusco – Quillabamba como se aprecia en la figura 8, esta cantera se ubica dentro la propiedad de la señora Nancy Ruth García Espinoza

FIGURA 14. Vía principal Cusco – Quillabamba por la zona de Ipal



Fuente: propia

FIGURA 15. Plano de Ubicación de la cantera



Fuente: Elaboración Propia

3.1.2.2. Descripción de la cantera

Como parte de esta investigación se hizo el recorrido de la zona en mención para poder apreciar cómo está tanto en lo referente a vegetación y las características preliminares del terreno del cual se hará la extracción del material como se muestra en la figura 12. Esta cantera a diferencia de la cantera Establo se encuentra en una llanura con presencia de árboles en las variedades de Pacae y otras plantas de la zona como se puede ver en la figura 12, pero como también se cuenta con la presencia de la arcilla en su extensión no permite que el agua pluvial y agua de algunos pequeños manantes filtren al sub suelo hace que en el suelo se formen pequeños charcos de agua coincidiendo de esta manera con las otras canteras.

FIGURA 16. Vista del camino hacia la cantera como se puede apreciar la vegetación es diferente en relación con la cantera Establo.



Fuente: Propia

3.1.2.3. Extracción de la Muestra

De igual manera que en la extracción de las otras canteras se tuvo el cuidado necesario para seleccionar la muestra para la elaboración de las unidades de albañilería puesto que en este caso la llanura nos obligó a hacer una calicata de 2.00 metros de profundidad descartando la materia orgánica que se encontraba al inicio de la excavación como se aprecia en la figura donde también se aprecia el perfil estratigráfico de la misma.

FIGURA 17. Calicata realizada en la cantera "Ipal" para la extracción de la materia prima



Fuente: Elaboración Propia

En esta extracción también se logró un total de 0.324 m³ de arcilla envasado en sacos de polietileno de 50 kg en una cantidad de 6 sacos al igual que la cantera Establo como se aprecia en la figura 14, los cuales fueron sacados a la vía principal Cusco – Quillabamba como se aprecia en la figura 15 para su traslado a la ciudad del cusco donde fue su elaboración.

FIGURA 18. Extracción de materia prima de la cantera Ipal para la elaboración de ladrillos King Kong de 18 huecos



Fuente: Propia

FIGURA 19. Carguío del material extraído de la cantera Ipal para su traslado a la ciudad del cusco.



Fuente: Propia

3.1.2.4. Ensayos de laboratorio

A. Análisis Granulométrico de la Cantera Ipal

En cuanto a los resultados del ensayo de Análisis granulométrico y presentado en el cuadro de cálculo proporcionado por el laboratorio para determinar los porcentajes con los que se representan cada peso retenido en las diferentes mallas con medidas en milímetros, para este estudio se utilizó 261.5 gr de la muestra seca de esta cantera teniendo como resultado el siguiente cuadro:

TABLA 10. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

MALLA		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Específico "A"	
Tamiz	mm						
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	30	65
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº04	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	25	55
Nº8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	15	40
Nº16	1.190	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº30	0.600	2.3	0.9	0.9	99.1		
Nº40	0.420	2.5	1.0	1.8	98.2	8	20
Nº50	0.300	5.0	1.9	3.7	96.3		
Nº100	0.149	5.9	2.3	6.0	94.0		
Nº200	0.074	15.6	6.0	12.0	88.0	2	8
<200		230.2	88.0	100.0	0.0		
TOTAL		261.5	100.0				

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

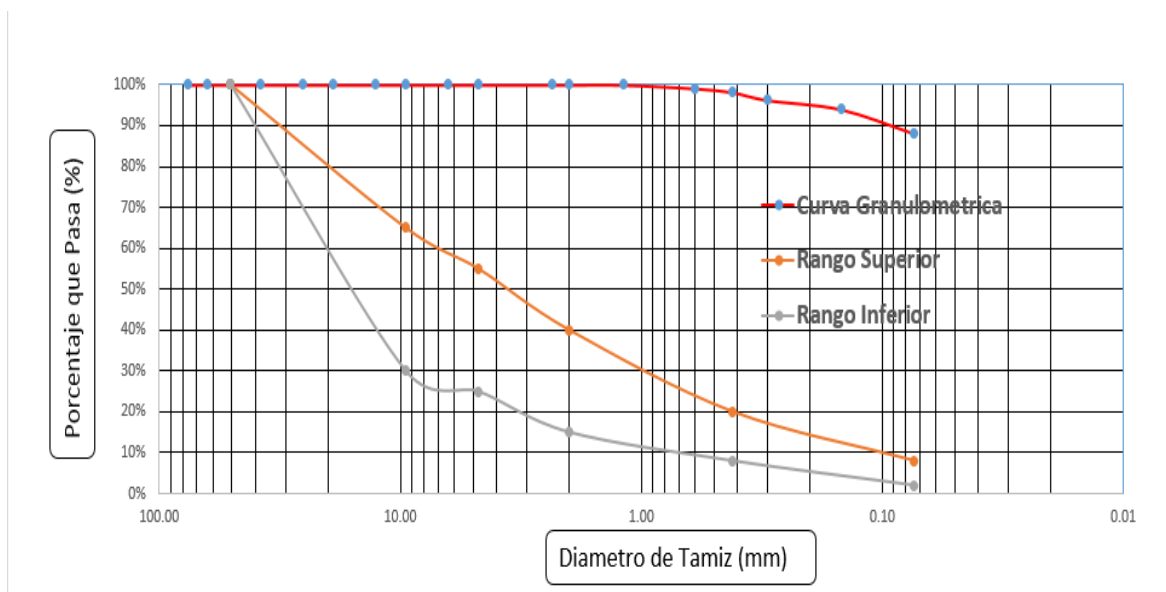
a. La contextura de la muestra extraída de la cantera presenta la siguiente consistencia expresada en porcentajes como se detalla a continuación:

GRAVA	0.00 %
ARENA	11.97 %
FINO	88.03 %

Puesto que de acuerdo a este ensayo Granulométrico, el porcentaje que pasa la malla N° 200 se considera como finos (88.03 %), mientras que basados en la parte teórica de este ensayo podemos decir que el porcentaje de grava es aquel porcentaje retenido acumulado en la malla N° 04 (0.00%), por consiguiente el porcentaje de arena solo sería la diferencia de la suma de las 2 cantidades anteriores descontadas al total (11.97%).

b. la curva granulométrica establecida luego de realizar los cálculos es la siguiente con respecto al porcentaje de muestra que pasa las mallas.

TABLA 11. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal



FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

Donde podemos observar al igual que los resultados de la cantera Ipal la curva granulométrica se encuentra fuera de los parámetros establecidos por NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS del Reglamento Nacional de Edificaciones, que en su TABLA 6: “Requerimientos Granulométricos para Base Granular”, establece rangos en la gradación A*, demostrando una vez más que los suelos con presencia excesiva de este material es no recomendable para colocarlo como base en un pavimento.

B. Determinación del Límite Líquido para la Cantera Ipal

Para lo referente a la clasificación de nuestro suelo de acuerdo a la clasificación SUCS se determinó primeramente al cálculo del límite líquido con la norma MTC E 110 como comentario diremos que los ensayos en las tres canteras elegidas para la presente investigación se sometieron a los mismos ensayos, el Límite Líquido nos indicara el porcentaje de humedad respecto al peso seco de la muestra cómo se presenta el cuadro con los resultados de laboratorio como se muestra a continuación:

TABLA 12. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

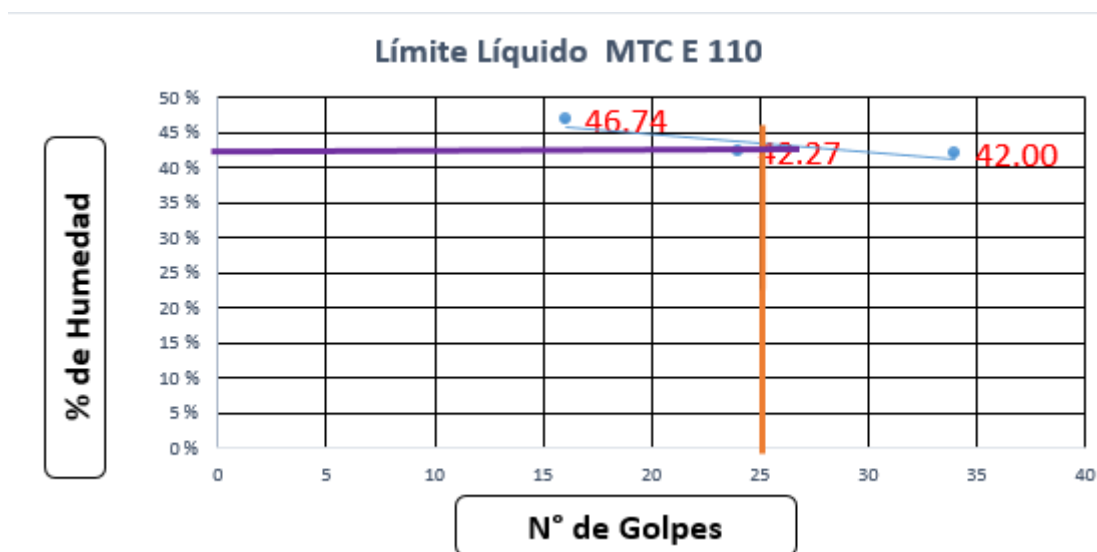
Límite Líquido MTC E 110

Ensayo	1	2	3
N° de Golpes	34	24	16
Recipiente N°	28	33	40
R + Suelo Humedo	28.30	28.10	27.50
R +Suelo Seco	24.10	24.00	23.20
Peso Recip.	14.10	14.30	14.00
Peso Agua	4.20	4.10	4.30
Peso S. Seco	10.00	9.70	9.20
% de Humedad	42.00	42.27	46.74

Fuente: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

Como se muestra en el cuadro extraído del ensayo de límite líquido establecido en la Norma MTC E110 y utilizando básicamente el instrumento denominado “Cuchara de Casagrande” tenemos tres resultados como también se pudo visualizar en los resultados para la cantera Ipal. Los cuales llevamos a un nuevo cuadro donde a través de una línea de tendencia establecemos el porcentaje de humedad. Como apunte tenemos que enunciar que los golpes límite para el uso de la “Cuchara de Casagrande” están comprendido entre 15 golpes como mínimo y 35 golpes como máximo, si estos ensayos excedieran o no entrarían dentro de este parámetro, para evitar ensayos no validos es necesario controlar la cantidad de agua con la que se trabaja para amoldar la muestra.

TABLA 13. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110



Fuente: elaboración propia

da una línea de tendencia (línea de color celeste) entre los tres porcentajes de humedad procedemos a interceptarla con el parámetro establecido por Casagrande para este ensayo que es de 25 golpes punto desde el cual se traza una línea perpendicular (Línea de color Naranja), hasta interceptar con la línea de tendencia, para luego desde el punto de Intersección trazar una línea perpendicular (línea de color morada), hacia los porcentajes de humedad obteniendo un resultado promedio de 43.5 % de humedad demostrando la cantidad de agua que se tiene en una muestra representativa para la cantera Ipal.

C. Determinación del límite Plástico para la Cantera Ipal

El límite plástico según su definición queda comprendida como el porcentaje de Humedad de con respecto al peso seco de la muestra secada en un horno, este ensayo se determina por medio de la Norma MTC E 111, del cual obtuvimos los resultados para la Cantera Ipal en el siguiente cuadro:

TABLA 14. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Ipal

Límite Plástico MTC E 111

Ensayo	1	2	PROMEDIO
Recipiente N°	18	40	
R + Suelo Humedo	28.90	28.60	
R +Suelo Seco	25.82	25.70	
Peso Recip.	14.10	14.10	
Peso Agua	3.08	2.90	
Peso S. Seco	11.72	11.60	
% de Humedad	26.28	25.00	25.64

Fuente: Análisis Mecánico Por Tamizado Y Limites De Atterberg Para La Cantera Ipal

Ensayada dos muestras se obtuvieron un 26.28% de humedad para la muestra 1 y un 25.00% de humedad para la muestra 2, de las cuales extrayendo un promedio de ambos resultados llegamos a establecer que el Limite Plástico para la cantera Ipal es de 25.64% de humedad.

D. Determinación del Índice Plástico para la Cantera Ipal

Al igual que para la cantera Ipal ubicaremos a la muestra extraída de la cantera Ipal de acuerdo a su Índice de plasticidad con respecto a los rangos de Índices plásticos establecidos por ATTRBERG para una muestra de suelo

TABLA 15. CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES

ÍNDICE PLÁSTICO	SUELO
Igual a cero	No plástico
Menor de 7	Baja plasticidad
Comprendido entre 7 y 17	Medianamente plástico
Mayor de 17	Altamente plástico

Fuente: "Caracterización De Las Arcillas Para La Fabricación De Los Ladrillos Artesanales. "Autor Zea Osorio Norma Lissette; Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Civil De La Universidad De San Carlos De Guatemala 2005.

Para los resultados obtenidos tanto en el Límite líquido y Límite Plástico y la determinación del Índice de plasticidad se aplica la fórmula:

$$Ip = Ll - Lp$$

Donde:

Ip : Índice de plasticidad

Ll : Límite líquido

Lp : Límite Plástico

Obteniéndose lo siguiente:

TABLA 16. Resumen de resultados cantera "Ipal"

LÍMITE LÍQUIDO	43.5	%
LÍMITE PLÁSTICO	25.64	%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.86	%

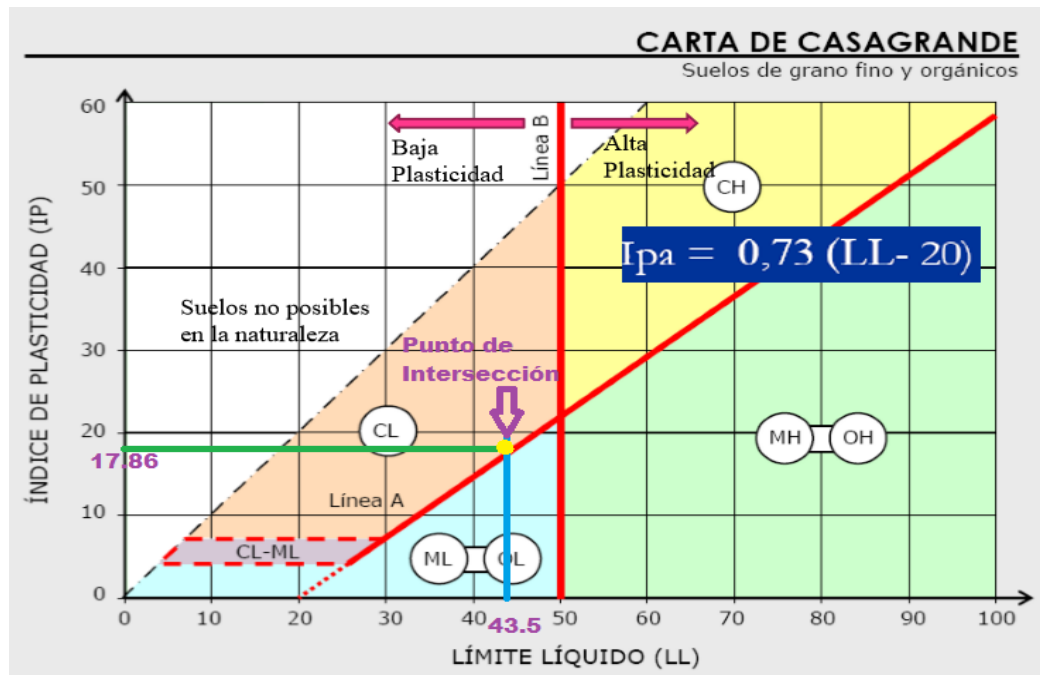
Fuente: Elaboración Propia

El Índice de plasticidad de la cantera Ipal llega a ser de un 17.86%, comparado con la clasificación establecida por ATTRBERG se catalogaría como una arcilla ALTAMENTE PLASTICO dado que supera el 17% en promedio. Para los resultados de esta cantera podemos afirmar que son necesarios 17.86 ml de agua para poder moldear 100 gr de Arcilla de esta cantera.

E. Clasificación de la muestra de la cantera Ipal según SUCS

Para clasificar nuestra muestra según SUCS recurriremos a la Carta de Casagrande donde se realizara la intersección de los valores hallados del límite Líquido (LL= 43.50%) y el valor obtenido del Índice Plástico (IP= 17.86%) para obtener que:

FIGURA 20. Carta de Casagrande



Fuente: Carta De Casagrande, Grafico Del Sistema De Clasificación De Suelos SUCS, Autor ING. CARLOS GASPARG

La muestra de la arcilla estable se clasifica dentro de grupo denominado **CL** como lo muestra la gráfica significando su símbolo como Arcilla de baja compresibilidad y baja plasticidad de acuerdo con esta clasificación. Es necesario indicar que se encuentra sobre la línea A puesto que I_{pa} (17.16) < IP (17.86).

Para tener mayor conocimiento de las características físicas y químicas de las canteras se realizaron estudios en los laboratorios de cada una de las especialidades antes mencionadas, es así que presentamos la tabla 17 donde podemos ver los resultados de límite líquido, límite plástico e índice plástico, así mismo la clasificación según SUCS.

TABLA 17. Resultados de los ensayos de la cantera "Ipa1"

CANTERA	muestra	LÍMITE LÍQUIDO (LL)	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFIC. SUCS
IPAL	M -2	43.5	25.64	17.86	CL

Fuente: Elaboración Propia

Por los resultados obtenidos encontramos que la muestra extraída de esta cantera se clasifica como CL según SUCS puesto que tiene como Límite Líquido 43.5 %, 25.64% de límite plástico y 17.86% de Índice de Plasticidad. Con lo que podemos decir que es una muestra catalogada como Arcilla de baja Plasticidad ($LL < 50$)

Así mismos la tabla 18 nos muestra un resumen de la composición química de esta cantera como se detalla a continuación:

TABLA 18. Resultados del análisis químico de la cantera “Ipal”

DETERMINACIONES	UNIDAD	
CaCO ₃	%	3.8
NaCl	%	0.05
pH		5.8
Conductividad Eléctrica	μS/cm	198
Silicatos y Aluminatos	%	85
Textura		
Arena	%	1.5
Arcilla	%	50.8
Limo	%	47.7
Clase Textural		A.L.

Arcillo Limoso.

Fuente: Resultados del Análisis Químico para la cantera Ipal

Para esta comparación tomaremos nuevamente al igual que lo realizado en la cantera Ipal, de referencia los datos encontrados en “CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. “Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005. Presentados como cita en el Marco teórico para establecer los porcentajes químicos característicos en un Arcilla para la elaboración de ladrillos como se detalla a continuación:

TABLA 19. Porcentajes químicos característicos para la elaboración de ladrillo

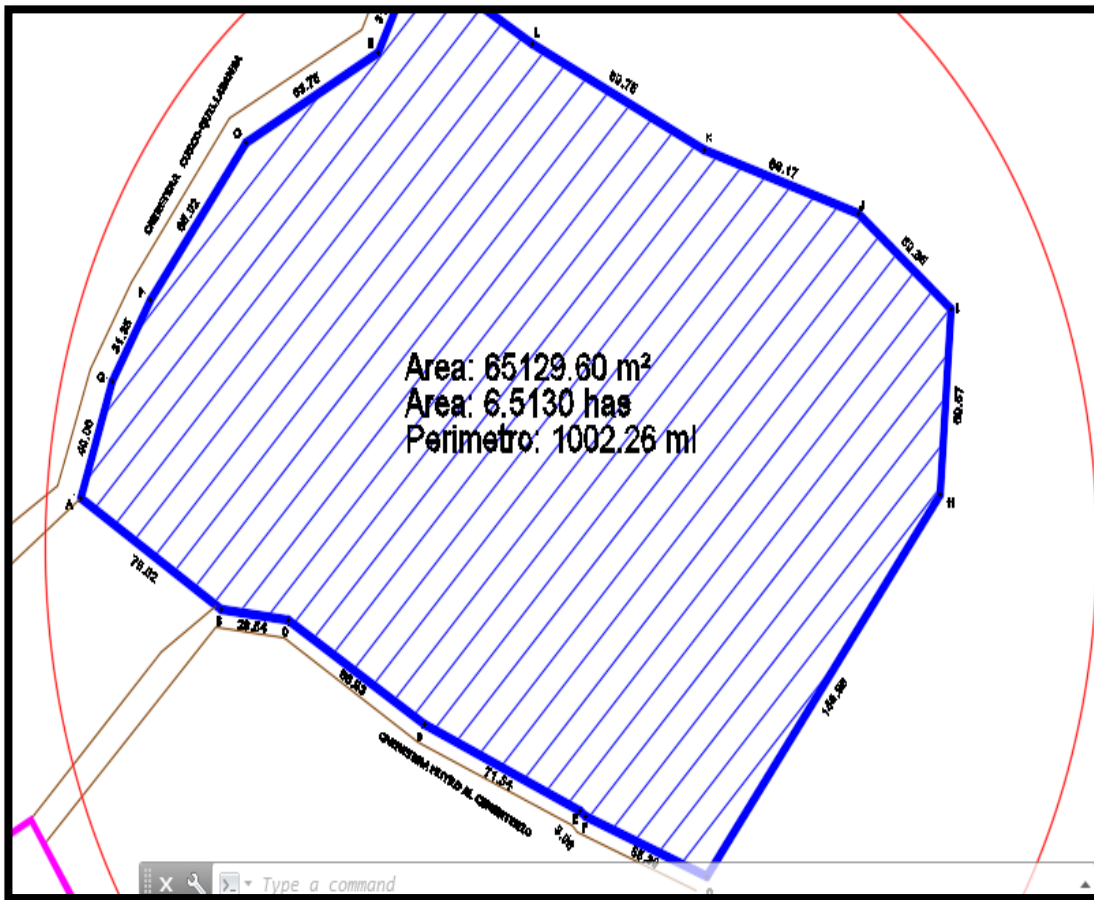
Si O ₂ (Silicatos)	47	%
AL ₂ O ₃ (Aluminatos)	39	%
H ₂ O (Agua)	14	%
Arcilla en el material	25	%

Fuente: "CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. "Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005.

De la tabla podemos deducir que estos resultados en comparación a los resultados de la tabla 19 se asemejan puesto que el grado de silicatos y aluminatos llegan a ser unos 85% adicionados, así mismo el porcentaje de arcilla es 50.8% dentro de la mezcla demostrando que la muestra extraída es apta para poder elaborar unidades de albañilería puesto que se requiere que esta sean en un 25% como mínimo. De esta manera también el Análisis Químico nos demuestra que los resultados van concatenados con los realizados por el Análisis Mecánico por Tamizado Y Límites de Atterberg.

3.1.2.5. Potencia Volumétrica de la Cantera Ipal

Para establecer la potencia volumétrica de esta cantera se estimó una altura de 3m de espesor del estrato conformado únicamente de arcilla ploma, además que basados en la extensión de la misma calculado a través del levantamiento topográfico (ver anexo 8) y como específicamente se puede apreciar en la figura 21.

FIGURA 21. Especificación del plano de extensión de la cantera Ipal

Fuente: elaboración propia

TABLA 20. Potencia volumétrica de la cantera “Ipal”

Perímetro (ml)	Área (m ²)	Altura(Prom)	Volumen (m ³)
1002.26	65129.6	3	195388.8

Fuente: Elaboración Propia

De la tabla 6 deducimos que la cantera Ipal elegida para el estudio tiene 195388.8 m³ de volumen, cantidad que ayuda propone una sostenibilidad en un futuro en cuanto que garantiza la productividad continua de una ladrillera.

3.1.3. Cantera “LAURAMARCA”

3.1.3.1. Ubicación de la Cantera

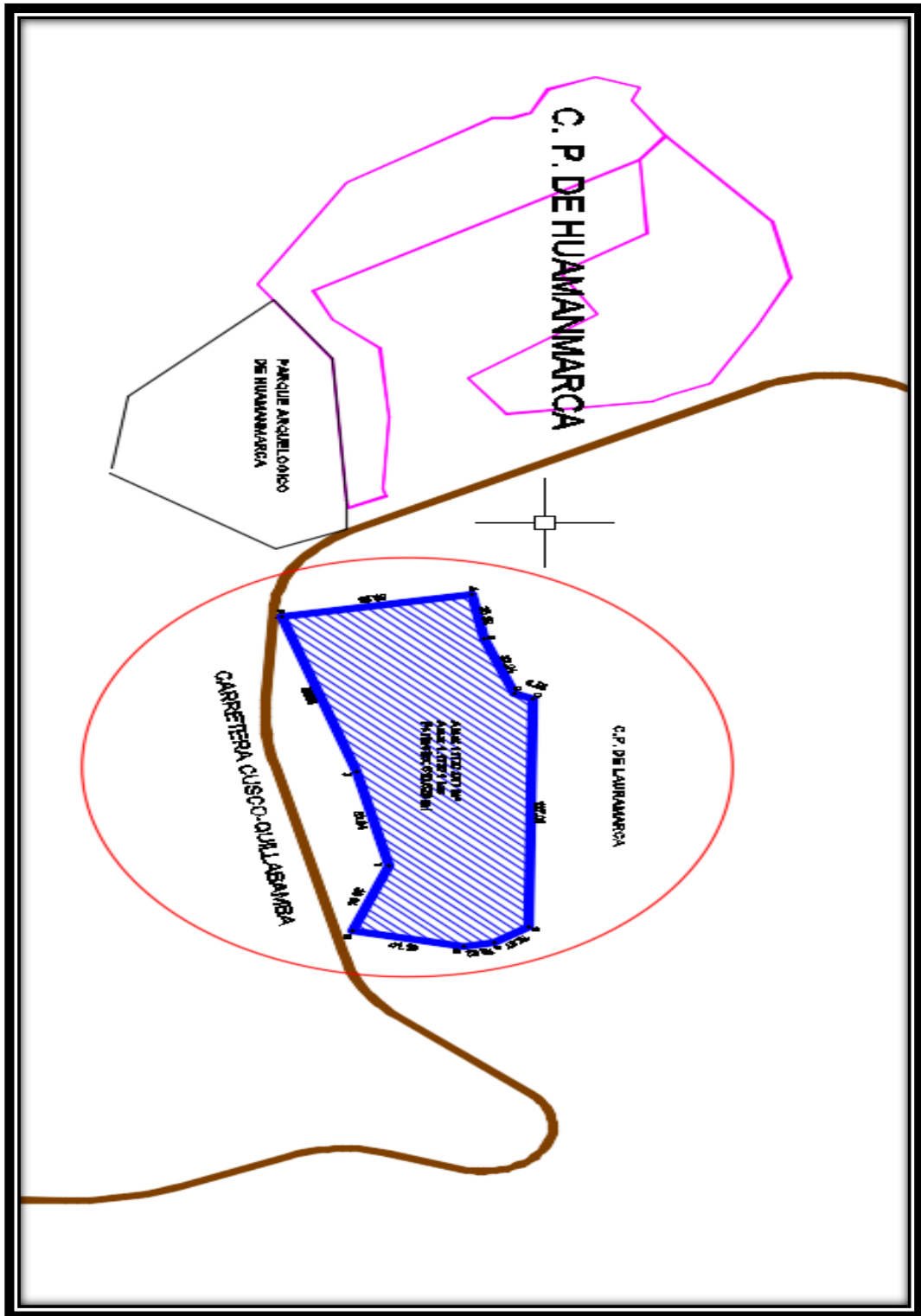
Cantera denominada así por el lugar de su ubicación, la presente cantera se encuentra en la localidad de Lauramarca con coordenadas UTM WGS 84 - 18S X=771724.943 Y=8558531.289, hasta donde nos desplazamos como se aprecia en la figura 17, enmarcada dentro de la jurisdicción del Distrito de Huayopata, en la provincia de La Convención, a diferencia de la cantera Ipal esta se encuentra carretera adentro en una distancia de 1.2 km de la vía principal Cusco – Quillabamba. Para este estudio se realizó un plano de ubicación donde también se pudo establecer que se cuenta con una extensión de 11737.037 m² de área y 510.629 ml de perímetro (ver anexo 09).

FIGURA 22. Llegada a la localidad de Lauramarca, lugar donde se encuentra la tercera cantera en estudio



Fuente: propia

MAPA 06: Plano de ubicación de la cantera Lauramarca

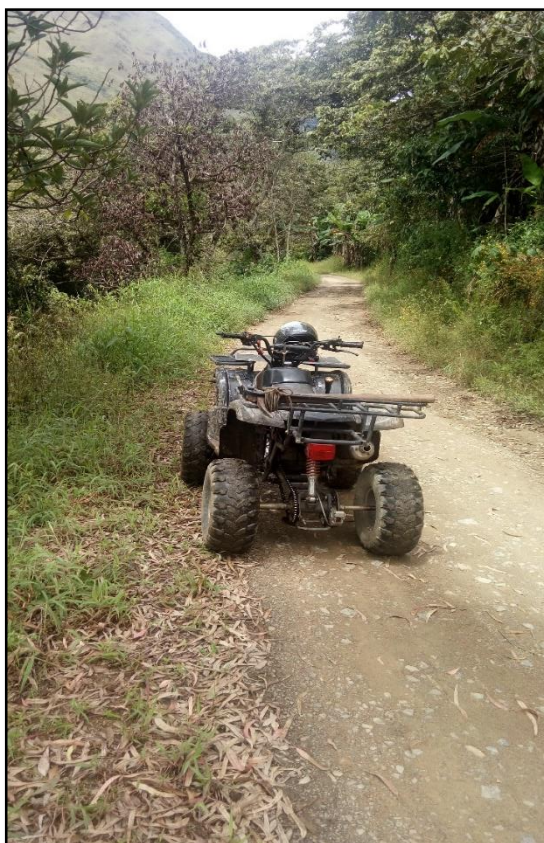


Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2. Descripción de la cantera

Dentro del marco de la exploración de las canteras en estudio, fue prioridad tomar una ruta de fácil acceso para llegar a las zonas donde se hallan ubicadas, siendo esta una característica importante a tomar en consideración para la selección de las mismas, así podemos apreciar en la figura 23 la carretera que nos conduce a la cantera Lauramarca.

FIGURA 23. Carretera de acceso hacia la localidad de Lauramarca



Fuente: Propia

Como nos encontramos en una zona tropical estamos muy propensos a precipitaciones pluviales o incrementos de temperatura, este tipo de cambios repercuten en cuanto al estado del suelo de la cantera puesto que la superficie podría estar seca o fangosa después de una lluvia. En la figura 24 podemos apreciar que la vegetación en esta cantera es más pronunciada y tupida distinguiéndose de la demás puesto que su superficie está cubierta de maleza de raíz no muy profunda.

FIGURA 24. Extracción de la materia prima aprovechando un pequeño corte de talud realizado por los pobladores de la zona



Fuente: Propia

El agua a diferencia de la otras canteras es absorbida más rápidamente por la vegetación por lo que la superficie con es muy fangosa por lo que la materia prima que se utilizó en esta investigación se presentó más seca como podemos apreciar en la figura 25.

FIGURA 25. Se puede apreciar que la arcilla de esta cantera es más seca a diferencia de las otras canteras



Fuente: Propia

3.1.3.3. Extracción de la Muestra

Para la extracción de la muestra de esta cantera se tomaron los mismos parámetros establecidos para la extracción de muestras de la presente investigación como se puede apreciar en la figura 26, tomando sumo cuidado al momento de seleccionar la muestra puesto que la vegetación aquí se manifiesta en mayor proporción, llegando a extraer 6 sacos de polietileno de una capacidad de 50 kg, extrayendo una cantidad volumétrica de 0.324 m³ aproximadamente.

FIGURA 26. Extracción de la materia prima



Fuente: Propia

Con respecto a la estratigrafía de esta cantera se puede distinguir claramente 2 estratos como se aprecia en la figura 27 uno primero de 50 cm de material orgánico con presencia de raíces poco profundas y otro estrato donde se encuentra la materia prima en un color plomo verdusco. Para esta cantera el estrato y la profundidad de la materia prima no es muy pronunciada se calcula en 2 metros de profundidad además que se puede ver que la pureza de la arcilla no es muy resaltante, la coloración se muestra en una combinación entre plomo y pigmentos marrones, según los

pobladores esta arcilla resulta ser buena para la construcción de hornos caseros, puesto que su refractariedad y resistencia al calor se manifiestan de manera óptima haciendo de sus pequeñas construcciones sean durables .

FIGURA 27. Perfil estratigráfico de la cantera de Lauramarca



Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.4. Ensayos de laboratorio

A. Análisis Granulométrico de la Cantera Lauramarca

En cuanto a los resultados del ensayo de Análisis granulométrico y presentado en el cuadro de cálculo proporcionado por el laboratorio para determinar los porcentajes con los que se representan cada peso retenido en las diferentes mallas con medidas en milímetros ,cabe resaltar que se trabajó con una muestra de 265.5 gr obteniéndose para esta última cantera los siguientes resultados :

TABLA 21. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca

MALLA		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especific "A"	
Tamiz	mm						
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0		
2"	50.600	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	100.0	30	65
1/4"	6.350	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº04	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0	25	55
Nº8	2.360	0.0	0.0	0.0	100.0		
Nº10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0	15	40
Nº16	1.190	2.0	0.8	0.8	99.2		
Nº30	0.600	2.9	1.1	1.8	98.2		
Nº40	0.420	3.1	1.2	3.0	97.0	8	20
Nº50	0.300	4.0	1.5	4.5	95.5		
Nº100	0.149	5.0	1.9	6.4	93.6		
Nº200	0.074	13.5	5.1	11.5	88.5	2	8
<200		235.0	88.5	100.0	0.0		
TOTAL		265.5	100.0				

FUENTE: Análisis Mecánico Por Tamizado Y Límites De Atterberg Para La Cantera Lauramarca

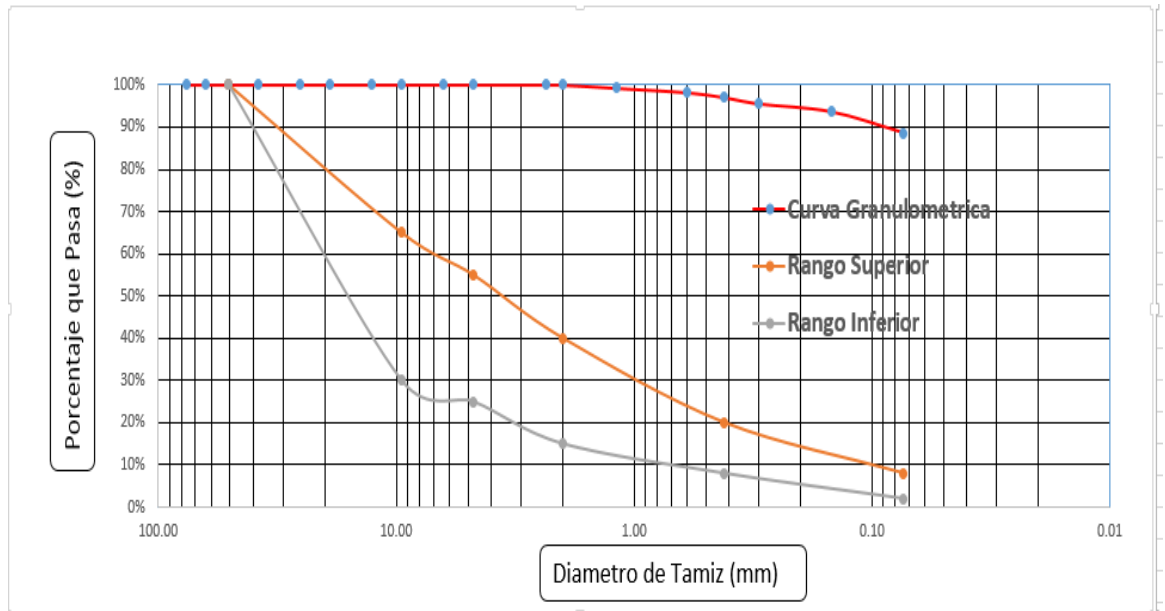
a. La contextura de la muestra extraída de la cantera Lauramarca tiene la siguiente consistencia

GRAVA	0.00 %
AREANA	11.49 %
FINO	88.51 %

Puesto que de acuerdo a la calificación SUCS, el porcentaje que pasa la malla Nº 200 se considera como finos (88.51 %), mientras que basados en esta misma norma podemos decir que el porcentaje de grava es aquel porcentaje retenido acumulado en la malla Nº 04 (0.00%), por consiguiente el porcentaje de arena solo sería la diferencia de la suma de las 2 cantidades anteriores descontadas al total (11.49%)

b. la curva granulométrica establecida luego de realizar los cálculos es la siguiente con respecto al porcentaje de muestra que pasa las mallas.

TABLA 22. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca



FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca

Donde podemos observar que la curva granulométrica se encuentra fuera de los parámetros establecidos por NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS del Reglamento Nacional de Edificaciones, que en su TABLA 6: “Requerimientos Granulométricos para Base Granular”, establece rangos en la gradación A*, demostrando que este suelo es no recomendable para colocarlo como base en un pavimento y si se colocaría necesitaría su mejoramiento generando costos adicionales.

B. Determinación del límite líquido para la Cantera Lauramarca

Para lo referente a la clasificación de nuestro suelo de acuerdo a la clasificación SUCS se determinó primeramente al cálculo del límite líquido con la norma MTC E 110, al igual que en los anteriores ensayos para las otras canteras Establo e Ipal.

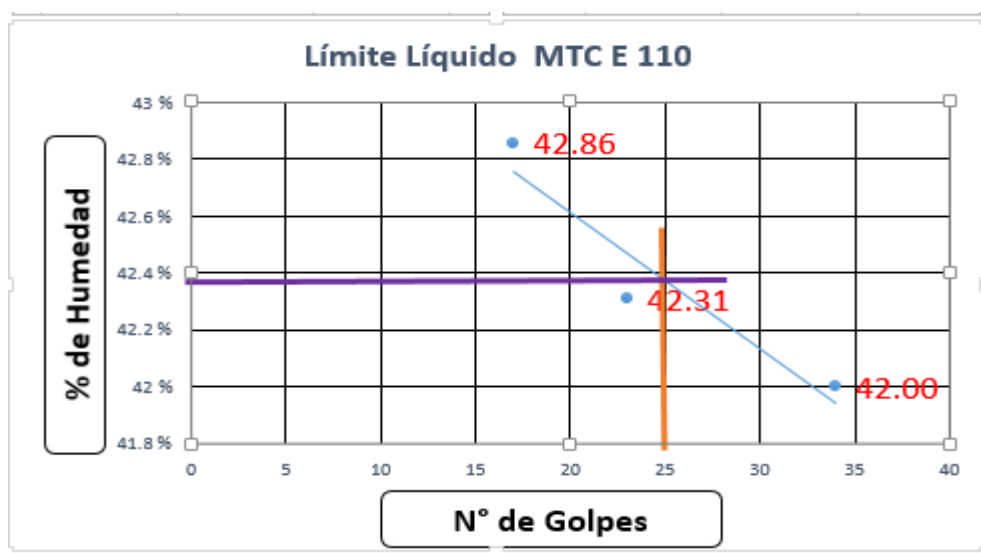
TABLA 23. LÍMITE LÍQUIDO MTC E 110

Ensayo	1	2	3
N° de Golpes	34	23	17
Recipiente N°	10	30	32
R + Suelo Húmedo	28.50	29.10	29.00
R +Suelo Seco	24.30	24.70	24.50
Peso Recip.	14.30	14.30	14.00
Peso Agua	4.20	4.40	4.50
Peso S. Seco	10.00	10.40	10.50
% de Humedad	42.00	42.31	42.86

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca

Como se muestra en el cuadro extraído del ensayo de límite líquido establecido en la Norma MTC E110 y utilizando básicamente el instrumento denominado “Cuchara de Casagrande” tenemos tres resultados los cuales llevamos a un nuevo cuadro donde a través de una línea de tendencia establecemos el porcentaje de humedad.

TABLA 24. Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca



FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca

Establecida una línea de tendencia (línea de color celeste) entre los tres porcentajes de humedad procedemos a interceptarla con el parámetro establecido por Casagrande para este ensayo que es de 25 golpes punto desde el cual se traza una línea perpendicular (Línea de color Naranja),

hasta interceptar con la línea de tendencia , para luego desde el punto de Intersección trazar una línea perpendicular (línea de color morada), hacia los porcentajes de humedad obteniendo un resultado promedio de 42.38 % de humedad demostrando la cantidad de agua que se tiene en una muestra representativa de la cantera Lauramarca.

C. Determinación del Límite Plástico para la Cantera Lauramarca

El límite plástico según su definición queda comprendida como el porcentaje de Humedad de con respecto al peso seco de la muestra secada en un horno, este ensayo se determina por medio de la Norma MTC E 111mtc, del cual obtuvimos el siguiente cuadro:

TABLA 25. Límite plástico MTC E 111

Ensayo	1	2	PROMEDIO
Recipiente N°	18	40	
R + Suelo Húmedo	28.90	28.70	
R +Suelo Seco	25.82	25.95	
Peso Recip.	14.10	14.10	
Peso Agua	3.08	2.75	
Peso S. Seco	11.72	11.85	
% de Humedad	26.28	23.21	24.74

FUENTE: Análisis Mecánico por Tamizado y Límites de Atterberg para la cantera Lauramarca

Ensayada dos muestras se obtuvieron un 26.28% de humedad para la muestra 1 y un 23.21% de humedad para la muestra 2, de las cuales extrayendo un promedio de ambos resultados llegamos a establecer que el Límite Plástico para la cantera Lauramarca es de 24.74% de humedad.

D. Determinación del Índice Plástico para la Cantera Lauramarca

De acuerdo a los ensayos realizados anteriormente podemos llegar a determinar el Índice Plástico el cual determina el grado de plasticidad de la muestra extraída de la cantera Lauramarca, estos resultados serán comparados con los rangos de Índices plásticos establecidos por ATTRBERG para una muestra de suelo.

TABLA 26. Resumen de resultados cantera Lauramarca

ÍNDICE PLÁSTICO	SUELO
Igual a cero	No plástico
Menor de 7	Baja plasticidad
Comprendido entre 7 y 17	Medianamente plástico
Mayor de 17	Altamente plástico

FUENTE: "CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. "Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005.

Para los resultados obtenidos tanto en el Límite líquido y Límite Plástico y la determinación del Índice de plasticidad se aplica la fórmula:

$$Ip = Ll - Lp$$

Donde:

Ip : Índice de plasticidad

Ll : Límite líquido

Lp : Límite Plástico

Obteniéndose lo siguiente:

TABLA 27. Resultados en porcentajes

LIMITE LIQUIDO	42.38	%
LIMITE PLASTICO	24.74	%
INDICE DE PLASTICIDAD	17.64	%

FUENTE: Elaboración Propia

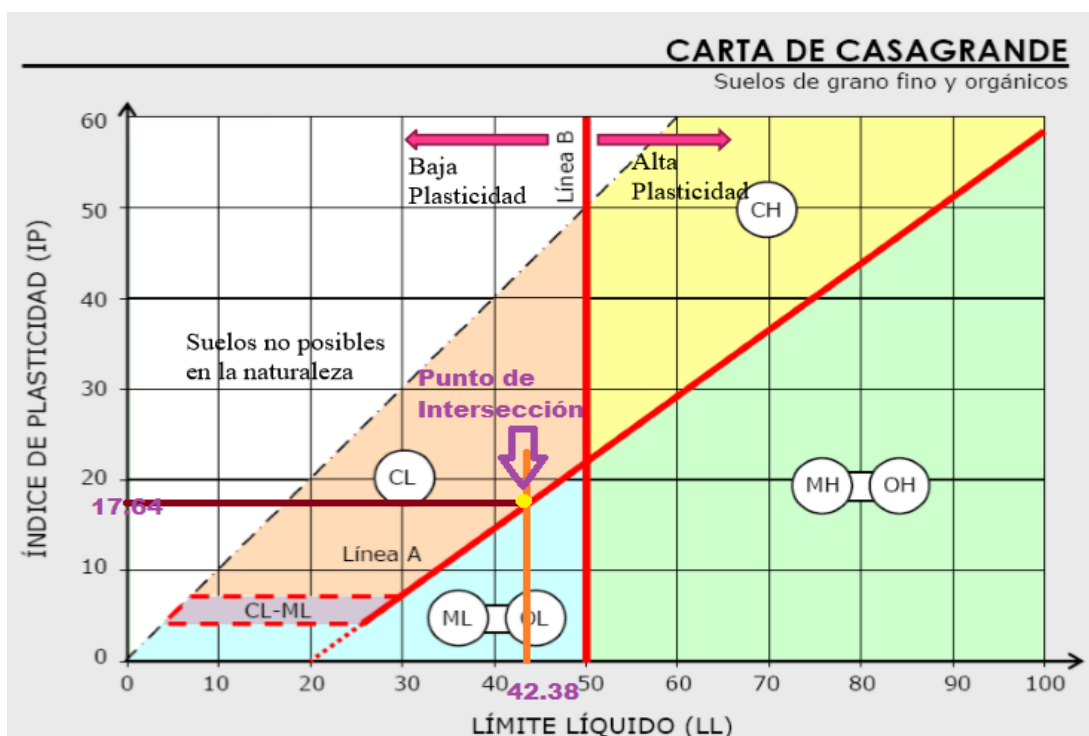
El Índice de plasticidad de la cantera Lauramarca llega a ser de un 17.64%, comparado con la clasificación establecida por ATTRBERG se catalogaría como una arcilla ALTAMENTE PLASTICO dado que supera el 17% en promedio. Además este resultado lo podemos interpretar también como el resultado fue de 17.64 se necesitara agua en ml de cantidad para que este suelo pase del estado semisólido al estado líquido.

E. Clasificación de la muestra de la cantera Lauramarca según SUCS

Para clasificar nuestra muestra según SUCS recurriremos a la Carta de Casagrande donde se realizara la intersección de los valores hallados del

límite Líquido (LL= 42.38%) y el valor obtenido del Índice Plástico (IP= 17.64%) para obtener que:

FIGURA 28. Carta de Casagrande



FUENTE: Carta de Casagrande, grafico del Sistema de clasificación de suelos SUCS, autor ING. CARLOS GASPAR

La muestra de la arcilla estable se clasifica dentro de grupo denominado **CL** como lo muestra la gráfica significando su símbolo como Arcilla de baja compresibilidad de acuerdo con esta clasificación. Es necesario indicar que se encuentra sobre la línea A puesto que $I_{pa}(16.34) < IP(17.64)$.

Con respecto a los ensayos de laboratorio realizados a la muestra extraída a esta cantera presentamos la tabla 28 a continuación:

TABLA 28. RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE SUELOS DE LA CANTERA "LAURAMARCA"

CANTERA	MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO (LL)	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFIC. SUCS
LAURAMARCA	M -3	42.38	24.74	17.64	CL

FUENTE: Elaboración Propia

De acuerdo con la certificación del laboratorio contamos con 42.38% de Límite Líquido, 24.74% Límite Plástico y 17.64% de Índice de plasticidad,

resultados que clasifican a la materia prima de esta cantera como CL, según SUCS es una arcilla de baja plasticidad ($LL < 50$).

Así como también se presenta la tabla 29 con los resultados de las pruebas químicas realizadas a una muestra extraída de la cantera en mención obteniéndose los siguientes resultados

TABLA 29. RESULTADO DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CANTERA "LAURAMARCA"

DETERMINACIONES	UNIDAD	
CaCO ₃	%	4.1
NaCl	%	0.08
pH		6.9
Conductividad Eléctrica	μS/cm	180
Silicatos y Aluminatos	%	79
Textura		
Arena	%	2
Arcilla	%	48.2
Limo	%	49.8
Clase Textural		A.L.

A.L. = Arcillo Limoso.

FUENTE: Resultados del Análisis Químico para la cantera Lauramarca

Para esta comparación tomaremos de referencia los datos encontrados en "CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. "Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005. Presentados como cita en el Marco teórico para establecer los porcentajes químicos característicos en un Arcilla para la elaboración de ladrillos como se detalla a continuación:

TABLA 30. Caracterización de la arcilla

Si O ₂ (Silicatos)	47	%
AL ₂ O ₃ (Aluminatos)	39	%
H ₂ O (Agua)	14	%
Arcilla en el material	25	%

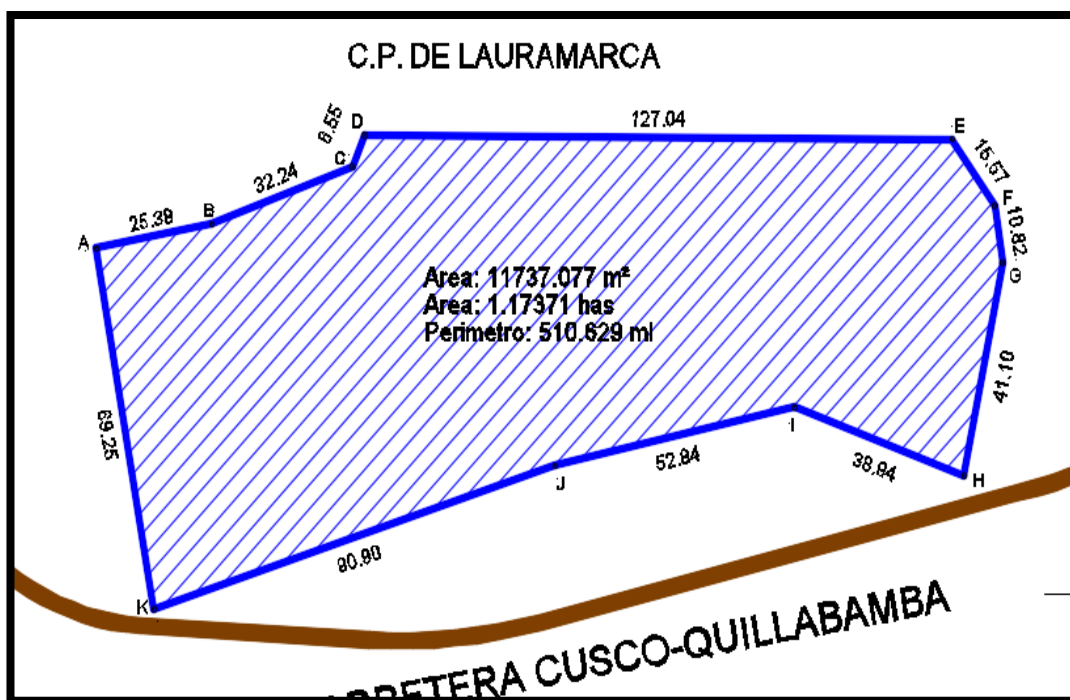
Fuente "CARACTERIZACIÓN DE LAS ARCILLAS PARA LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS ARTESANALES. "Autor ZEA OSORIO Norma Lissette; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala 2005.

De la tabla podemos deducir que estos resultados en comparación a los resultados de la tabla 30 se asemejan puesto que el grado de silicatos y aluminatos llegan a ser unos 79% adicionados, así mismo el porcentaje de arcilla es 48.2% dentro de la mezcla demostrando que la muestra extraída es apta para poder elaborar unidades de albañilería puesto que se requiere que esta sean en un 25% como mínimo. De esta manera también el Análisis Químico nos demuestra que los resultados van concatenados con los realizados por el Análisis Mecánico por Tamizado Y Límites de Atterberg.

3.1.3.5. Potencia Volumétrica de la Cantera Lauramarca

El cálculo de la potencia volumétrica de esta cantera lo basamos en su extensión dato que se pudo obtener del anexo 9 el cual además se resalta en la figura 21. Con este resultado se propone la tabla 9, en la cual establecemos un cálculo volumétrico estableciendo una altura de 2 metros aprox. De la cantera

FIGURA 29. Área y perímetro de la cantera Lauramarca



Fuente: Elaboración Propia

TABLA 31. POTENCIA VOLUMÉTRICA DE LA CANTERA "LAURAMARCA"

Perímetro (m)	Área (m ²)	Altura(Prom)	Volumen (m ³)
510.629	11737.077	2	23474.154

Fuente: Elaboración Propia

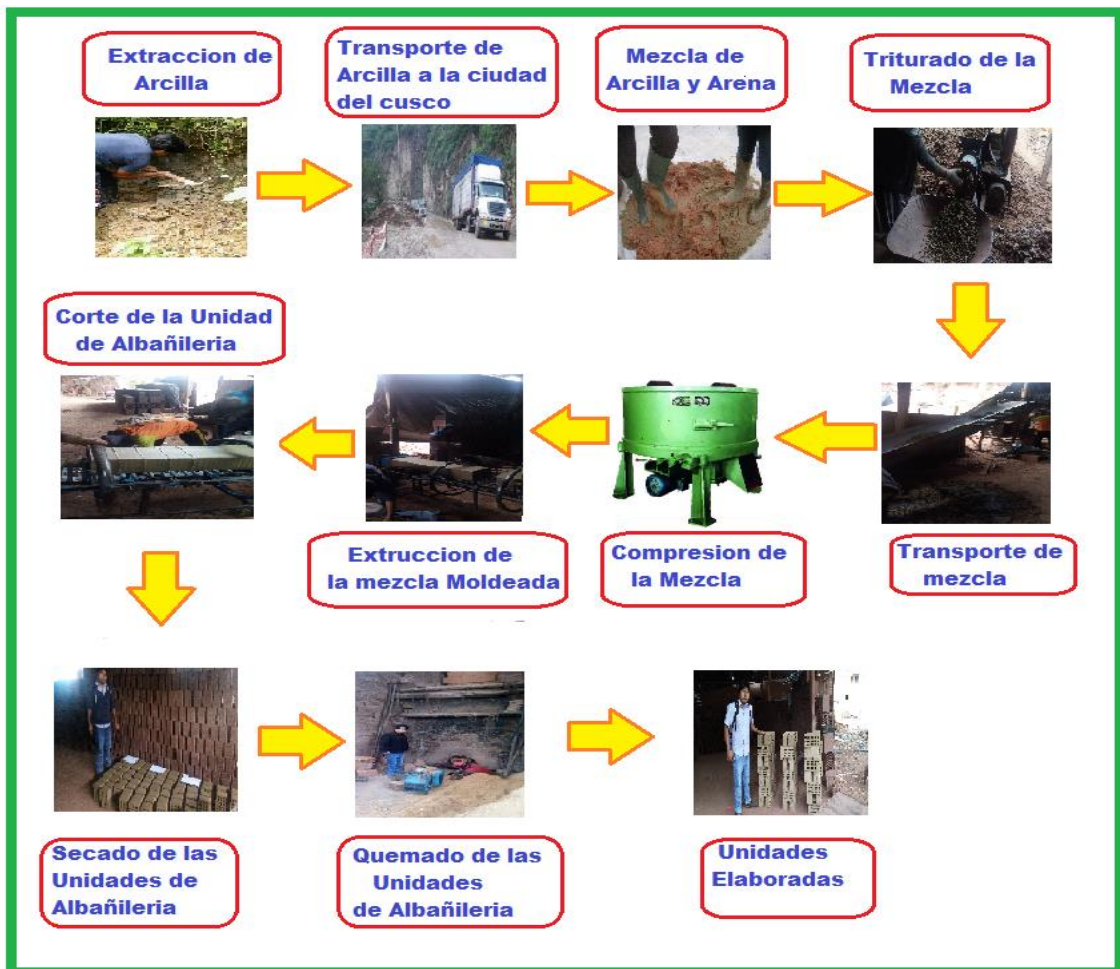
Para esta última cantera encontramos que tiene una cantidad de 23474.154 m³. Lo cual lo pondría dentro de un marco de aceptabilidad puesto que es una cantidad volumétrica considerable para la elaboración de unidades de albañilería.

3.2. ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑERÍA

En la presente investigación se optó para la elaboración de las unidades de albañilería King Kong de 18 por trabajar con una ladrillera semi industrial ubicada en la zona de Suclo Aycaylle en distrito de San Jerónimo de la Ciudad del Cusco ,como se aprecia en la figura 24 donde muestra el proceso seguido para la elaboración de las unidades de Albañilería King

Kong de 18 huecos , el equipo con el que se trabaja figura 25 entre trituradora y compresora además de una faja transportadora son maquinarias las cuales hacen un mejor trabajo a diferencia de aquellas llamadas netamente artesanales las cuales solo utilizan pequeños moldes de madera donde el prensado es manual.

FIGURA 30. Pasos del proceso de la elaboración de las Unidades de Albañilería King Kong de 18 huecos con Arcilla extraída de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca.



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 31. Descripción de maquinaria semi-industrial

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos con materia prima extraídas para esta investigación de las canteras conocidas con los nombres de : Establo , Ipal y Lauramarca las cuales se catalogaron como se muestra en la tabla 32.

TABLA 32. DENOMINACION DE LAS MUESTRAS

CANTERA	DENOMINACION
ESTABLO	C-1
IPAL	C-2
LAURAMARCA	C-3

FUENTE: Elaboración Propia

3.2.1. Dosificación y mezcla

Una vez arribada la muestra a la ciudad del Cusco y elegida la ladrillera donde se realizaría la elaboración de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos, se procedió a ser trasladadas a la zona de trabajo como se aprecia en la figura 26, donde una vez descargadas se procedió al mezclado con la arena adicionando a esta mezcla dosis de agua como se muestra en la figura 27 siendo en una relación de 60% arena y 40% arcilla

, dosificación que se estableció para toda la materia prima de las diferentes canteras.

FIGURA 32. Traslado de la materia prima al interior de la ladrillera específicamente a la zona de trabajo.



Fuente: Propia

FIGURA 33. Momento en que se realiza la dosificación de la mezcla, materia prima de la cantera Establo (C-1)



Fuente: Propia

3.2.2. Trituración de la Mezcla

Durante esta fase de la elaboración de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos la mezcla de arcilla y arena son trituradas para poder hacer de las mismas más manejable como se puede apreciar en la figura 28, donde se puede ver que la mezcla se reduce a pequeños fragmentos, haciendo que la trituradora pueda mejorar la mezcla antes de entrar a la compresora para la fase final.

FIGURA 34. Muestra de la cantera Lauramarca (C- 3) luego de ser triturada para pasar a la faja transportadora.



Fuente: Propia

Luego de este proceso de trituración cada una de las muestras son dejadas al pie de la faja transportadora como se puede apreciar en la figura 29, la trituración es necesaria puesto que aquí se puede descartar cualquier otro elemento que podría ser perjudicial al momento del moldeado de la unidad de albañilería, haciendo de la misma defectuosa o simplemente siendo está descartada en su totalidad, luego serán conducidas a la máquina desmenuzadora la cual erradicara cualquier masa no moldeable.

FIGURA 35. Muestra C-3 triturada lista para ser cargada por la faja transportadora a la máquina desmenuzadora.



Fuente: Propia

3.2.3. Desmenuzamiento de la muestra y compresión de la mezcla

Para esta nueva etapa antes de iniciar el proceso de transporte de la mezcla de arcilla y arena se procedió a verificar las dimensiones del molde con el cual se daría forma a las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos, tomando mucho en consideración que la boquilla de la maquinaria este bien colocada para evitar accidentes al momento del prensado como se aprecia en la figura 36. Además de verificar que la mesa de recepción de la masa principal este nivelada como se aprecia en la figura 37, esto con la finalidad de evitar fallas al momento de iniciar esta última fase de elaboración.

Por último es sumamente importante verificar que las dimensiones sean las correctas en la mesa de recepción como se aprecia en la figura 32 ,donde se realiza el corte de los moldes de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos, asegurando que los cables acerados de corte estén bien tensados como se puede ver en la figura 38.

FIGURA 36. Momento en el que se verifica la seguridad de la boquilla de moldeado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.



Fuente: Propia

FIGURA 37. Verificación del nivel de la mesa de recepción y corte



Fuente: Propia

FIGURA 38. Verificación de las medidas de corte para los moldes de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos ($h= 9\text{cm}$, $L = 24\text{ cm}$, $a= 14\text{ cm}$)



Fuente: Propia

FIGURA 39. Es necesario que los cables de corte estén muy bien tesados para poder hacer un corte fino.



Fuente: Propia

Una vez verificado todas estas consideraciones podemos iniciar el proceso de colocado de la muestra en la faja transportadora para su desmenuzamiento como se ve en la figura 40, así mismo se procede con la compresión de la misma como se puede apreciar en la figura 41.

FIGURA 40. Colocado de la mezcla en la faja transportadora para ser llevada a la desmenuzadora



Fuente: Propia

FIGURA 41. Mezcla presada saliendo de la boquilla.



Fuente: Propia

3.2.4. Corte y Secado

Una vez verificada la estructura correcta de la compresión de la mezcla como se muestra en la figura 42, se procede con el corte de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos como lo muestra la figura 43, previo a esto es necesario preparar la zona de secado la cual debe ser una zona nivelada y libre de otro tipo de materiales así lo demuestra la figura 38. la zona de descarga y secado es un ambiente libre y con ventilación como se muestra en la figura 44 ,para facilitar el secado por 14 días para llegar a un óptimo acabado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos .

FIGURA 42. Puede apreciar que la mezcla C- 2 es fino entonces se procede al corte puesto que al inicio también se tuvieron unidades defectuosas las cuales se separan.



Fuente: Propia

FIGURA 43. El corte se realiza con la mayor firmeza para evitar alabeos pronunciados luego del quemado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.



Fuente: Propia

FIGURA 44. Preparado de la zona de secado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.



Fuente: Propia

FIGURA 45. Ladrillos elaborados ,colocados en la zona de descargue para su secado



Fuente: Propia

3.2.5. Traslado y Quemado

Una vez concluido el plazo de secado de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos se procede a trasladar esta misma hacia el horno donde serán quemadas o sentidos durante un promedio de 10 a 11 horas a fuego continuo llegando a alcanzar una temperatura de 900 °C, todo esto con el fin de alcanzar la cocción óptima de las unidades de albañilería. En la figura 46 podemos apreciar las unidades de albañilería ordenadas para su traslado hacia el horno , en total luego de una selección previa al secado se contaron con 27 unidades de albañilería King Kong óptimas para su secado por cantera. Lo característico de estas unidades fue que como se trabajó con canteras con arcillas de colores similares alcanzaron una coloración verdusca producto de la combinación de pigmentos con la arena utilizada de la ladrillera donde fueron realizadas.

FIGURA 46. Ordenamiento de las unidades de albañilería King Kong previo a su traslado al horno luego de alcanzar un secado óptimo.



Fuente: Elaboración Propia

El traslado de los grupos de unidades de albañilería King Kong fueron con el cuidado más adecuado puesto que podrían sufrir daños al estar en contacto entre ellos o simplemente p perder la clasificación de cada uno de ellos , para ello se utilizaron distintos transportes para cada muestra elaborada de unidades de albañilería King Kong. Así podemos ver en las figuras 47, 48 y 49.

FIGURA 47. Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Establo



Fuente: Propia

FIGURA 48. Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Ipai



Fuente: Propia

FIGURA 49. Traslado y carguío de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con materia prima de la cantera Lauramarca.



Fuente: Propia

FIGURA 50. Colocado en el horno de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos para ser cocinados.



Fuente: Propia

3.3. Costos de Producción

Luego de haber terminado el proceso de elaboración de los ladrillos, podemos llegar a establecer los costos de producción tanto para la elaboración de las unidades King Kong de 18 huecos con Arcilla extraída de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca. Así como también propondremos costos estimados para poder establecer una planta de elaboración de unidades de albañilería en el distrito de Huayopata.

A. Costos de producción de Unidades de Albañilería Elaboradas.

Para la presente investigación se requirió de una serie de insumos y elementos para poder fabricar las unidades de Albañilería como se detalla en la tabla 33, donde se detallan los gastos en la elaboración de 240 unidades de albañilería King Kong siendo en promedio 80 unidades por cantera considerados como aceptables al momento del corte de la mezcla compensada.

TABLA 33. RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Obrero	Extracción de Arcilla	S/.40.00	2	Obr.	S/.80.00
Transporte	Traslado sacos a la vía principal	S/.2.00	18	Glb.	S/.36.00
Transporte	Traslado sacos a la Ciudad del Cusco	S/.8.00	18	Glb.	S/.144.00
Alquiler de Maquinaria	Elaboración de Unidades de Albañilería	S/.100.00	1	Glb.	S/.100.00
				TOTAL	S/.360.00

Fuente elaboración propia

TABLA 34 RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Obrero	Extracción de Arcilla	S/.40.00	2	Obr.	S/.80.00
Transporte	Traslado sacos a la vía principal	S/.2.00	18	Glb.	S/.36.00
Transporte	Traslado sacos a la Ciudad del Cusco	S/.8.00	18	Glb.	S/.144.00
Alquiler de Maquinaria	Elaboración de Unidades de Albañilería	S/.100.00	1	Glb.	S/.100.00
				TOTAL	S/.360.00

FUENTE: Elaboración Propia

De los cálculos establecidos con respecto a los costos de elaboración de las 240 unidades de Albañilería King Kong en la ciudad del Cusco, hace un total de S/. 360.00 soles. Por consiguiente se establece que la unidad de albañilería costo S/1.50 soles.

B. Costo de Instalación de una Planta de Elaboración de Unidades de Albañilería

Para proponer la instalación de esta planta de elaboración de unidades de albañilería primero tenemos un estudio de mercado en el distrito de Huayopata donde el millar de las unidades de albañilería está estimado en un costo de S/ 1200.00 soles

Previo a este enunciado presentamos los costos resumidos en los siguientes cuadros. La tabla 35 nos muestra los insumos mínimos para la instalación de una planta ladrillera.

TABLA 35. Inversión fija

TERRENO E INFRAESTRUCTURA			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	TERENO	15,000.00	15,000.00
1	INFRAESTRUCTURA	7,000.00	7,000.00
		total	22,000.00
MAQUINARIA Y EQUIPOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Maquina Extrusora	S/.20,500.00	S/.20,500.00
			S/.20,500.00
HERRAMIENTAS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
4	Carretillas	112	448
4	Palas	25	100
10	Baldes	7	70
2	Mangueras 40mts	45	90
50	Estibas de Madera	15	750
5	Pares de Guantes	18	90
10	Regletas de Madera	2	20
2	Escobas	10	20
		total	1588
EQUIPOS AREA DE OFICINA			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COMPUTADORA DE MESA	1200	1200
1	IMPRESORA	400	400
1	ESCRITORIO	150	150

3	SILLAS	35	105
		total	1855
INVERSION FIJA			
DESCRIPCIÓN		VALOR TOTAL	
TERRENO E INFRAESTRUCTURA		22,000.00	
MAQUINARIA Y EQUIPOS		20,500.00	
HERRAMIENTAS		1,588.00	
TOTAL		44,088.00	

Fuente: elaboración propia

TABLA 36. RELACIÓN DE INSUMOS Y COSTOS PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PEQUEÑA PLANTA LADRILLERA

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Obrero	Extracción de Arcilla	S/ .40.00	4	Obr.	S/ .160.00
Maquinaria	Maquina Extrusora (10000 a 12000 Unds)	S/ .20,500.00	1	Glb.	S/ .20,500.00
Energía Eléctrica	Energía Eléctrica	S/ .800.00	1	Glb.	S/ .800.00
Arcilla	Alquiler de Cantera	S/ .1,000.00	1	Glb.	S/ .1,000.00
Infraestructura	Patio de Elaboración, Patio de Secado y despacho (500 m2)	S/ .5,000.00	1	Glb.	S/ .5,000.00
				TOTAL	S/ .27,460.00

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo como costo estimado de S/ 44,088.00 soles como inversión inicial para colocar la planta, con una maquinaria elaboradora de 10 mil a 12 mil millares unidades de albañilería.

Para hacer un estimado de ganancias con esta planta ladrillera en la tabla 37 proponemos costos de producción de unidades de albañilería por mes durante la instalación de la planta ladrillera.

TABLA 37. VENTA DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA POR MES (INGRESO)

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Ladrillo	Venta en Millares	S/ .800.00	16	MII	S/ .12,800.00

TOTAL S/12,800.00*Fuente: Elaboración Propia*

Un costo de producción por mes luego de un análisis nos arroja un coste de 114,745.00 soles por mes para producir 180 millares de ladrillos, al precio de 800 soles cada millar. Luego de ver estos gastos también debemos asumir los gastos de funcionalidad de la empresa desde el punto administrativo como se muestra en la tabla 38.

TABLA 38. Elaboración de unidades de albañilería por mes

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
Obrero	Elaboración de Unidades de Albañilería	S/.800.00	4	MII	S/.3,200.00
Energía Eléctrica	Energía Eléctrica	S/.800.00	1	Glb.	S/.800.00
Quemado de Ladrillos	compra de Leña	S/.300.00	1	Glb.	S/.300.00
					TOTAL S/4,300.00

Fuente: Elaboración Propia

Para un mejor ordenamiento presentamos la tabla 39 donde se efectúa el resumen total tanto de la inversión como la parte de ganancias mes por mes durante un año desde la constitución de la empresa.

TABLA 39. Ingreso neto

INSUMOS	DETALLE	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	UNIDAD	TOTAL
INGRESO	Dinero obtenido de las ventas	S/12,800.00	1	MII	S/12,800.00
EGRESO	Dinero pagado por la elaboración del ladrillo	S/4,300.00	1	Glb.	S/4,300.00
					TOTAL S/8,500.00

Fuente: Elaboración Propia

La producción inicial solo se realiza en 15 días esto con el fin de no contar con inventarios de materiales finales que se puedan deteriorar debido a un mal almacenamiento.

Si se desea producir los 30 días del mes solo se tiene que agregar los costos de producción (insumos) que es de S/. 114.745,00 mientras que la inversión fija se mantiene constante.

El estado de resultados nos muestra las ventas netas mensuales así como la **UTILIDAD NETA DESPUÉS DE IMPUESTOS que es de S/. 19.567,28 mensual** haciendo un total de **S/. 201.608,15 anual**.

CAPÍTULO IV

4. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados e interpretación de los ensayos realizados

Para el análisis de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos, los cuales fueron elaborados con materia prima (Arcilla) extraída de las canteras seleccionadas para la presente investigación siendo estas: cantera Establo ubicada en la localidad de Huyro, cantera Ipal ubicada en la localidad del mismo nombre y así mismo la cantera Lauramarca ubicada en la localidad de Lauramarca, todas ellas comprendidas dentro de la jurisdicción del distrito de Huayopata, nos basamos en los requerimientos establecidos en NTP 331.017 del año 2003, que es la Norma Técnica Peruana 331.017 Elementos de arcilla cocida donde se estipula los parámetros a cumplirse para catalogar a una unidad de albañilería.

4.1.1. Ensayo de Variación Dimensional

Para comparar nuestros resultados tendremos como parámetro la tabla 1 de la Norma E-070 en la cual se establece los resultados ideales que debe alcanzar una unidad de albañilería para luego ser catalogado de acuerdo a los resultados de este ensayo.

TABLA 40. Parámetros norma E-070

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBANILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

Fuente: Norma E-0.70 del año 2006

Luego de realizar la medición de las medidas de las unidades tomando 10 unidades por cantera como se puede apreciar en la figura 51, se obtuvieron los resultados de la tabla 41 con resultados de la cantera Establo (C-1), la tabla 42 con resultados de la cantera Ipal (C-2) y la tabla 43 con los resultados de la Cantera Lauramarca (C-3).

FIGURA 51. Momento de la medición de las unidades de albañilería de la cantera Establo con una regla metálica de 30 cm.



Fuente: Propia

TABLA 41. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA ESTABLO (C-1)

DN			
=	L	H	A
	24	9	14

Muestra	VARIACIÓN DIMENSIONAL , CANTERA ESTABLO (C-1)													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.30	9.30	9.30	9.40	9.33	3.61	13.90	14.10	14.00	0.71
2	24.30	24.20	24.25	-1.04	9.40	9.30	9.30	9.30	9.33	3.61	14.20	14.10	14.15	0.71
3	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.40	9.40	9.20	9.40	9.35	3.89	14.00	14.10	14.05	0.71
4	24.10	24.00	24.05	-0.21	9.20	9.30	9.40	9.20	9.28	3.06	13.80	14.10	13.95	0.71
5	24.01	24.00	24.01	-0.02	9.30	9.40	9.30	9.40	9.35	3.89	14.00	14.10	14.05	0.71

6	24.20	24.10	24.15	-0.62	9.20	9.30	9.20	9.30	9.25	2.78	-	13.90	14.10	14.00	0.71
7	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.40	9.20	9.30	9.40	9.33	3.61	-	14.00	14.10	14.05	0.71
8	23.80	24.00	23.90	0.42	9.30	9.30	9.20	9.20	9.25	2.78	-	13.80	14.10	13.95	0.71
9	24.10	24.00	24.05	-0.21	9.40	9.40	9.20	9.40	9.35	3.89	-	14.00	14.10	14.05	0.71
10	23.80	24.00	23.90	0.42	9.20	9.20	9.20	9.30	9.23	2.50	-	13.80	14.10	13.95	0.71
Promedio			24.06	-0.23					9.30	3.36	-			14.02	0.71

TABLA 42. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA IPAL (C-2)

Muestra	:VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA IPAL (C-2)													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.20	9.30	9.30	9.30	9.28	-3.06	14.00	14.00	14.00	0.00
2	24.10	24.00	24.05	-0.21	9.20	9.20	9.40	9.30	9.28	-3.06	14.00	14.10	14.05	-0.71
3	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.20	9.20	9.40	9.30	9.28	-3.06	14.20	14.10	14.15	-0.71
4	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.40	9.40	9.20	9.40	9.35	-3.89	14.00	14.00	14.00	0.00
5	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.20	9.20	9.40	9.30	9.28	-3.06	14.00	14.10	14.05	-0.71
6	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.40	9.40	9.30	9.40	9.38	-4.17	14.00	14.00	14.00	0.00
7	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.20	9.20	9.40	9.30	9.28	-3.06	14.00	14.00	14.00	0.00
8	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.40	9.40	9.30	9.40	9.38	-4.17	14.20	14.10	14.15	-0.71
9	24.00	24.10	24.05	-0.21	9.20	9.20	9.40	9.30	9.28	-3.06	14.00	14.00	14.00	0.00
10	24.10	24.10	24.10	-0.42	9.30	9.40	9.20	9.30	9.30	-3.33	14.20	14.10	14.15	-0.71
Promedio			24.07	-0.29					9.31	-3.39			14.06	-0.36

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 43. VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA LAURAMARCA (C-3)

Muestra	VARIACIÓN DIMENSIONAL, CANTERA LAURAMARCA (C-3)													
	L(cm)		Lprom	V.D	H(cm)				Hprom	V.D	A(cm)		Aprom	V.D
	1	2			1	2	3	4			1	2		
1	24.10	24.00	24.05	0.21	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	4.44	14.20	14.20	14.20	1.43
2	24.00	24.10	24.05	0.21	9.20	9.30	9.20	9.20	9.23	2.50	14.00	14.00	14.00	0.00
3	24.00	24.10	24.05	0.21	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	4.44	14.00	14.20	14.10	1.43
4	24.10	24.20	24.15	0.62	9.30	9.20	9.30	9.30	9.28	3.06	14.10	14.20	14.15	1.43
5	24.00	24.10	24.05	0.21	9.40	9.40	9.40	9.40	9.40	4.44	14.10	14.00	14.05	0.00
6	24.20	24.10	24.15	0.62	9.20	9.40	9.20	9.20	9.25	2.78	14.00	14.20	14.10	1.43

7	24.00	24.20	24.10	-	0.42	9.20	9.30	9.20	9.30	9.25	-	2.78	14.00	14.10	14.05	-	0.71
8	24.10	24.00	24.05	-	0.21	9.20	9.40	9.30	9.20	9.28	-	3.06	14.00	14.10	14.05	-	0.71
9	24.20	24.10	24.15	-	0.62	9.30	9.20	9.40	9.40	9.33	-	3.61	14.20	14.10	14.15	-	0.71
10	24.00	24.10	24.05	-	0.21	9.30	9.20	9.30	9.30	9.28	-	3.06	14.20	14.10	14.15	-	0.71
Promedio				-	24.09					9.31	-	3.42			14.10	-	0.86

FUENTE: Elaboración Propia

TABLA 44. Resumen de Resultados para su Clasificación

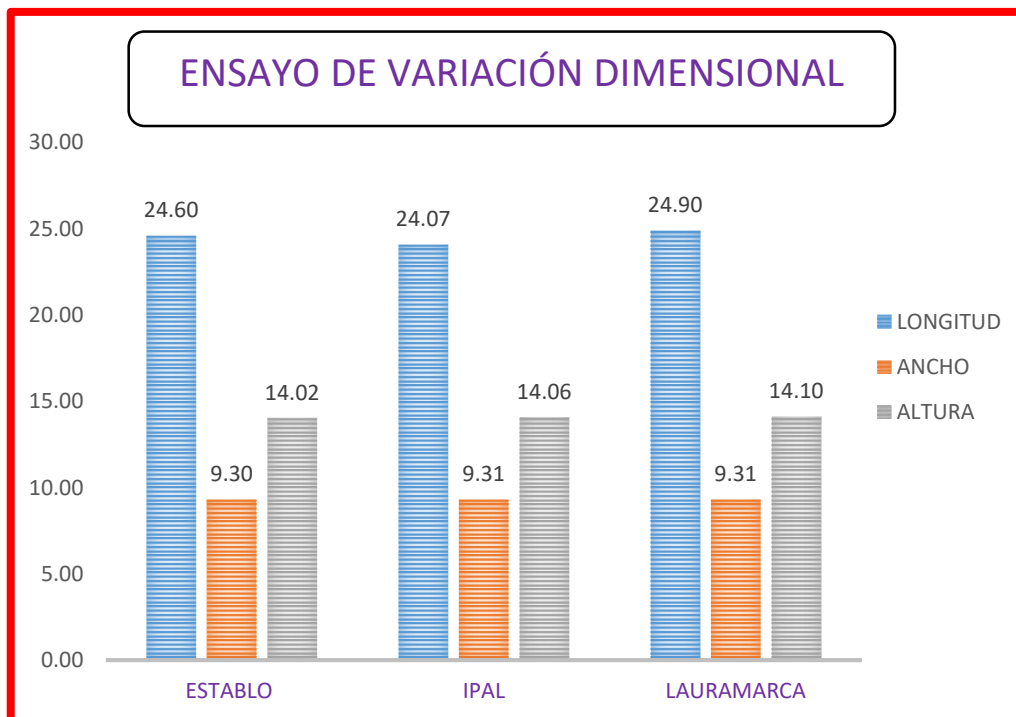
Resumen de Resultados para su Clasificación				
CANTERA	Largo L (V%)	Altura H (V%)	Ancho A (V%)	CLASIFICACION SEGÚN NORMA
ESTABLO (C-1)	-0.23	-3.36	-0.71	Tipo V
IPAL (C-2)	-0.29	-3.39	-0.36	Tipo V
LAURAMARCA (C-3)	-0.35	-3.42	-0.86	Tipo V

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

En la tabla 44 presentamos un cuadro resumen de los ensayos de variación dimensional, así como también apoyados en el gráfico estadístico 1 podemos tener un panorama del ensayo realizado efectuado a las unidades de albañilería King Kong elaborados con materia prima extraída de las canteras en estudio siendo los resultados los siguientes:

**Gráfico Estadístico 01 : Resultado Final De La Comparación
Entre Las Dimensiones De Las Tres
Canteras**



Fuente: Elaboración Propia

El gráfico estadístico 01 podemos observar que las medidas longitudinales de las unidades elaboradas están casi correlativas pues no se encuentra mucha diferencia y Comparando los resultados de la tabla 44 con los parámetros establecidos en la tabla 1 de la Norma E-0.70, nos muestra que nuestras unidades de albañilería se encuentran dentro los parámetros para ser clasificados como Tipo V.

4.1.2. Alabeo

Este ensayo es muy importante puesto que determinará la concavidad o convexidad de nuestras unidades de albañilería King Kong de 18 elaboradas con las Arcillas extraídas de nuestras canteras en estudio. Para ello se hizo uso de 10 unidades de albañilería con el uso de una regla metálica y otra regla de 30 cm modificada para poder realizar el trabajo

colocándolas de manera perpendicular como se aprecia en la figura 52. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 45 con la cantera Establo, tabla 46 con la cantera Ipal y tabla 47 con la cantera Lauramarca.

FIGURA 52. Ensayo de alabeo utilizando una regla metálica de 30 cm y otra regla de la misma dimensión modificada para ser colocada perpendicularmente, realizado en una unidad de la cantera Ipal



Fuente: Propia

TABLA 45. Ensayo de Alabeo, CANTERA ESTABLO (C-1)

: ensayo de Alabeo ,CANTERA ESTABLO (C-1)							
Muestra	CARA SUPERIOR mm		CARA INFERIOR mm		Muestra	CARA SUPERIOR mm (Prom.)	CARA INFERIOR mm (Prom.)
1	2.0	1.5	2.0	1.0	1	1.75	1.50
2	0.0	1.0	1.0	3.0	2	0.50	2.00
3	2.0	1.5	2.0	1.0	3	1.75	1.50
4	0.0	0.0	1.0	1.0	4	0.00	1.00
5	3.0	1.0	2.0	1.0	5	2.00	1.50
6	0.0	1.0	1.0	3.0	6	0.50	2.00
7	3.0	1.0	2.0	1.0	7	2.00	1.50
8	2.0	1.5	2.0	1.0	8	1.75	1.50
9	0.0	1.0	1.0	3.0	9	0.50	2.00

10	3.0	1.0	2.0	1.0	10	2.00	1.50
					PROMEDIO	1.28	1.60
					PROMEDIO DE C.S y C.I	1.44	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 46. Ensayo de Alabeo, CANTERA IPAL (C-2)

ensayo de Alabeo ,CANTERA IPAL (C-2)							
Muestra	CARA SUPERIOR mm		CARA INFERIOR mm		Muestra	CARA SUPERIOR mm (Prom.)	CARA INFERIOR mm (Prom.)
1	2.0	1.5	2.0	1.0	1	1.75	1.50
2	3.0	1.0	2.0	1.0	2	2.00	1.50
3	3.0	6.0	2.0	0.0	3	4.50	1.00
4	2.0	1.5	2.0	1.0	4	1.75	1.50
5	3.0	1.0	2.0	1.0	5	2.00	1.50
6	2.0	1.5	2.0	1.0	6	1.75	1.50
7	3.0	1.0	2.0	1.0	7	2.00	1.50
8	4.0	3.0	4.0	3.0	8	3.50	3.50
9	2.0	1.5	2.0	1.0	9	1.75	1.50
10	3.0	2.0	4.0	4.0	10	2.50	4.00
					PROMEDIO	2.35	1.90
					PROMEDIO DE C.S y C.I	2.13	

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 47: ensayo de Alabeo, CANTERA LAURAMARCA (C-3)

ensayo de Alabeo ,CANTERA LAURAMARCA (C-3)							
Muestra	CARA SUPERIOR R mm		CARA INFERIOR R mm		Muestra	CARA SUPERIOR mm(Prom.)	CARA INFERIOR mm(Prom.)
1	2.0	3.0	2.0	2.0	1	2.50	2.00
2	4.0	5.0	3.0	2.0	2	4.50	2.50
3	3.0	4.0	2.0	3.0	3	3.50	2.50
4	3.0	1.0	2.0	1.0	4	2.00	1.50
5	2.0	1.5	2.0	1.0	5	1.75	1.50
6	4.0	5.0	3.0	2.0	6	4.50	2.50
7	3.0	1.0	2.0	1.0	7	2.00	1.50
8	2.0	1.5	2.0	1.0	8	1.75	1.50
9	3.0	2.0	2.0	2.0	9	2.50	2.00

10	2.0	1.5	2.0	1.0	10	1.75	1.50
					PROMEDIO	2.68	1.90
					PROMEDIO DE C.S y C.I		2.29

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

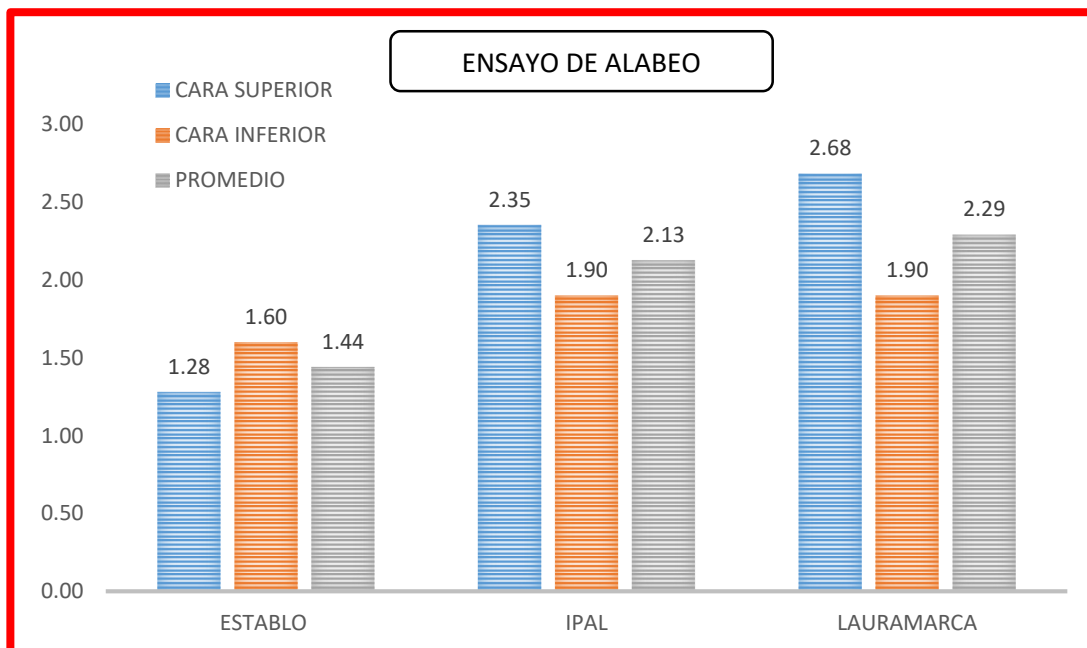
Al igual que para el ensayo de variación dimensional nuestros resultados los compararemos con la tabla 1 de la Norma E-070 albañilería para poder presentar la siguiente tabla 48, en la cual se resume y catalogan las unidades de albañilería elaborada con la Arcilla de las canteras elegidas para el presente estudio, como referencia colocaremos el grafico estadístico 02 para ver la comparación de resultados.

TABLA 48. Resumen de Resultados del Alabeo para su Clasificación

Resumen de Resultados del Alabeo para su Clasificación		
CANTERA	Alabeo en la Unidad (mm)	CLASIFICACION SEGUN NORMA
ESTABLO (C-1)	1.44	Tipo V
IPAL (C-2)	2.13	Tipo V
LAURAMARCA (C-3)	2.29	Tipo V

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 02: Grafico comparativo entre las tres canteras para el ensayo de Alabeo



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 48 y comparados estos mismos con la tabla 1 de la Norma E-070 del reglamento nacional de Edificaciones nuestras unidades se clasifican como tipo V, puesto que ninguno supera los 2 mm de alabeo en promedio y aproximación. Cabe resaltar que las unidades con mayor rango de Alabeo estuvieron en la cantera Lauramarca como lo demuestra el gráfico estadístico 02.

4.1.3. Ensayo de Resistencia a la Compresión de la Unidad (f' b)

Esta propiedad de las unidades de albañilería son de suma importancia, siendo en esta donde radica la codificación de la unidad de albañilería, demostrando si nuestras unidades King Kong elaboradas para la presente investigación serán capaces de soportar las condiciones de carga e interperismo a las cuales serán sometidas en una edificación.

Para la realización de este ensayo primero se realizó la elección de 5 unidades por cantera, para luego colocarles un capping de yeso como se muestra en la figura 53, siendo 15 unidades en total. Además que los

resultados de estos ensayos se muestran en las tablas 49, 50 y 51 por cantera.

FIGURA 53. Unidades seleccionadas para la prueba luego del colocado y secado de su capping.



Fuente: Propia

TABLA 49. Resistencia a la Compresión, CANTERA ESTABLO (C-1)

Muestra	Ancho (cm)		Ancho(cm)	Largo (cm)		Largo(cm)	Diámetro en cm	Área Bruta(cm ²)	Área de Vacíos (cm ²)	Área neta(cm ²)	Pu (Kg)	f`b (kg/cm ²)
	A1	A2	Ap	L1	L2	Lp						
1	13.90	14.10	14.00	24.10	24.10	24.10	2.53	337.40	90.49	246.91	14280	57.84
2	14.20	14.10	14.15	24.10	24.00	24.05	2.61	340.31	96.30	244.00	14210	58.24
3	14.00	14.10	14.05	24.01	24.00	24.01	2.52	337.27	89.78	247.49	14250	57.58
4	13.80	14.10	13.95	24.20	24.10	24.15	2.60	336.89	95.57	241.33	13987	57.96
5	14.00	14.10	14.05	24.10	24.10	24.10	2.50	338.61	88.36	250.25	14110	56.38
			14.04			24.08	2.55	338.10	92.10	246.00	PROMEDIO	57.60
			π	3.14						14167	σ	0.72

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 50. Resistencia a la compresión, cantera IPAL (C-2)

Muestra	Ancho (cm)		Ancho (cm)	Largo (cm)		Largo (cm)	Diámetro en cm	área Bruta (cm ²)	área de vacíos (cm ²)	área neta (cm ²)	Pu (Kg)	f'b (kg/cm ²)
	A1	A2	Ap	L1	L2	Lp						
1	14.00	14.00	14.00	24.10	24.10	24.10	2.53	337.40	90.49	246.91	11870	48.07
2	14.00	14.10	14.05	24.00	24.10	24.05	2.50	337.90	88.36	249.55	12005	48.11
3	14.20	14.10	14.15	24.10	24.10	24.10	2.52	341.02	89.78	251.24	11780	46.89
4	14.00	14.00	14.00	24.00	24.10	24.05	2.58	336.70	94.10	242.60	11900	49.05
5	14.00	14.10	14.05	24.00	24.10	24.05	2.55	337.90	91.93	245.98	11798	47.96
			14.05			24.07	2.54	338.18	90.93	247.25	PROM	48.02
			π	3.14						11871	σ	0.77
											f'b	47.25
											CV %	1.60

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 51. Resistencia a la compresión, cantera Lauramarca (C-3)

Muestra	Ancho (cm)		Ancho (cm)	Largo (cm)		Largo (cm)	Diámetro en cm	área Bruta (cm ²)	área de vacíos (cm ²)	área neta (cm ²)	Pu (Kg)	f'b (kg/cm ²)
	A1	A2	Ap	L1	L2	Lp						
1	14.20	14.20	14.20	24.00	24.10	24.05	2.60	341.51	95.57	245.94	12300	50.01
2	14.00	14.00	14.00	24.10	24.20	24.15	2.61	338.10	96.30	241.80	12223	50.55
3	14.00	14.20	14.10	24.00	24.10	24.05	2.62	339.11	97.04	242.06	10320	42.63
4	14.10	14.20	14.15	24.20	24.10	24.15	2.60	341.72	95.57	246.16	11900	48.34
5	14.10	14.00	14.05	24.00	24.20	24.10	2.60	338.61	95.57	243.04	12270	50.49
			14.10			24.10	2.61	339.81	96.01	243.80	PROMEDIO	48.41
			π	3.14						11803	σ	3.35
											f'b	45.06
											CV %	6.92

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

De las tablas anteriores se puede presentar la tabla 52 como resumen de los resultados obtenidos los cuales se comparan con los parámetros de la tabla 1 de la Norma E-070 del reglamento Nacional de Edificaciones:

TABLA 52. Resumen de resultados de compresión para su clasificación

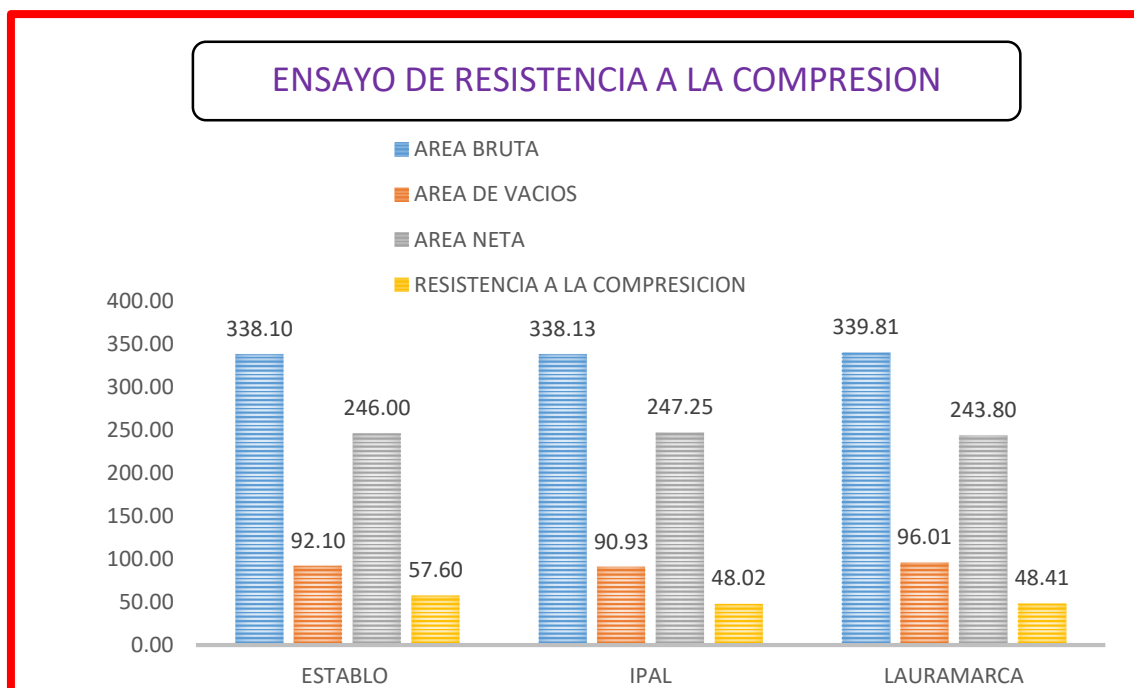
Resumen de Resultados de Compresión para su Clasificación		
CANTERA	f'b(kg/cm ²)	CLASIFICACION SEGÚN NORMA
ESTABLO (C-1)	57.60	Tipo I
IPAL (C-2)	48.02	No Califica
LAURAMARCA (C-3)	48.41	No Califica

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico estadístico 03 se presenta un cuadro comparativo entre los resultados de las canteras de la forma como se pone la tendencia para este ensayo.

Grafico estadístico 3: Representatividad de los resultados para el ensayo Resistencia a la Compresión

Fuente: Elaboración Propia



De acuerdo con los resultados obtenidos encontramos que solo las muestras de la cantera Establo (C-1), califica como unidad de albañilería con una resistencia de 57.60 kg/cm², los cuales podrían ser usados en muros portantes trabajando a compresión. A diferencia de la cantera Establo los resultados obtenidos nos muestran que las unidades de albañilería elaboradas con arcillas de las canteras IPAL (C-2) obtuvo 48.02 kg/cm² y Lauramarca (C-3) llegó a alcanzar 48.41 kg/cm², presentan una baja resistencia las cuales se podrían utilizar solo para muros no portantes y tabiquería para separación de ambientes .

4.1.4. Absorción.

Para este ensayo se seleccionaron 5 muestras aleatorias por cada cantera, los cuales se pesaron en un estado seco para luego dejarlos sumergidos por 24 horas como se aprecia en la figura 54, esto con la finalidad de ver la porosidad de las unidades las cuales son perjudiciales para soportar cargas, siendo estas generadores de fallas en la estructura de las mismas.

FIGURA 54. En la figura se aprecia un contenedor de muestras siendo sumergidas en agua, para luego calcular su porcentaje de absorción



Fuente: Propia

TABLA 53. Ensayo de Absorción, CANTERA ESTABLO (C-1)

Ensayo de Absorción ,CANTERA ESTABLO (C-1)			
Espécimen	PESO(kg)		Absorción %
	Seco (Ws)	24h inmerso(Wd)	
1	3.37	4.07	-17.22017
2	3.42	4.14	-17.51208
3	3.54	4.28	-17.30994
4	3.62	4.23	-14.42080
5	3.64	4.25	-14.35294
Promedio	3.52	4.19	-16.16319

TABLA 54. Ensayo de Absorción, CANTERA IPAL (C-2)

ensayo de Absorción ,CANTERA IPAL (C-2)			
Espécimen	PESO(kg)		Absorción %
	Seco	24h inmerso	
1	3.62	4.23	-14.4208
2	3.42	4.14	-17.51208
3	3.54	4.28	-17.30994
4	3.37	4.07	-17.22017
5	3.42	4.14	-17.51208
Promedio	3.47	4.17	-16.79501

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 55. Ensayo de Absorción, CANTERA LAURAMARCA (C-3)

Ensayo de Absorción ,CANTERA LAURAMARCA (C-3)			
Espécimen	PESO(kg)		Absorción %
	Seco	24h inmerso	
1	3.62	4.36	-16.97248
2	3.54	4.56	-22.47807
3	3.37	4.68	-28.09829
4	3.62	4.68	-22.64957
5	3.64	4.25	-14.35294
Promedio	3.56	4.51	-20.91027

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

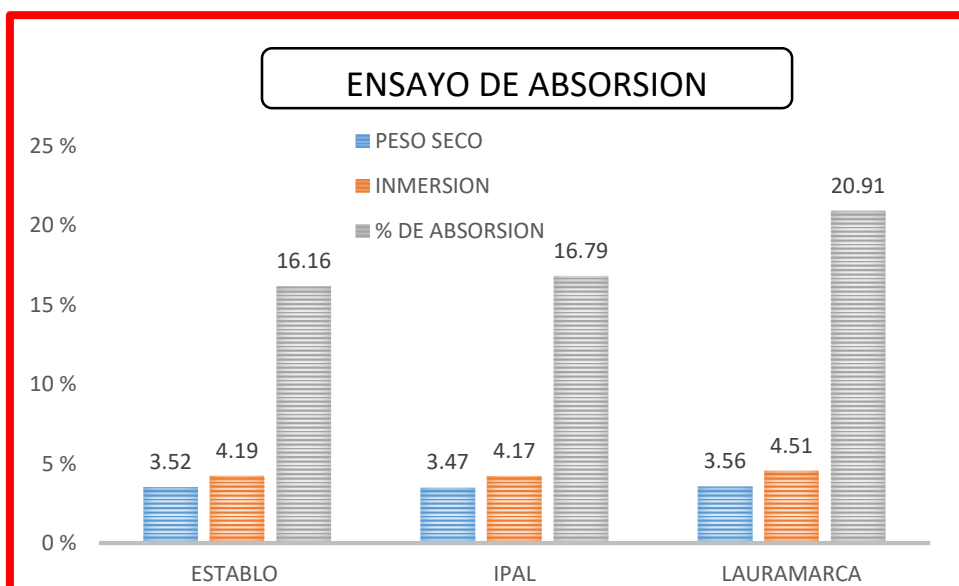
De los resultados obtenidos en las tablas 53, 54 y 55, presentamos la tabla 56 la cual nos muestra un resumen de resultados.

TABLA 56. Resumen de Resultados de Absorción

Resumen de Resultados de Absorción		
CANTERA	Absorción (%)	CLASIFICACION SEGÚN NORMA
ESTABLO (C-1)	16.16	Tipo V (a <22%)
IPAL (C-2)	16.79	Tipo V (a <22%)
LAURAMARCA (C-3)	20.91	Tipo V (a <22%)

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 4: Resultado en porcentaje de Absorción comparado para las 3 canteras.



Fuente: Elaboración Propia

La interpretación de la misma es que todas las muestras no sobre pasan el 22 % lo cual según la norma E-070 en la aceptación de la Unidad en su ítem "b" se encuentra dentro del rango requerido, así también por la norma ITINTEC 331.017 en su tabla 2 se encuentra dentro de los parámetros con los que fueron comparados para luego clasificarlo como tipo V.

4.1.5. Porcentaje de Vacíos

Este ensayo tiene la finalidad de proporcionar resultados respecto a él área que ocupan los 18 huecos en este caso para la presente investigación de la unidad de albañilería , tal como lo establece la Norma E- 070 para clasificar a las unidades de albañilería elaborados con la materia prima extraída de la canteras de estudio.

Para ello con la ayuda de un instrumento se procedió a la medición del diámetro de los huecos de las unidades de albañilería King Kong de 18 huecos como se muestra en la figura 55.

FIGURA 55. Medición de los diámetros de los agujeros de las unidades de albañilería de la cantera Ipal (C-2)



Fuente: Propia

A continuación se tiene la tabla 57 con el cálculo del porcentaje de vacíos por cada cantera luego de elegir 5 unidades de cada cantera.

TABLA 57. Calculo de porcentajes de vacíos

Diámetro de un hueco	2.55
Área de un solo hueco	5.1070635
Área de los 18 huecos	91.927143

Muestra	1	2	3	4	5	PROM
Área Bruta(cm2)	336.70	348.09	337.90	333.41	333.69	337.96
Área Vacíos(cm2)	97.78	96.3	98.53	95.56	97.78	97.19
Área Neta(cm2)	238.92	251.79	239.37	237.85	235.91	240.77
Área Neta (%)	70.96	72.33	70.84	71.34	70.70	71.23
Clasif. De Unidad	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	

Muestra	1	2	3	4		PROM
Área Bruta(cm2)	337.40	337.20	341.02	336.70	338.61	338.18
Área Vacíos(cm2)	89.53	95.57	96.3	89.06	95.57	93.21
Área Neta(cm2)	247.87	241.63	244.72	247.64	243.04	244.98
Área Neta (%)	73.46	71.66	71.76	73.55	71.78	72.44
Clasif. De Unidad	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	

Muestra	1	2	3	4		PROM
Área Bruta(cm2)	341.51	334.60	340.09	338.89	341.51	339.32
Área Vacíos(cm2)	94.83	95.56	97.78	91.93	94.83	94.99
Área Neta(cm2)	246.68	239.04	242.31	246.96	246.68	244.33
Área Neta (%)	72.23	71.44	71.25	72.87	72.23	72.01
Clasif. De Unidad	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	MACIZA	

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

Los resultados presentados por cada cantera obtenida para este ensayo nos conducen a elaborar la tabla 58, donde tenemos un resumen de los mismos y su clasificación según lo estipula la Norma E-070 definiendo como Maciza a la Unidad de Albañilería cuya sección transversal en

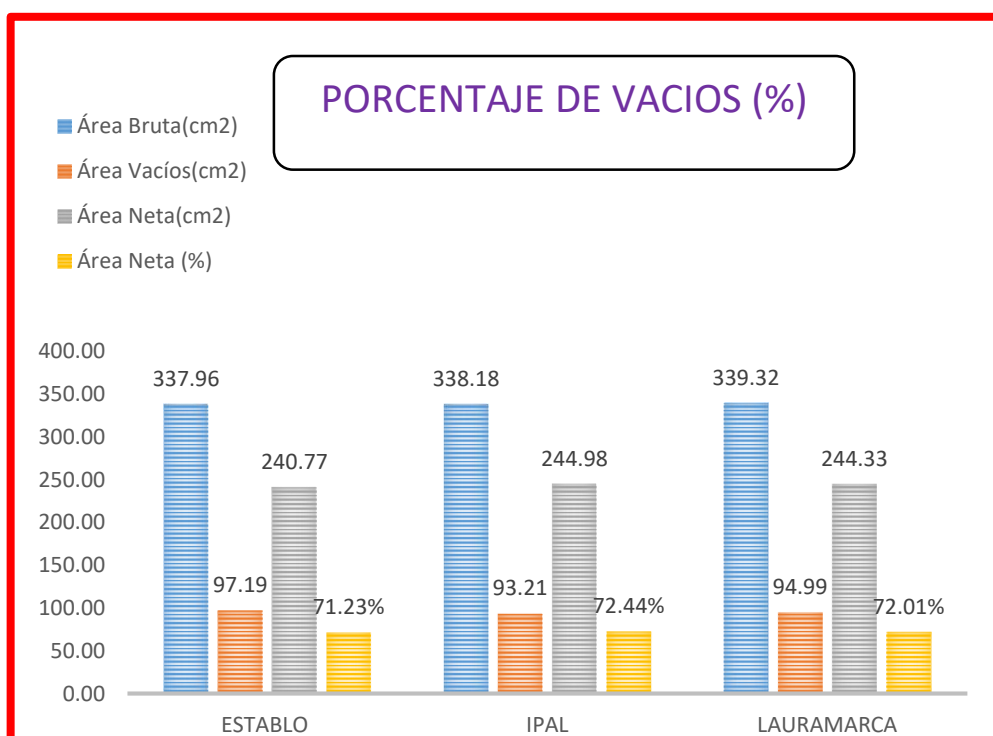
cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

TABLA 58. Resumen de Resultados de porcentaje de Vacíos

CANTERA	Porcentaje de Vacíos (%)	CLASIFICACION SEGÚN NORMA
ESTABLO (C-1)	71.23	MACIZA (70% <)
IPAL (C-2)	72.44	MACIZA (70% <)
LAURAMARCA (C-3)	72.01	MACIZA (70% <)

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 5: pesificación podemos apreciar las vacaciones existentes en los vacíos de las unidades de albañilería de cada cantera.



Fuente: Elaboración Propia

Como los resultados del cálculo del porcentaje del área neta tienen porcentaje mayores al 70%, en cada cantera entonces basados en la

definición de unidad de albañilería de la Norma E-070, estas unidades se clasifican como unidad de albañilería Maciza.

4.1.6. Ensayo de Succión

Con lo referente a este ensayo se realizaron acciones previas con las unidades de albañilería tales como el secado de la misma en un horno a 110°C por 24 horas como se muestra en la figura 56.

FIGURA 56. Momento del colocado de las unidades de albañilería al horno por un espacio de 24 horas



Fuente: Propia

Luego de pasado el plazo de 24 horas las unidades fueron extraídas para ser sometidas ser parcialmente surgidas en 5mm de agua por min previamente pesadas en un estado seco como se aprecia en la figura 56, para luego de pasado el tiempo ser extruidas como se aprecia en la figura 57 y nuevamente pesadas para poder realizar los cálculos.

FIGURA 57. Se coloca la unidad de albañilería para evaluar su ritmo de succión



Fuente: Propia

FIGURA 58. Extracción de la unidad de albañilería para su nuevo pesaje luego de pasado 1 min, se puede apreciar la marca del nivel de agua



Fuente: Propia

A continuación las tablas 59, 60 y 61 nos muestran los cálculos realizados y resultados obtenidos para cada cantera respectivamente

TABLA 59. Ensayo de Succión, CANTERA ESTABLO (C-1)

ensayo de Succión ,CANTERA ESTABLO (C-1)										
Muestra	Ancho(cm)			Largo(cm)			Área(cm ²)	Wseco (kg)	Wsuccion(cm)	
	a1	a2	ap	l1	l2	lp		Pse	Psu	
1	13.90	14.10	14	24.00	24.10	24.05	336.70	4.40	4.41	5.94
2	14.20	14.10	14.15	24.30	24.20	24.25	343.14	4.50	4.53	17.49
3	14.00	14.10	14.1	24.10	24.10	24.10	338.61	4.45	4.47	11.81
4	13.80	14.10	13.95	24.10	24.00	24.05	335.50	4.40	4.42	11.92
5	14.00	14.10	14.05	24.01	24.00	24.01	337.27	4.43	4.45	11.86
Promedio			14.04			24.09	338.24	4.44	4.456	11.80

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 60 Ensayo de Succión, CANTERA IPAL (C-2)

tabla 60 : ensayo de Succión ,CANTERA IPAL (C-2)										
Muestra	Ancho(cm)			Largo(cm)			Área(cm ²)	Wseco (kg)	Wsuccion(cm)	Succión
	a1	a2	ap	l1	l2	lp		Pse	Psu	
1	14.00	14.00	14	24.10	24.10	24.10	337.40	3.40	3.46	35.57
2	14.00	14.10	14.05	24.10	24.00	24.05	337.90	3.33	3.40	38.47
3	14.20	14.10	14.2	24.10	24.10	24.10	341.02	3.35	3.42	38.12
4	14.00	14.00	14	24.00	24.10	24.05	336.70	3.50	3.62	71.28
5	14.00	14.10	14.05	24.10	24.10	24.10	338.61	3.62	3.71	53.16
Promedio			14.05			24.08	338.32	3.44	3.52	47.32

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 61. Ensayo de Succión, CANTERA LAURAMARCA (C-3)

tabla 61 : ensayo de Succión ,CANTERA LAURAMARCA (C-3)										
Muestra	Ancho(cm)			Largo(cm)			Área(cm ²)	Wseco (kg)	Wsuccion(cm)	Succión
	a1	a2	ap	l1	l2	lp		Pse	Psu	
1	14.20	14.20	14.20	24.10	24.00	24.05	341.51	3.56	3.67	64.42
2	14.00	14.00	14.00	24.00	24.10	24.05	336.7	3.80	3.91	65.34
3	14.00	14.20	14.10	24.00	24.10	24.05	339.11	3.75	3.83	47.18
4	14.10	14.20	14.15	24.10	24.20	24.15	341.7225	3.80	3.90	58.53
5	14.10	14.00	14.05	24.00	24.10	24.05	337.903	3.70	3.79	53.27
Promedio			14.1			24.07	339.39	3.72	3.82	57.75

Fuente: Elaboración Propia

Resumen e Interpretación de Datos

Los parámetros establecidos para este ensayo según la definición de Succión en la norma ITINTEC 331.017 , se considera el peso en gramos

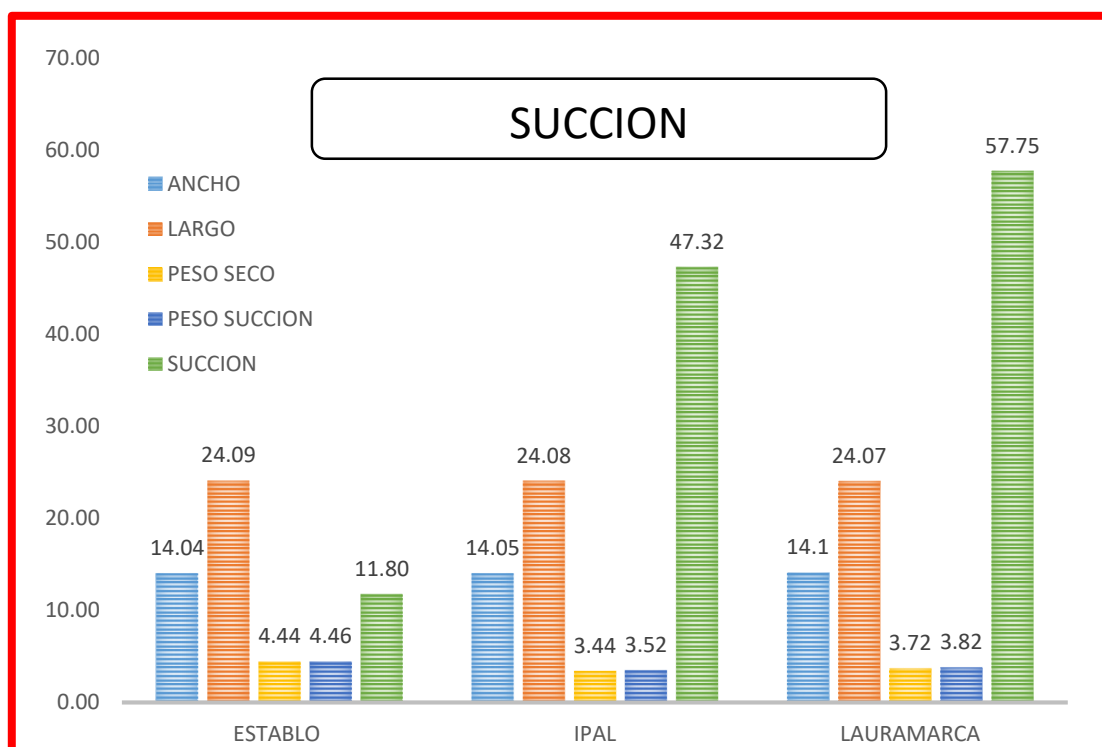
para un área de 200 cm² , con la consideración que unidades que superen los 20 gr por un área de 200 cm² necesitan ser saturados antes de ser usados para evitar problemas en la adhesión de las juntas.

TABLA 62. Resumen de Resultados del ensayo de Succión

Resumen de Resultados del ensayo de Succión	
CANTERA	Ritmo de Succión
ESTABLO (C-1)	11.80 gr/200cm ² /min
IPAL (C-2)	47.32 gr/200cm ² /min
LAURAMARCA (C-3)	57.75 gr/200cm ² /min

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 6: cantera Lauramarca tiene el más alto valor en succión.



Fuente: Elaboración Propia

Con lo vistos por los resultados de los ensayos realizados a las muestras mostradas en la tabla 62, podemos afirmar que las unidades de la cantera Establo (C-1) no necesitan una saturación previa a diferencia de las muestras de las canteras Ipal (C-2) y Lauramarca (C-3), puesto que superan los 20 gr/ 200 cm².

4.2. Comprobación de hipótesis

4.2.1. Hipótesis General

“La realización del análisis de canteras permite determinar las propiedades físicas y/o mecánicas de la arcilla de los sectores involucrados para la elaboración de ladrillo King Kong 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco”.

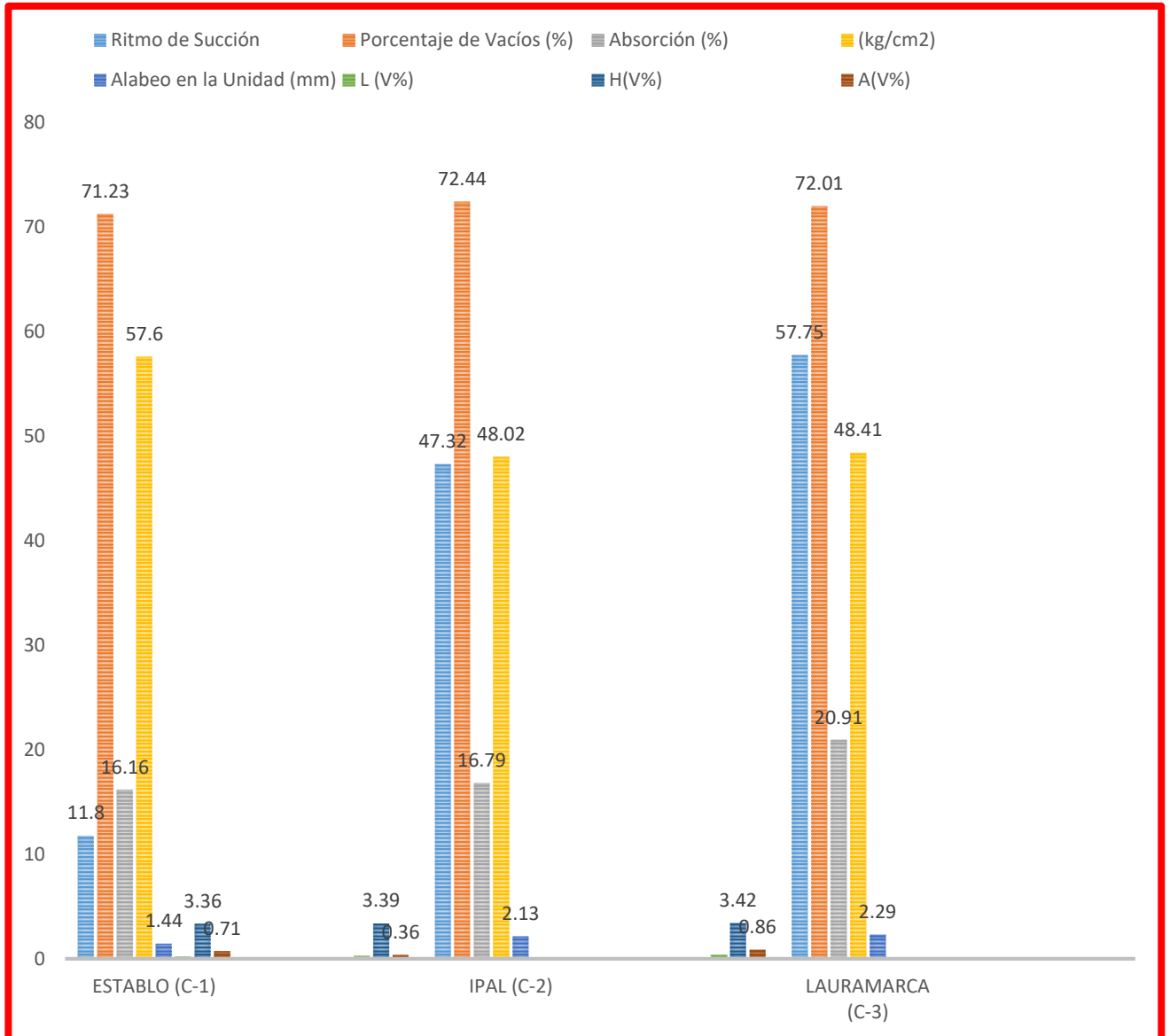
Para esta comprobación recurrimos a la tabla 63 donde encontramos un resumen general de los ensayos realizados

TABLA 63. Resumen general de Resultados para verificar las propiedades físicas y mecánicas de las canteras

Resumen general de Resultados para verificar las propiedades físicas y mecánicas de las canteras								
CANTERA	Ritmo de Succión	Porcentaje de Vacíos (%)	Absorción (%)	fb (kg/cm ²)	Alabeo en la Unidad (mm)	Variación Dimensional		
						L (V%)	H(V%)	A(V%)
ESTABLO (C-1)	11.80 gr/200cm ² /min	71.23	16.16	57.60	1.44	-	-	-
						0.23	-3.36	-0.71
IPAL (C-2)	47.32 gr/200cm ² /min	72.44	16.79	48.02	2.13	-	-3.39	-0.36
LAURAMARCA (C-3)	57.75 gr/200cm ² /min	72.01	20.91	48.41	2.29	-	-3.42	-0.86
						0.35		

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 07: Comparación final de resultados de los ensayos realizados a las unidades de Albañilería elaborados con Arcilla de las tres canteras elegidas para el estudio.



Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla nos ayuda a establecer que las unidades de albañilería elaborados con Arcillas de las canteras del Distrito de Huayopata , se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma E-070 catalogándolos como tipo V , con la posibilidad de mejorar la propiedad mecánica de la Resistencia a la Compresión la cual solo se ubica en el tipo I. Con lo que damos por verificada y comprobada la hipótesis general

puesto que solo a través de este análisis de canteras se llegó a establecer estos resultados.

4.2.2. Hipótesis secundarias

- I. El análisis realizado a las canteras de arcilla del distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco garantiza la sostenibilidad del proyecto al presentar una potencia volumétrica considerable para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos.

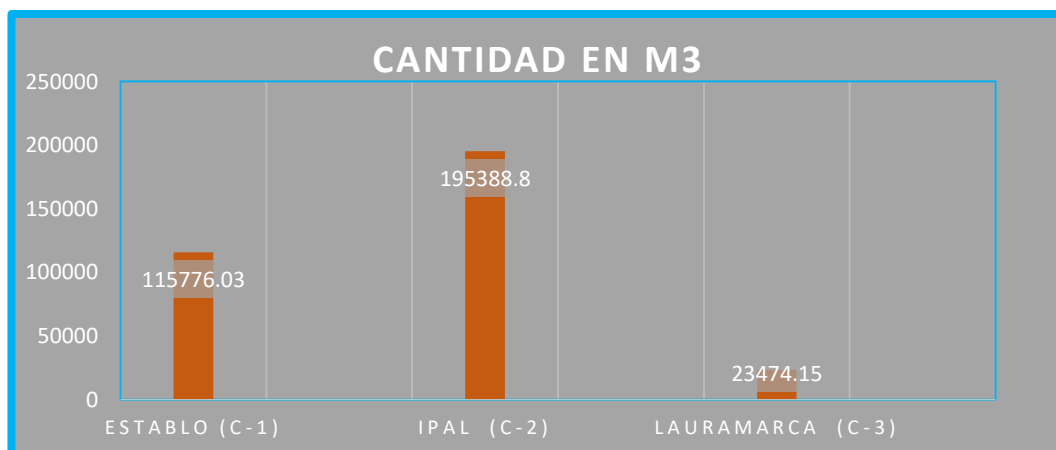
Con la tabla 64 Presentamos un resumen general de las cantidades de arcilla en m3 para poder validar esta primera hipótesis secundaria

TABLA 64. Potencia Volumétrica

potencia Volumétrica	
CANTERA	cantidad en m3
ESTABLO (C-1)	115776.03
IPAL (C-2)	195388.80
LAURAMARCA (C-3)	23474.15
TOTAL	334638.98

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 8: Comparación volumétrica entre las canteras Establo, Ipal y Lauramarca



Fuente: Elaboración Propia

Para demostrar de mejor forma esta hipótesis nos planteamos cálculos establecidos de acuerdo a los cálculos realizados en la investigación, para ello nos basaremos en la experiencia de que con 0.324 m³ de Arcilla se elaboraron 80 unidades de albañilería King Kong de 18 huecos por cantera aproximadamente considerando los desperdicios. Entonces con este dato podemos lanzar el siguiente cuadro en la tabla 65.

TABLA 65. Potencia volumétrica

CANTERA	cantidad en m ³	cantidad m ³ para 80 unidades	total de unidades elaboradas
ESTABLO (C-1)	115776.03	0.324	28586674.07
IPAL (C-2)	195388.8	0.324	48244148.15
LAURAMARCA (C-3)	23474.15	0.324	5796086.42
TOTAL	334638.98		UNIDADES 82626908.64
			MILLARES 82626.90864

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro se puede observar que sumada las tres potencias volumétricas se podría llegar a elaborar 82626.91 millares de unidades King Kong de 18 huecos, en el distrito de Huayopata.

- II. “El límite líquido, límite plástico además del análisis granulométrico de la arcilla existente en las canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco, se encuentran dentro de los parámetros requeridos para la realización óptima de los mismos”.

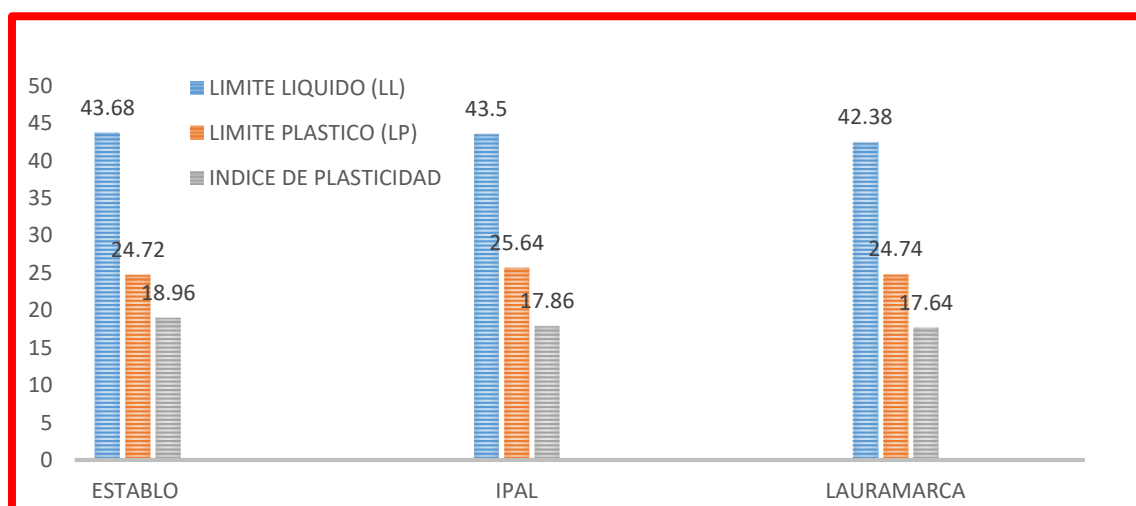
Con la tabla 66 encontramos los resultados de los ensayos de suelos por cantera considerando en estos Límite Líquido, Límite Plástico y Granulometría:

TABLA 66. Resultados de los ensayos de suelos de la cantera “Establo”

CANTERA	MUESTRA	LIMITE LIQUIDO (LL)	LIMITE PLASTICO (LP)	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFIC. SUCS
ESTABLO	M - 1	43.68	24.72	18.96	CL
IPAL	M - 2	43.5	25.64	17.86	CL
LAURAMARCA	M - 3	42.38	24.74	17.64	CL

Fuente: Elaboración Propia

Grafico estadístico 9: Comparación estadística de Límite líquido, Límite Plástico e Índice de Plástico de las tres canteras en estudio



Fuente: Elaboración Propia

el gráfico estadístico 09 nos muestra un panorama en el que los resultados de las arcillas de las canteras se encuentran casi relativos, con lo que podemos comprobar la hipótesis planteada, donde el factor importante y determinante fue el Índice de plasticidad para considerarlo como una materia prima buena para la elaboración de unidades de Albañilería King Kong de 18 huecos en el Distrito de Huayopata.

III. Se estima que el costo promedio de elaborar unidades estructurales en albañilería en el distrito de Huayopata provincia de la Convención departamento del Cusco son accesibles para poder iniciar una pequeña industria.

Para validar esta hipótesis se llevó a cabo un estudio de mercado para constatar los precios reales del mercado en ladrilleras para la primera mitad del año 2017 con los cuales se establecieron las tablas 35, 36, 37, 38 Y 39 del Capítulo III de la presente investigación donde se establecieron que la inversión inicial para la instalación de un planta ladrillera en el distrito de Huayopata sería rentable puesto que los márgenes de ganancia son relativamente buenos.

Conclusiones

- Conclusion 1^o los resultados obtenidos del ensayo de Resistencia a la Compresión (f'_{b}), con la finalidad de realizar el Análisis de canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco, se establece que las unidades de albañilería King Kong elaborado con Arcilla de la cantera denominada Establo, son las únicas que logran alcanzar una compresión aceptable ($f'_{b} = 57.60 \text{ kg/cm}^2$), tal como lo requiere la Norma E-070 de Albañilería con un mínimo de 55 kg/cm^2 , catalogándolo como Tipo I. no obstante las unidades de albañilería elaboradas con arcilla de las canteras Ipal ($f'_{b} = 48.02 \text{ kg/cm}^2$) y Lauramarca ($f'_{b} = 48.41 \text{ kg/cm}^2$) no se encuentra lejos de poder entrar en el rango, colocándolas como unidades para la elaboración de muros no portantes y elaboración de tabiquería para separación de ambientes.
- Conclusion 2^o los cálculos volumétricos obtenidos luego de realizar un levantamiento topográfico en las extensiones de las canteras denominadas Establo, Ipal y Lauramarca sustentando el Análisis de canteras para la elaboración de ladrillo King Kong de 18 huecos en el distrito de Huayopata provincia de La Convención departamento del Cusco, se llegó a obtener un resultado de $334,638.984 \text{ m}^3$ de arcilla sumado los volúmenes de las 3 canteras en estudio. Con los cuales y demostrado en la presente investigación sería una cantidad volumétrica óptima para la producción en masa de unidades de albañilería King Kong de 18 huecos.
- Conclusion 3^o los resultados obtenidos del ensayo de suelos demuestran que las arcillas extraídas de las canteras en estudio son ideales los comparándolos con la Tabla de Índice de plasticidad de Atterberg, el grafico estadístico 09 nos muestra un panorama en el que los resultados de las arcillas de la canteras se encuentran casi relativos, donde el factor importante y de determinante fue el Índice de

plasticidad para considerarlo como una materia prima buena para la elaboración de unidades de Albañilería King Kong de 18 huecos en el Distrito de Huayopata.

Recomendaciones

- Recomendación 1^o Para posteriores estudios se recomienda controlar de manera horaria gradual el tiempo de cocción de las unidades de albañilería con la finalidad de mejorar la resistencia de las unidades de albañilería King Kong elaboradas con arcilla de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca. Esto con el fin de establecer nuevos parámetros de quemado para las futuras ladrilleras que se podrían establecer en la jurisdicción del distrito de Huayopata, en la provincia de La Convención del departamento del Cusco.
- Recomendación 2^o Es necesario profundizar el nivel de extracción de la arcilla de las canteras Establo, Ipal y Lauramarca, puesto que nos encontramos en una zona tropical y la vegetación tiende a tener mayor extensión en la longitud de sus raíces, las cuales al envejecer dejan rastros de material orgánico, el cual no es recomendable para la elaboración de unidades de albañilería, puesto que al ser sometidas a altas temperaturas de quemado estas tienden a resquebrajarse siendo perjudicial para las unidades de albañilería King Kong disminuyendo su resistencia e influyendo en la variación dimensional de las mismas.
- Recomendación 3^o En cuanto al porcentaje de relación entre arena y arcilla de la mezcla para el amasamiento y elaboración de unidades de albañilería King Kong está disponible el aumento de la cantidad de arena en porcentajes mayores a 60% para mejorar la resistencia a la compresión y adhesión de la mezcla comprimida, la cual podría mejorar sustancialmente esta característica de las unidades de albañilería.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. **AGUIRRE GASPAR Dionisia Rosa (2004)**, *Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín (tesis de maestría)*. **Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.**
2. **BARRANZUELA LESCANO Joyce (2014)** *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura” (tesis de pregrado)*. **Universidad de Piura, Piura, Perú.**
3. **DEL BUSTO, A. (1991)**. *La arcilla aplicada en la industria de la construcción para la fabricación de ladrillos y acabados cerámicos*. **Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.**
4. **GALLEGOS y CASSABONE (2005)** *Albañilería estructural*. Lima, Perú: editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
5. **GARCÍA, F. (1995)**. *Proceso productivo y estudio estadístico de las propiedades de los ladrillos de arcilla de Piura. (tesis de pregrado)*. Universidad de Piura, Piura, Perú.
6. **GARCÍA UBAQUE CÉSAR AUGUSTO (2013)**, *trabajo de investigación “Resistencia mecánica de ladrillos preparados con mezclas de arcilla y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales”* **Docente asistente de la universidad Distrital Francisco José de caldas. Bogotá, Colombia.**
7. **MELLA STAPPUNG Alejandro (2004)**, *Estudio, caracterización y evaluación de puzolanas locales en la masa cerámica del ladrillo (tesis de pregrado)*. **Concepción, Chile 2004**

8. **MINISTERIO DE DESARROLLO E INCLUSION SOCIAL MIDIS (2012).** *Mapa de la población en proceso de desarrollo e inclusión social.*
9. **MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN (2010).** *Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales. Aprobado por Resolución Ministerial N° 102-2010-PRODUCE del 19.04.2010*
10. **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, Y SENCICO, (2006).** *Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.070 “Albañilería”.*
11. **NORMA E.070-RNE (2006).** *Norma Técnica de Edificación E. 070 – Albañilería , Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima 2006*
12. **NORMA TÉCNICA PERUANA. (2003).** *Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos. (NTP 331.017:2003). Lima: INDECOPI*
13. **PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO PNUD (2009).** *Informe sobre el desarrollo humano 2009 – Aproximación al índice del desarrollo Humano.*
14. **SAN BARTOLOME Ángel (1994),** *Construcciones de Albañilería.* Lima , Perú :Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
15. **SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA.** *Arcilla, clasificación, identificación usos y especificaciones industriales. Recuperado de <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/epoca03/de-pablo.pdf>*
16. **VILLANES RUBEN (1990).** *Modernización de la producción artesanal de ladrillos en la Provincia de Jauja. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú.*

17. **ZEA OSORIO Norma Lissette (2005)**, *caracterización de las arcillas para la fabricación de los ladrillos artesanales (tesis de pregrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala

ANEXOS