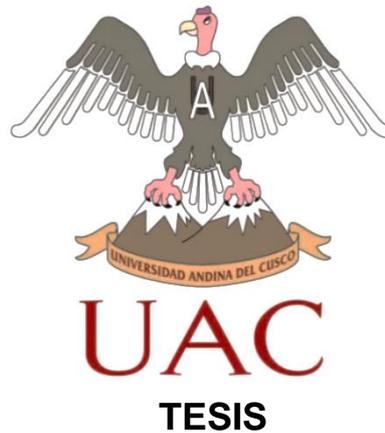




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA
ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA
EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO”**

PRESENTADO POR:

- APAZA QUISANI, Raisa Suyana
- MORALES GUTIÉRREZ, Nadia

**PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

ASESOR:

Mgt. Ing. VÍCTOR CHACÓN SÁNCHEZ

CUSCO – PERÚ

2016



DEDICATORIA

Dedico primeramente mi trabajo a Dios, porque él me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mis padres Placida Quisani Pinedo y José Manuel Apaza Yucra, por su gran ejemplo de superación y valioso apoyo en todo momento desde el inicio de mis estudios universitarios.

A mi hermana Fabiola y amigos que estuvieron apoyándome en todo momento para que esta investigación salga adelante.

Raisa.

A Dios por estar conmigo en cada momento y cada paso de mi vida.

A mi madre Josefina Gutiérrez Muñoz por su apoyo y confianza en todo mi proceso de formación académica, a mi padre Abanto Morales y hermanas, Misbé, Rosbaluz y Zul, mis sobrinos Iann y Nialls por ser el motivo para seguir adelante, a todos por estar siempre conmigo y apoyándome en los buenos y malo momentos.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome en todo del proceso de esta investigación, y por darme siempre aliento para seguir adelante.

Nadia.



AGRADECIMIENTO

Para la realización del presente trabajo de investigación, contamos con el apoyo de muchas personas, a las cuales queremos agradecer.

A Dios por darnos mucha fuerza y fe.

A nuestros familiares, por su apoyo y paciencia incondicional.

A los docentes de la Universidad Andina del Cusco, en especial a nuestro asesor, Mgt. Ing. Víctor Chacón Sánchez por su apoyo en todo el proceso de esta investigación y al Ing. Heiner Soto Flórez por siempre brindarnos su apoyo en la elaboración de la presente investigación.

Y a todos nuestros amigos que siempre estuvieron apoyándonos en el proceso y dándonos aliento para seguir: Flor, Carlos, Ruth Fabiola, Alfredo, Miguel, Elizabeth, Marcia y a todas las personas que de alguna manera han colaborado en esta investigación.

Muchas gracias.



RESUMEN

En muchas partes del Perú, sobre todo en los pueblos más lejanos y en comunidades rurales en los andes peruanos, se construye con adobe. Los pobladores de estas comunidades son conscientes de los diferentes peligros que amenazan su seguridad, sin embargo ignoran la vulnerabilidad de sus construcciones de tierra.

En la presente investigación se analiza experimentalmente el comportamiento de la resistencia al corte de la albañilería de adobe reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre el mortero y la unidad de adobe.

En la etapa de selección, se tomó diferentes diámetros de fibras de paja trenzada embebidas entre el mortero y la unidad de adobe de 0.5 cm y 1.0 cm con una longitud de 25 cm, donde la variación de las fibras está en el número del colocado en las caras de las unidades de adobe, que varían de 2 a 4 trenzas de cada diámetro.

Se fabricaron 205 unidades de adobe con insumos del distrito de San Jerónimo, para formar las pilas de albañilería reforzada con fibras de paja trenzada.

Esta alternativa se propuso con la finalidad de dar mayor resistencia al corte de la albañilería, la resistencia a corte según norma es de 0.25 kg/cm², donde el reforzamiento de las fibras de paja trenzada embebidas entre el mortero y la unidad de adobe lograron un incremento del 52.92% con respecto a las pilas patrón.

Los ensayos realizados desde el colocado longitudinal de 2 trenzas a 4 trenzas de los diferentes diámetros en las caras de las unidades de adobe, tienden al incremento en la resistencia al corte de la albañilería.

Se evaluaron también cubos de mortero, cuya resistencia se varía en un 60.23% con respecto a la norma E. 080, y la resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada tiene un módulo de Young (módulo de elasticidad) es de 2070.35 kgf/cm².

Palabras claves: adobe, fibras de paja, mortero, resistencia al corte, resistencia a la tracción.



ABSTRACT

In many parts of Peru, especially in the most remote villages and rural communities in the Peruvian Andes, it is built with adobe. The inhabitants of these communities are aware of the different dangers that threaten their security, but ignore the vulnerability of their land constructions.

In the present research the behavior of the shear strength of the masonry of adobe reinforced with fibers of braided straw embedded between the mortar and the unit of adobe is analyzed experimentally.

In the selection stage, the different diameters of braided straw fibers embedded between the mortar and the unit of adobe of 0.5 cm and 1.0 cm with a length of 25 cm, where the variation of the fibers is in the number of the placed on the faces of adobe units, ranging from 2 to 4 braids of each diameter.

205 adobe units with inputs from the district of San Jerónimo were manufactured to form masonry piles reinforced with braided straw fibers

This alternative was proposed with the purpose of giving greater resistance to cutting of masonry, the shear strength according to standard is 0.25 kg/cm², where the reinforcement of the braided straw fibers embedded between the mortar and the adobe unit achieved a Increase of 52.92% over standard batteries.

The tests performed from the longitudinal position of 2 braids to 4 braids of the different diameters on the faces of the adobe units tend to increase the shear strength of masonry.

Mortar cubes whose resistance increased by 60.23% with respect to E. 080 standard were also evaluated, and the tensile strength of the braided straw fibers has a Young modulus (modulus of elasticity) is 2069.75 kgf/cm².

Keywords: adobe, straw fibers, mortar, shear strength, tensile strength.



INTRODUCCIÓN

El adobe y el mortero de barro son una mezcla de tierra cruda con ciertos porcentajes de arena, arcilla, limo y agua, con un cierto porcentaje de paja que se utiliza para la unión de los adobes en construcción de paredes y muros en edificaciones. El mortero así como el adobe son secados al aire libre, donde la paja es un elemento resistente que ayuda al mortero y al adobe a mejorar su resistencia y adherencia.

El mortero y el adobe son materiales respetuosos por el medio ambiente que pueden ser reciclados y puede ser reintegrado al entorno cuando se quiera demoler una construcción de adobe. El adobe así como el mortero son materiales que poseen una alta inestabilidad mecánica, lo que lo hace muy vulnerable ante fenómenos naturales.

El estudio que se realizó tuvo como referencia a la norma E. 080; comprende la evaluación de la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero. Se fabricaron un total de 205 unidades de adobe. Las fibras de paja trenzada se colocaron entre el mortero y la unidad, tanto superior como inferior y en algunos solo en la parte superior, y distribuido en dos, tres y cuatro trenzas. Las fibras de paja trenzada que se dispuso en el adobe fueron variables en el diámetro. Se ensayaron un total de 60 pilas de adobe con 5 pilas patrón de adobe tradicional fabricadas en la ciudad del Cusco utilizando insumos del Distrito de San Jerónimo - Cusco y 360 trenzas de fibras de paja con los diferentes diámetros.

La resistencia al corte de las pilas de albañilería de adobe tuvo un incremento considerable, ya que todas las pilas pasaron la resistencia al corte de la norma E.080.

La resistencia de fibras dependieron fundamentalmente de su diámetro, y los valores de la resistencia máxima presentaron variaciones importantes, donde se tuvo el módulo de Young de 2070.35 kgf/cm².

La norma utilizada para esta investigación fue la norma E.080 – Adobe.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del Problema	1
1.1.1. Descripción del Problema	1
1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema.....	1
1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General.....	1
1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos	1
1.2. Justificación e Importancia de la Investigación	2
1.2.1. Justificación Técnica	2
1.2.2. Justificación Social	2
1.2.3. Justificación por Vialidad.....	2
1.2.4. Justificación por Relevancia.....	3
1.3. Limitaciones de la Investigación	3
1.3.1. Limitaciones Geográficas	3
1.3.2. Limitaciones de Ensayos de Materiales.	3
1.3.3. Limitaciones de Estudio	4
1.4. Objetivo de la investigación	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Hipótesis	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Sub Hipótesis	5
1.6. Definición de Variables.....	6
1.6.1. Variables Independientes.....	6
1.6.2. Variables Dependientes	6
1.6.3. Cuadro de Operacionalización de Variables	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional	9
2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional	10
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes	12
2.2.1. Adobe	12
2.2.1.1. Formas y dimensiones	12



2.2.1.2. Clasificación del adobe 13

2.2.1.3. Componentes del adobe 13

2.2.1.3.1. Tierra 13

2.2.1.3.1.1. Composición 14

2.2.1.3.1.2. Características 15

2.2.1.3.2. Arcilla 15

2.2.1.3.2.1. Propiedades de la Arcilla 15

2.2.1.3.2.2. Tipos de Arcillas 16

2.2.1.3.3. Limo 17

2.2.2. Agua 17

2.2.3. Paja 17

2.2.4. Elaboración del Adobe 18

2.2.5. Secado del Adobe 20

2.2.6. Esfuerzo Admisible de la Unidad de Adobe 21

2.2.7. Mortero 21

2.2.7.1. Mortero Tipo I 22

2.2.7.2. Mortero Tipo II 22

2.2.7.3. Propiedades del Mortero 22

2.2.7.4. Ensayo de compresión de cubos de mortero 23

2.2.8. Clasificación de los Suelos 23

2.2.8.1. Método SUCS 24

2.2.9. Pruebas de selección de suelos 26

2.2.9.1. Pruebas de Granulometría 28

2.2.9.2. Pruebas de Plasticidad o Prueba del Rollo 29

2.2.9.3. Pruebas de Resistencia o Prueba del disco 30

2.2.9.4. Pruebas de Ensayos de Campo 31

2.2.10. Límites de Atterberg 33

2.2.10.1. Generalidades 33

2.2.10.2. Definiciones 33

2.2.10.2.1. Límite Líquido (W_L ó LL) 33

2.2.10.2.2. Límite Plástico (W_p ó LP) 33

2.2.10.2.3. Índice de Plasticidad (IP) 33

2.2.10.3. Procedimiento y Cálculo 34

2.2.10.3.1. Preparación del Material 34

2.2.10.3.2. Determinación del Límite Líquido 34

2.2.10.3.3. Cálculo del Límite Líquido 36

2.2.10.3.4. Determinación del Límite Plástico W_p 37

2.2.11. Resistencia a tracción de la paja 38

2.2.11.1. Diagrama de esfuerzo – deformación 39



- 2.2.11.1.1. Módulo de Elasticidad (E) 40
- 2.2.11.2. Consideraciones para la Preparación de las Fibras de Paja Trenzada Sometidas a Tracción..... 40
- 2.2.11.3. Preparación del adobe con fibras de paja trenzada embebidas e la unidad. 41
- 2.2.12. Resistencia al Corte 42
- 2.2.12.1. Preparación de las pilas de albañilería de adobe..... 43
- CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 44
- 3.1. Metodología de la Investigación 44
- 3.1.1. Tipo de Investigación 44
- 3.1.2. Nivel de la Investigación..... 44
- 3.1.3. Método de Investigación 45
- 3.2. Diseño de la Investigación 45
- 3.2.1. Diseño Metodológico 45
- 3.2.2. Diseño de Ingeniería 46
- 3.3. Población y Muestra 48
- 3.3.1. Población 48
- 3.3.1.1. Descripción de la Población 48
- 3.3.1.2. Cuantificación de la Población 48
- 3.3.2. Muestra 48
- 3.3.2.1. Descripción de la Muestra 48
- 3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra 49
- 3.3.2.3. Método de Muestreo 49
- 3.3.2.4. Criterios de Evaluación 49
- 3.3.3. Criterios de Inclusión 51
- 3.4. Instrumentos 51
- 3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos 51
- 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería 59
- 3.4.2.1. Máquina de compresión 59
- 3.4.2.2. Horno 59
- 3.4.2.3. Balanza 60
- 3.4.2.4. Cuchara de Casagrande 60
- 3.4.2.5. Vidrio Esmerilado 61
- 3.4.2.6. Equipo Universal para Ensayos de Materiales 61
- 3.4.2.7. Moldes Cúbicos 62
- 3.5. Procedimiento de Recolección de Datos 63
- 3.5.1. Trenzado de las fibras de paja trenzada 63
- 3.5.2. Preparación de los testigos de unidades de adobe y colocado de las fibras de paja trenzada..... 65
- 3.5.3. Ensayos de campo para la fabricación del adobe 69
- 3.5.3.1. Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso 70



3.5.3.2. Ensayos de Límite líquido y límite plástico 71

3.5.3.3. Prueba granulométrica (Prueba de la botella) 74

3.5.3.4. Prueba de plasticidad (Prueba del rollo)..... 75

3.5.3.5. Prueba de resistencia (Prueba del disco)..... 75

3.5.3.6. Prueba de Agua para el Barro 77

3.5.4. Ensayo de variación de dimensiones 78

3.5.5. Ensayo de compresión de las unidades de adobe..... 86

3.5.6. Ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada 88

3.5.7. Ensayo de compresión a cubos de mortero. 90

3.5.8. Preparación de la mezcla de mortero de barro para las pilas de albañilería..... 92

3.5.9. Ensayo de resistencia al corte de la albañilería 94

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos 99

3.6.1. Análisis de datos de límite líquido y límite plástico..... 99

3.6.2. Análisis de datos de ensayo de variación de dimensiones 100

3.6.3. Análisis de datos de esfuerzo a compresión de unidades de adobe 113

3.6.4. Análisis de datos de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada..... 114

3.6.5. Análisis de datos de Módulo de Elasticidad 115

3.6.6. Análisis de datos de resistencia a compresión de cubos de mortero de barro. 117

3.6.7. Análisis de datos de ensayo a resistencia al corte de la albañilería 118

CAPÍTULO IV: RESULTADOS 125

4.1. Resultados de la resistencia a compresión de las unidades de adobe. 125

4.2. Resultados de la resistencia a compresión de cubos de mortero. 126

4.3. Resultados de Módulo de Elasticidad..... 127

4.4. Resultados de la resistencia al corte de las pilas de albañilería 128

129

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... 130

GLOSARIO..... 132

CONCLUSIONES..... 134

RECOMENDACIONES 136

REFERENCIAS..... 137

ANEXOS..... 139



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalización de Variables	7
Tabla N° 2: Símbolos de Clasificación SUCS	24
Tabla N° 3: Sub Símbolo de Clasificación SUCS.....	25
Tabla N° 4: Tabla de Símbolos	25
Tabla N° 5: Método para establecer si un suelo es apto para fabricar adobes.....	32
Tabla N° 6: Cantidad de Población y Muestra	50
Tabla N° 7: Cantidad de diámetros variables de fibras de paja trenzada.....	50
Tabla N° 8: Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso	52
Tabla N° 9: Límite líquido y límite plástico.....	53
Tabla N° 10: Dosificación de la mezcla de tierra para el adobe y el mortero.....	53
Tabla N° 11: Variabilidad dimensional.....	54
Tabla N° 12: Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de adobe.....	55
Tabla N° 13: Ensayo de resistencia a la compresión de cubos de mortero	55
Tabla N° 14: Trenzado de fibras de paja.....	56
Tabla N° 15: Ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada.....	56
Tabla N° 16: Ensayo de Módulo de Elasticidad	57
Tabla N° 17: Ensayo de resistencia al corte de la pilas de albañilería	58
Tabla N° 18: Toma de datos del trenzado de las fibras de paja.....	65
Tabla N° 19: Toma de datos de dosificación de la mezcla para el adobe y el mortero	69
Tabla N° 20: Toma de datos para determinar si el suelo es apto para su uso.....	70
Tabla N° 21: Tamizado del material para el ensayo de límite líquido y plástico	72
Tabla N° 22: Toma de datos de límite líquido y límite plástico	74
Tabla N° 23: Toma de datos de variabilidad dimensional.....	80
Tabla N° 24: Toma de datos de ensayo de resistencia a compresión de unidades de adobe	87
Tabla N° 25: Toma de datos de ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada	89
Tabla N° 26: Toma de datos de ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero.....	91
Tabla N° 27: Toma de datos de ensayo de resistencia a corte de la albañilería	96
Tabla N° 28: Análisis de datos del límite líquido y límite plástico	99
Tabla N° 29: Análisis de datos de variabilidad dimensional	100
Tabla N° 30: Análisis de datos de resistencia a compresión de las unidades de adobe	113
Tabla N° 31: Análisis de datos de resistencia a tracción de fibras de paja trenzada.....	114
Tabla N° 32: Análisis de datos de Módulo de Elasticidad.....	115



Tabla N° 33: Análisis de datos de resistencia a compresión de cubos de mortero 117
Tabla N° 34: Análisis de datos de resistencia al corte de las pilas de albañilería 118
Tabla N° 35: Resistencia a la compresión de las unidades de adobe 125
Tabla N° 36: Resistencia a la compresión de cubos de mortero 126
Tabla N° 37: Resultados de Módulo de Elasticidad 127
Tabla N° 38: Resistencia al corte de las pilas de albañilería 128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Tipos de suelos 14
Figura N° 2: Secado de adobe 20
Figura N° 3: Protección para el secado del adobe 21
Figura N° 4: Gráfica de Plasticidad SUCS 26
Figura N° 5: Composición inicial de la prueba granulométrica, agregando agua a la tierra .. 28
Figura N°6: Composición final de la prueba granulométrica. Determinando la proporción de los componentes principales de la tierra 29
Figura N° 7: Determinación de la calidad de la tierra y determinación de la composición de la misma 30
Figura N° 8: Determinación de la rigidez del material 31
Figura N° 9: Equipo para la Prueba de Límite Líquido 35
Figura N° 10: Cálculo de Limite Líquido 37
Figura N° 11: Diagrama esfuerzo – deformación 39
Figura N° 12: Geometría de la Pila 42
Figura N° 13: Diseño metodológico de la investigación 47
Figura N° 14: Unidad de albañilería, dimensiones 48
Figura N° 15: Equipo de compresión ACCUTEK 59
Figura N° 16: Horno eléctrico 60
Figura N° 17: Balanza 60
Figura N° 18: Cuchara de Casagrande 61
Figura N° 19: Vidrio esmerilado 61
Figura N° 20: Equipo universal para ensayo de materiales 62
Figura N° 21: Moldes cúbicos 62
Figura N° 22: Remojado de fibras de paja 63
Figura N° 23: Trenzado de las fibras de paja 64
Figura N° 24: Cortado de las fibras de paja trenzada 64
Figura N° 25: Preparado, mezclado y pisado de la tierra 66



Figura N° 26: Dormido de la Mezcla para adobe 66

Figura N° 27: Molde de las unidades de adobe 66

Figura N° 28: Moldeado de las unidades de adobe 67

Figura N° 29: Colocado de las fibras de paja trenzada..... 67

Figura N° 30: Tendido de las unidades de adobe 68

Figura N° 31: Arrumado de las unidades de adobe 68

Figura N° 32: Corte de la sección de la pila de albañilería reforzada con fibras de paja
trenzada 69

Figura N° 33: Pesado de la muestra de suelo para límite líquido..... 72

Figura N° 34: Pesado de la muestra de suelo para límite plástico 72

Figura N° 35: Ensayo de límite líquido 73

Figura N° 36: Ensayo de límite líquido y límite plástico 73

Figura N° 37: Prueba Granulométrica 75

Figura N° 38: Prueba del rollo..... 75

Figura N° 39: Prueba de resistencia..... 76

Figura N° 40: Discos de barro..... 76

Figura N° 41: Prueba de resistencia del disco de barro..... 77

Figura N° 42: Prueba de agua en campo 77

Figura N° 43: Medición de las unidades de adobe..... 78

Figura N° 44: Traslado de adobes a laboratorio 79

Figura N° 45: Peso de las unidades de adobe 86

Figura N° 46: Resistencia a compresión de las unidades de adobe 87

Figura N° 47: Fibras de paja trenzada de diferentes diámetros 88

Figura N° 48: Fibra de paja trenzada de 1.0 cm sometida a tracción..... 88

Figura N° 49: Fibras de paja trenzada de 0.5 cm sometida a tracción 89

Figura N° 50: Peso de los cubos de mortero..... 90

Figura N° 51: Muestras de cubos de mortero..... 90

Figura N° 52: Cubo de mortero sometido a esfuerzos de compresión..... 91

Figura N° 53: Preparado de los materiales para el mortero de barro 92

Figura N° 54: Preparado del mortero de barro 92

Figura N° 55: Dormido del mortero de barro 93

Figura N° 56: Pisado del mortero de barro 93

Figura N° 57: Armado de las pilas de adobe 93

Figura N° 58: Armado de las pilas de adobe 94

Figura N° 59: Peso de las pilas de albañilería de adobe 94

Figura N° 60: Medición de las pilas de albañilería 95

Figura N° 61: Resistencia al corte de las pilas de albañilería de adobe..... 95



Figura N° 62: Comparación de resistencia a compresión de las unidades de adobe..... 125

Figura N° 63: Comparación de resistencia a compresión de cubos de mortero 126

Figura N° 64: Diagrama Esfuerzo – Deformación de fibras de Paja Trenzadas Gruesas (G)..... 127

Figura N° 65: Diagrama Esfuerzo – Deformación de fibras de Paja Trenzadas Delgadas (D)..... 128

Figura N° 66: Comparación de resistencia al corte de las pilas de albañilería 129

Figura N° 67: Remojado de las fibras de paja..... 139

Figura N° 68: Trenzado de los diferentes diámetros de las fibras de paja..... 139

Figura N° 69: Trenzado de las fibras de paja de 1cm de diámetro..... 139

Figura N° 70: Trenzado de las fibras de paja de 0.5cm de diámetro 139

Figura N° 71: Cortado de las fibras de paja trenzada de 1cm de diámetro..... 139

Figura N° 72: Cortado de las fibras de paja trenzada de 0.5cm de diámetro..... 139

Figura N° 73: Preparado de la mezcla de barro para la elaboración de las unidades de adobe 140

Figura N° 74: Dormido de la mezcla de barro por 48 horas..... 140

Figura N° 75: Elaboración de las unidades de adobe 140

Figura N° 76: Colocado de las fibras de paja trenzada en las unidades de adobe..... 140

Figura N° 77: Secado de las unidades de adobe 141

Figura N° 78: Volteado de las unidades de adobe 141

Figura N° 79: Apilado de las unidades de adobe 141

Figura N° 80: Toma de datos de variabilidad dimensional..... 141

Figura N° 81: Tamizado de la tierra para el mortero de barro 142

Figura N° 82: Dosificación de la mezcla de barro para el mortero 142

Figura N° 83: Mezclado del barro para el mortero 142

Figura N° 84: Pisado del barro para mortero..... 142

Figura N° 85: Armado de las pilas de albañilería de adobe..... 142

Figura N° 86: Ensayo de límite líquido 143

Figura N° 87: Ensayo de límite plástico..... 143

Figura N° 88: Moldeado de cubos de mortero..... 143

Figura N° 89: Ensayo de resistencia a compresión de las unidades de adobe 143

Figura N° 90: Muestras del mortero de barro 144

Figura N° 91: Peso del cubo de mortero de barro..... 144

Figura N° 92: Ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero de barro 144

Figura N° 93: Ensayo de resistencia a corte de las pilas de albañilería..... 144

Figura N° 94: Falla de la resistencia al corte de la albañilería con 3 trenzas de 1cm de diámetro 145



Figura N° 95: Pilas después de someterlo a resistencia al corte..... 145

Figura N° 96: Falla de la resistencia al corte de la albañilería con 4 trenzas de 1cm de diámetro 145

Figura N° 97: Pruebas de laboratorio con presencia de nuestro asesor Ing. Mgt. Víctor Chacón Sánchez 145

Figura N° 98: Pruebas de laboratorio con presencia del dictaminante Ing. Heiner Soto Flóres 146

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

En la presente tesis se evaluó la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero, la fibra de paja trenzada se colocara entre la unidad y el mortero longitudinalmente en unidad de 2,3 y 4 con variación en el diámetro.

Como se sabe el adobe posee una alta inestabilidad mecánica y lo que hace que sea muy vulnerable ante fenómenos naturales, la fibra de paja trenzada colocada entre la unidad de adobe y el mortero pretende ser una alternativa para mejorar la resistencia entre las unidades de adobe y el mortero y así las construcciones de adobe sean más seguras para quienes las habitan.

1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema

1.1.2.1. Formulación Interrogativa del Problema General

¿Cómo varía la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos

- ✓ PROBLEMA ESPECÍFICO N°01
¿Cuáles son las características físico - mecánicas de los insumos a usar en la investigación?
- ✓ PROBLEMA ESPECÍFICO N°02
¿Cuál es la resistencia de las fibras de paja trenzada de diferentes diámetros al someterlo a esfuerzos de tracción?
- ✓ PROBLEMA ESPECÍFICO N°03



¿Cuál es el diámetro favorable de la fibra de paja trenzada colocada entre el mortero y unidades de adobe para mejorar la resistencia al corte de la albañilería?

✓ PROBLEMA ESPECÍFICO N°04

¿Cuál es el número recomendable de fibras de paja trenzada colocadas entre el mortero y las unidades de adobe a evaluar en la resistencia al corte de la albañilería?

1.2. Justificación e Importancia de la Investigación

1.2.1. Justificación Técnica

La importancia de la investigación radica en evaluar la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero, donde la resistencia al corte de la albañilería incrementa las características resistentes de una vivienda de adobe ante sismos ya que nos encontramos en la zona 2, cumpliendo los parámetros de construcción de la norma E. 080.

1.2.2. Justificación Social

Esta investigación es un aporte más para las construcciones de viviendas de adobe, ya que este estudio contribuirá al conocimiento de la tecnología de las construcciones para que estas sean más seguras ante cualquier evento sísmico y prevenir el colapso ante un fenómeno natural que pueda ocurrir en la zona.

Además este estudio permitirá dar a conocer a los habitantes y alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad Andina del Cusco otro tipo de uso de la paja, para futuras investigaciones.

1.2.3. Justificación por Vialidad

La presente investigación es viable, ya que el adobe y la fibra de paja trenzada puede ser encontrada por cualquier habitante, lo cual permite que este estudio se desarrolle sin ningún inconveniente.



En cuanto a los ensayos a realizarse contamos con el Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos de la Universidad Andina del Cusco, además de las normativas y guías de observación.

1.2.4. Justificación por Relevancia

El uso de las fibras de paja trenzada es una alternativa para mejorar la resistencia de las construcciones de adobe, es un aporte importante ya que la paja se encuentra fácilmente en la región y se le puede dar otros usos constructivos, que servirá para viviendas ubicadas en zonas rurales y en zonas donde las personas sean de bajos recursos económicos.

Las estructuras de adobe son pocas resistentes al corte, la presente investigación pretende dar un aporte más en ese aspecto, y como se puede mejorar la resistencia al corte con un ente natural, la resistencia que adquiere incrementa la resistencia al corte en todo el conjunto de un muro de adobe.

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones Geográficas

El presente trabajo de investigación es realizado en la región del Cusco, y los resultados logrados son válidos solamente en la región del Cusco, ya que se utilizó insumos de la zona de San Jerónimo y paja de la zona de las alturas de Andahuaylillas. Por consiguiente las características de los materiales utilizados son únicos y específicos de las zonas. Razón por la cual los resultados alcanzados en esta investigación no podrán ser tomados en otra zona geográfica.

Sin embargo la estructura de la investigación podría servir como base para la elaboración de otras investigaciones, utilizando materiales de su ámbito de influencia.

1.3.2. Limitaciones de Ensayos de Materiales.

- ✓ Para el estudio se utiliza únicamente fibras de paja trenzada de diámetros de 0.5 cm y 1.0 cm, con una longitud de 25 cm, en una variación de 2 a 4 unidades de trenzas colocadas entre el mortero y las unidades de adobe.



- ✓ Se utilizan las unidades de adobe que comúnmente son utilizadas en la región, unidades rectangulares con dimensiones de 40cm *20cm *14 cm, que para el caso del estudio se utilizaron los adobes de 25cm *20cm *14 cm, recortando el largo de las unidades de adobe por el área de junta entre las unidades cuando se forma un muro.
- ✓ Se limita a los ensayos de (compresión de la unidad de adobe, variabilidad dimensional, resistencia al corte de la pilas de albañilería de adobe, resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada, límite líquido y límite plástico).
- ✓ El mortero utilizado para las pilas de albañilería es el Tipo II con un espesor máximo de 2cm.
- ✓ La dosificación tanto para el adobe y el mortero fue de 50% de arena, 30% de arcilla y 20% de limo.
- ✓ El volumen de paja con respecto a las mezcla de adobe es de 1:5
- ✓ Se limita al uso de agua potable de la región, con una dosificación para la mezcla de: para 1m³ de mezcla, 0.65 m³ de agua.

1.3.3. Limitaciones de Estudio

- ✓ La presente investigación evalúa la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero, por lo tanto se omite el estudio químico de los insumos a utilizar.
- ✓ Para la fabricación de las unidades de adobe se utilizaron gabereras o moldes de madera sin fondo, con un secado de las unidades a la intemperie para evitar rajaduras por una evaporación rápida por causa de los rayos solares, los adobes son colocados bajo un techo y cubiertos con plástico en las noches para evitar los cambios bruscos de temperatura y rajaduras.
- ✓ Los ensayos de resistencia al corte de las pilas de albañilería y resistencia a compresión de las unidades de adobe y mortero se limitan al uso de la norma E.080.
- ✓ Para el estudio de las fibras de paja se limita al tipo de trenzado de tres.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General



Evaluar la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebida entre la unidad de adobe y el mortero.

1.4.2. Objetivos Específicos

✓ **OBJETIVO ESPECÍFICO N° 01**

Evaluar las características físico - mecánicas de los insumos a usar en la investigación.

✓ **OBJETIVO ESPECÍFICO N° 02**

Analizar la resistencia de la fibra de paja trenzada, al someterlo a esfuerzo de tracción.

✓ **OBJETIVO ESPECÍFICO N° 03**

Determinar el diámetro favorable de la fibra de paja trenzada colocado entre el mortero y las unidades de adobe.

✓ **OBJETIVO ESPECÍFICO N° 04**

Determinar el número recomendable de fibras de paja trenzada colocadas entre el mortero y las unidades de adobe a evaluar en la resistencia al corte de la albañilería.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

El refuerzo de fibra de paja trenzada embebida entre el mortero y unidades de adobe incrementa la resistencia al corte de la albañilería, con respecto a una muestra patrón.

1.5.2. Sub Hipótesis

✓ **SUB HIPÓTESIS N° 01**

Las características físico - mecánicas de los insumos a usar en la investigación se encuentran dentro de la norma "E.080", "Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe" y "Apuntes de Laboratorio".



✓ **SUB HIPÓTESIS Nº 02**

La resistencia a la tracción de la fibra de paja trenzada varía en proporción directa según los diferentes diámetros.

✓ **SUB HIPÓTESIS Nº 03**

El diámetro favorable de fibra de paja trenzada colocada entre el mortero y las unidades de adobe es de 1 cm.

✓ **SUB HIPÓTESIS Nº 04**

El número recomendable de fibras de paja trenzada colocadas entre el mortero y las unidades de adobe es de 3 de 1cm de diámetro.

1.6. Definición de Variables

1.6.1. Variables Independientes

PAJA TRENZADA: Refuerzo de origen natural; producto del trenzado manual de ichu con un diámetro de 0.5 a 1.00 cm y una longitud de 25 cm, cuyas características resistentes serán evaluadas.

Indicador: Unidad (Und.)

MORTERO: El mortero está compuesto de arcilla, limo, arena y agua que se forma una masa de tierra y se coloca entre las unidades de albañilería para nuestro caso dos unidades de adobe.

Indicador: Volumen (m³).

ADOBE: Unidad que se fabrica de tierra en forma rectangular, agregado en ciertos porcentajes de arena, arcilla, agua y paja.

Indicador: Unidad (Und.).

1.6.2. Variables Dependientes

RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA: Esfuerzos tangenciales que se produce en las juntas horizontales de la albañilería.

Indicador: fb (Kgf/cm²).



RESISTENCIA A TRACCIÓN DE LA PAJA: Paja que se somete a esfuerzos en sentidos opuestos para medir su resistencia.

Indicador: ft (Kgf/cm²).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ADOBE: Esfuerzo máximo que puede soportar un la unidad de adobe bajo una carga de aplastamiento.

Indicador: fo (Kgf/cm²).

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO: Esfuerzo máximo que puede soportar los cubos de mortero de 5 cm de lado bajo una carga de aplastamiento.

Indicador: fm (Kgf/cm²).

1.6.3. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalización de Variables



OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DESCRIPCION DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE				
1. Resistencia al corte de la albañilería	Esfuerzos tangenciales que se produce en las juntas horizontales de la albañilería.	Resistencia al corte a los 30 días.	fb (kgf/cm ²)	Equipo de compresión Accutek. Guías de observación. Hojas de cálculo.
2. Resistencia a tracción de la paja	Paja que se somete a esfuerzos en sentidos opuestos para medir su resistencia.	Propiedades resistentes.	ft (kgf/cm ²)	Equipo universal de materiales. Guías de observación. Hojas de cálculo.
3. Resistencia a la compresión de la unidad de adobe	Esfuerzo máximo que puede soportar la unidad de adobe bajo una carga de aplastamiento.	Resistencia a la compresión a los 30 días.	fo (kgf/cm ²)	Equipo de compresión Accutek. Guías de observación. Hojas de cálculo.
4. Resistencia a la compresión del mortero	Esfuerzo máximo que puede soportar los cubos de mortero de 5 cm de lado bajo una carga de aplastamiento.	Resistencia a la compresión a los 30 días.	fm (kgf/cm ²)	Equipo de compresión Accutek. Guías de observación. Hojas de cálculo.
VARIABLE INDEPENDIENTE				
1. Paja trenzada	Refuerzo de origen natural; producto del trenzado manual de ichu con un diámetro de 0.5 a 1.00 cm y una longitud de 25 cm colocada en la zona inferior cuyas características resistentes serán evaluadas.	Número de trenzas	Und.	Guías de observación de Laboratorio. Formatos de evaluación de las propiedades de las fibras de paja trenzada.
2. Mortero	Está compuesto de arcilla, limo, arena, agua y paja, que forma una masa de tierra y se coloca entre las unidades de adobe.	Dosificación	m ³	Guías de observación.
3. Adobe	Unidad que se fabrica de tierra en forma rectangular, agregado en ciertos porcentajes de arena, arcilla, agua, y paja.	Variabilidad dimensional	cm	Molde de madera.

FUENTE: Elaboración Propia



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

a) **TÍTULO:** “MÓDULOS DE VIVIENDA DE ADOBE REFORZADO CON CAÑA”

AUTOR: Cáritas del Perú

INSTITUCIÓN: Cáritas del Perú

CIUDAD: Moquegua y Tacna

AÑO: 2007

Vivienda de adobe con reforzamiento horizontal y vertical de caña y muros revestidos con malla electro soldada de alambre galvanizado de 1 mm, 3/4” de abertura y mortero de cemento arena en esquinas y encuentros. Reforzamiento con malla investigado por CERESIS y la PUCP para viviendas existentes con excelente comportamiento en casas reales en Moquegua y Tacna durante el terremoto de junio del 2001 y en Ica durante el terremoto de agosto del 2007. Cimiento y sobrecimiento de concreto ciclópeo y viga collar de madera fijada al muro con alambre #8. El módulo incluye instalaciones eléctricas básicas. Techo a un agua con vigas de madera y tímpano de adobe recubierto con malla electro soldada y mortero de cemento arena. Módulo de 3 ambientes, 2 habitaciones contiguas en un solo bloque y otra independiente. Esta característica tiene la ventaja de que en cada localidad se pueda ajustar a las condiciones topográficas y disponibilidad del terreno de manera que se asegure comodidad, iluminación y ventilación, adecuación a la dinámica socioeconómica de las familias así como a sus costumbres, y prácticas culturales. Para zonas sobre los 3,500 msnm se varía el piso de concreto por madera en los dormitorios.

Módulo en adobe con reforzamiento horizontal y vertical de caña, contrafuertes en esquinas y bordes libres. Cimiento y sobrecimiento de concreto ciclópeo y viga collar de madera, tímpanos de quincha y cobertura de calamina. Vanos de puerta y ventanas centrados de acuerdo con la norma E 080, adecuadamente ubicados a fin de asegurar iluminación y ventilación



en todos los ambientes. Cuenta con dos dormitorios independientes, una sala de uso múltiple y servicio higiénico de arrastre hidráulico en la parte interior, pues hay sistema de alcantarillado en la localidad. El módulo incluye instalaciones eléctricas básicas.

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN:

- ✓ El refuerzo con caña es más asequible que la geomalla, lo que hace que sea más fácil para la población replicar la técnica constructiva.
- ✓ Es una de las tecnologías más económicas.
- ✓ Gran parte de los materiales se consiguen en zona.
- ✓ Genera un buen confort térmico dentro de la vivienda, lo que lo hace climáticamente ideal.

RESUMEN PROPIO

Esta investigación de “MÓDULOS DE VIVIENDA DE ADOBE REFORZADO CON CAÑA”, nos dio un aporte para la presente tesis de utilizar un tipo refuerzo de ente natural como en nuestro caso de fibras de paja trenzada que sea de fácil acceso para la población que construya con unidades de adobe, además de mejorar las características mecánicas de las construcciones de adobe para que estas sean más resistentes ante fenómenos naturales como sismos.

2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional

a) TÍTULO: “CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE A PARTIR DE PANELES PREFABRICADOS DE CAÑA GUADUA Y POLIURETANO”

AUTOR: Erreyes Padilla Alfredo Rolando, Gómez Gómez Tatiana Carolina

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR

CIUDAD: Quito

AÑO: 2015

En este presente trabajo se determinó las características de la caña Guadua Angustifolia, la obtención de la caña guadua apta para la construcción a través de ensayos de tracción y flexión.



Se construcción paneles prefabricados de caña guadua y poliuretano como un nuevo elemento estructural para la construcción en el país, realizando ensayos a compresión y flexión que avalen el trabajo, se realizó un análisis comparativo económico de la propuesta de construcción, para de esta manera poder comparar con los métodos tradicionales y así ver cuán factible es la propuesta desde el punto de vista económico.

Para poder dar un soporte ingenieril a la propuesta de construcción se realizó la modelación de una vivienda de un nivel con el software SAP 2000 14.

Se elaboró un manual para la construcción de una vivienda de un nivel de tipo social para las zonas tropicales y sub tropicales del Ecuador.

CONCLUSIONES

- ✓ De los ensayos del laboratorio se pudo comprobar las bondades de la caña guadua en cuanto a su resistencia a la tracción, obteniendo un esfuerzo a la tracción promedio de 162 Mpa.
- ✓ Se determinó el módulo de elasticidad de la caña guadua cuyos valores varía desde 129000 kg/cm² hasta 185000 kg/cm².
- ✓ Mediante la utilización de software SAP-2000 se pudo analizar una vivienda de interés social empleando el método constructivo propuesto, donde se pudo comprobar que la vivienda responde favorablemente ante las diferentes sollicitaciones de Peso Propio, Carga Muerta, Carga Viva y Sismo.

RESUMEN PROPIO

Esta investigación de “CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE A PARTIR DE PANELES PREFABRICADOS DE CAÑA GUADUA Y POLIURETANO”, nos da un aporte a la presente tesis para poder evaluar la resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada y conocer una más de sus características como es el módulo de elasticidad (módulo de Young) para poder ser utilizado como refuerzo en las unidades de adobe.

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Adobe

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013) Define el Adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

Cuando al Adobe se incorporan otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad, se le denomina Adobe Estabilizado.

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes:

- ✓ Arcilla 10-20% mínimo.
- ✓ Limo 15-25%.
- ✓ Arena 55-70%.

No debiéndose utilizar suelos orgánicos.

Agregar a la mezcla materias inertes compuestas de fibras de paja o pasto seco con una proporción del 20% en volumen. (Morales, Torres, Rengifo, & Candiotti, 1993).

Se define al adobe como un bloque macizo de tierra sin coser, el cual puede contener paja u otros materiales que mejore su estabilidad frente a agentes externos. Cuando al adobe se incorpora otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus características de resistencia a la compresión y estabilidad ante presencia de humedad, se le denomina adobe estabilizado. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe, 2013)

2.2.1.1. Formas y dimensiones

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013) Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

- a) Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho.



- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

En nuestro caso nuestro adobe tiene una forma rectangular y con ángulos de 90°. Con las siguientes dimensiones: largo de 25 cm, ancho de 20 cm, y altura de 14 cm.

2.2.1.2. Clasificación del adobe

Los adobes se clasifican de diferentes maneras

- ✓ **Sin molde.-** Son las que se realizan sin molde alguno, son moldeadas a mano.
- ✓ **Adobe.-** son unidades cortadas del suelo, con moldes y tierra muy húmeda para luego lograr su compactación.
- ✓ **Tapial.-** se da una compactación artesanal o mecanizada, las estructuras con de madera o caña con cerramiento de barro continuo y también el uso de paneles prefabricados
- ✓ **Adobe Nader Khalili.-** También conocido como súper Adobe, debe su nombre a su creador de origen iraní. No usa nada más sofisticado que sacos de arena, tierra y alambre de púas y ha sido aprobado como seguro contra sismos.

2.2.1.3. Componentes del adobe

2.2.1.3.1. Tierra

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes:

- ✓ Arcilla 10 – 20%.
- ✓ Limo 15 – 25 %.
- ✓ Arena 55 – 70 %.

No debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados.

El adobe debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no represente más de 12 % del área bruta de esta cara.

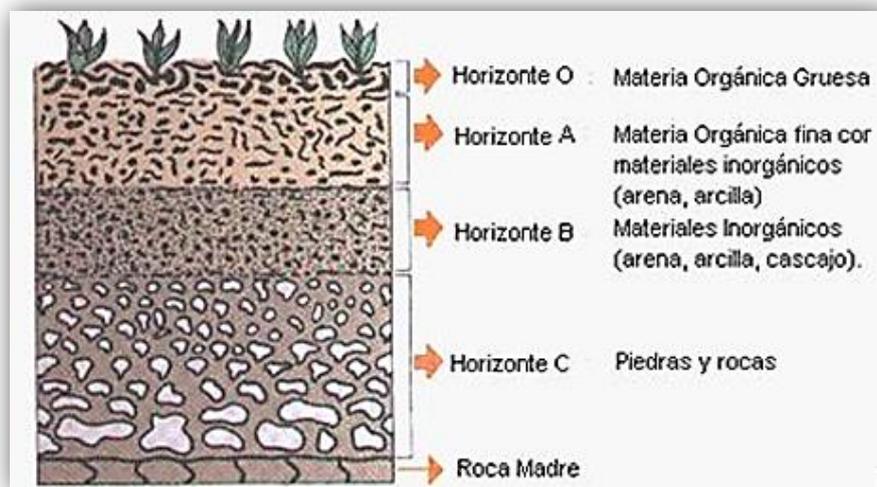
El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013)

- ✓ La tierra con la que se elabora el adobe, debe ser limpia sin piedras ni desperdicios.
- ✓ Debe contener un balance apropiado de arena y arcilla.
- ✓ Suelos arcillosos ocasionan demasiado encogimiento y rajaduras.
- ✓ Suelos arenosos no tienen suficiente ligazón entre partículas, los adobes se desmoronan.
- ✓ Suelos con excesivo contenido de material orgánico no son aptos para la construcción, por su baja resistencia y poca duración entre la humedad.
- ✓ Los suelos con sales solubles, atrae la humedad. Se debe rechazar esta clase de suelo.

(Oshiro Higa, 2005)

Figura N° 1: Tipos de suelos



FUENTE: Brack y Mendiola, Ecología del Perú, 2000.

2.2.1.3.1.1. Composición

La tierra de los horizontes a y b serán las que se utilicen en la fabricación de adobes, por lo tanto es importante conocer su contenido de arenas, limos y arcillas con lo que estaremos en la posibilidad de conocer su comportamiento, sin necesidad de análisis complejos de laboratorio.



2.2.1.3.1.2. Características

Es importante conocer las características de los componentes de los suelos dado que así estaremos en la posibilidad de dar las recomendaciones necesarias para su utilización en la fabricación de adobe tradicional o adobe estabilizado con cemento.

Los componentes de los suelos se clasifican como sigue:

- ✓ **Gravas:** son el componente de los suelos más estables en presencia del agua, pero merecen de cohesión secas, por lo que requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos.
- ✓ **Arenas gruesas:** son el componente estable y sus propiedades mecánicas no se alteran sensiblemente con el agua.
- ✓ **Arenas:** son granos minerales, aunque estables no poseen cohesión por secas, sin grandes desplazamientos entre las partículas que las componen, pero con una fuerte fricción interna.
- ✓ **Limos:** no tienen cohesión por ser secos y con una resistencia a la fricción menor de las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que atraen y se expanden.
- ✓ **Arcillas:** son componentes que dan cohesión a los suelos uniéndolos a los suelos más gruesos, pero en las arcillas húmedas se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo, por su inestabilidad a diferencia de las arenas.

2.2.1.3.2. Arcilla

(Bowles, Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, 1978) Podríamos definir la arcilla como una sustancia mineral terrosa compuesta en gran parte de hidrosilicato de alúmina que se hace plástica cuando se humedece y dura y semejante a la roca cuando se cuece. Otra definición podría ser la disgregación y descomposición de las rocas feldespáticas durante millones de años para dar lugar a partículas pequeñísimas.

2.2.1.3.2.1. Propiedades de la Arcilla

- ✓ **Plasticidad:** Mediante la adición de una cierta cantidad de agua, la arcilla puede adquirir la forma que uno desee. Esto puede ser debido a la figura del



grano (cuanto más pequeña y aplanada), la atracción química entre las partículas, la materia carbonosa así como una cantidad adecuada de materia orgánica.

- ✓ Merma: Debido a la evaporación del agua contenida en la pasta se produce un encogimiento o merma durante el secado.
- ✓ Refractariedad: todas las arcillas son refractarias, es decir resisten los aumentos de temperatura sin sufrir variaciones, aunque cada tipo de arcilla tiene una temperatura de cocción.
- ✓ Porosidad: El grado de porosidad varía según el tipo de arcilla. Esta depende de la consistencia más o menos compacta que adopta el cuerpo cerámico después de la cocción. Las arcillas que cuecen a baja temperatura tienen un índice más elevado de absorción puesto que son más porosas.
- ✓ Color: las arcillas presentan coloraciones diversas.

(Morales, Torres, Rengifo, & Candiotti, 1993)

2.2.1.3.2.2. Tipos de Arcillas

Según existan en la naturaleza podemos hablar de dos tipos de arcillas: las primarias y las secundarias.

- ✓ **Arcillas primarias o residuales:** Son las formadas en el lugar de sus rocas madres y o residuales: sin las formadas en el lugar de sus rocas madres y no han sido por tanto transportadas por el agua, el viento o el glaciar. Cuando han sido limpiadas de fragmentos de roca, son relativamente puras, blancas y libres de contaminación con materiales arcillosos. La mayoría de los caolines son arcillas primarias.
- ✓ **Arcillas Secundarias:** Son las que han sido desplazadas del lugar de las rocas madres originales. Aunque el agua es el agente más corriente de transporte, el viento y los glaciares pueden también transportar arcilla. Estas son mucho más corrientes que las anteriores y tienen una constitución más compleja debido a que están compuestas por material procedente de distintas fuentes: hierro, cuarzo, mica, materias carbonosas y otras impurezas.

SEGÚN LA PLASTICIDAD

Podríamos hablar, teniendo en cuenta una de las propiedades de la arcilla como es la plasticidad de dos tipos: las arcillas plásticas y las anti-plásticas.

- ✓ **Arcillas plásticas:** hacen pasta con el agua y se convierten en moldeables.
- ✓ **Arcillas anti-plásticas:** que confieren a la pasta una determinada estructura, que pueden ser químicamente inertes en la masa o crear una vitrificación en altas temperaturas.

2.2.1.3.3. Limo

El limo es una tierra compuesta de partículas de los tres tamaños: arcilla, lodo y arena. Según la proporción de humus (materia orgánica descompuesta) que contiene, el limo suele ser el tipo de suelo más productivo para la agricultura.

2.2.2. Agua

Debe ser limpia o provenir de manantiales naturales. No se debe utilizar agua contaminada. (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe, 2013)

2.2.3. Paja

La dosificación adecuada de paja en volumen suele ser de 1 de paja por cada 5 de suelo.

a) Definiciones y Usos.

Es nuestro país donde se sigue empleando el adobe como material de construcción, utilizan paja en la preparación de estos y también en el mortero. Su empleo es indispensable en la preparación de las tortas de barro, que usan mucho en los techos y mortero, a fin de reducir el agrietamiento por contracción durante el secado. La paja que suele emplearse varía según las localidades, puede tratarse de distintos tipos como: de arroz de trigo, gras común, bagazo de caña, ichu en algunos lugares se usa guano, crines y productos similares.

b) Propiedades.

Las propiedades de la paja no se pudieron encontrar, pero podemos decir que la paja reduce las contracciones debido al secado al aire libre de los adobes y mejora su adherencia, lo cual consigue mejorar en conjunto el muro



de adobe al incrementarse su adherencia con el mortero y con los revestimientos; como la paja son de distintos tipos, es recomendable utilizar la paja picada en trozos de 5cm a 10cm y de preferencia en porcentaje de 1% en peso, el porcentaje excesivo puede reducir la resistencia del adobe.

Según (Tejada Schmidt, Mendoza García, & Torrealva Dávila, 2013), la dosificación adecuada de paja en volumen suele ser de 1 de paja por cada 5 de suelo.

c) Deterioro

En zonas costeras, la paja suele facilitar la penetración de los insectos, en particular avispa que anidan en el interior de los adobes, creando dentro de los mismos “túneles” de pequeño diámetro, que a la larga a los adobes los debilitan logrando después el deterioro del muro.

(Yana, 2014)

2.2.4. Elaboración del Adobe

- a) Preparar la adobera. Se recomienda que la adobera sea de 40 cm x 40 cm x 8 cm.
- b) Preparar el barro y dormirlo por 2 días (en promedio).
- c) Agregar la paja para que los adobes no se rajen.
- d) Llenar la adobera lanzando con fuerza porciones de barro. La adobera debe de estar húmeda y rociada de arena fina para que no se peguen los adobes.
- e) El barro debe estar al ras de la adobera, emparejado la superficie usando una regla.
- f) Dejar secar el adobe en las adoberas por un promedio de 24 a 48 horas.
- g) El terreno para el desmolde debe ser plano y seco. Debe rociarse previamente con una capa de arena.
- h) Retirar la adobera, levantando de ambas agarraderas y voltearlo rápidamente, teniendo cuidado que el adobe no se deforme.

Recomendaciones para su elaboración remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5 mm y otros elementos extraños. Mantener el adobe en reposo húmedo durante 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.



(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Proyecto de Actualización - Versión 1 Norma E.080 Construcción con Tierra, 2013)

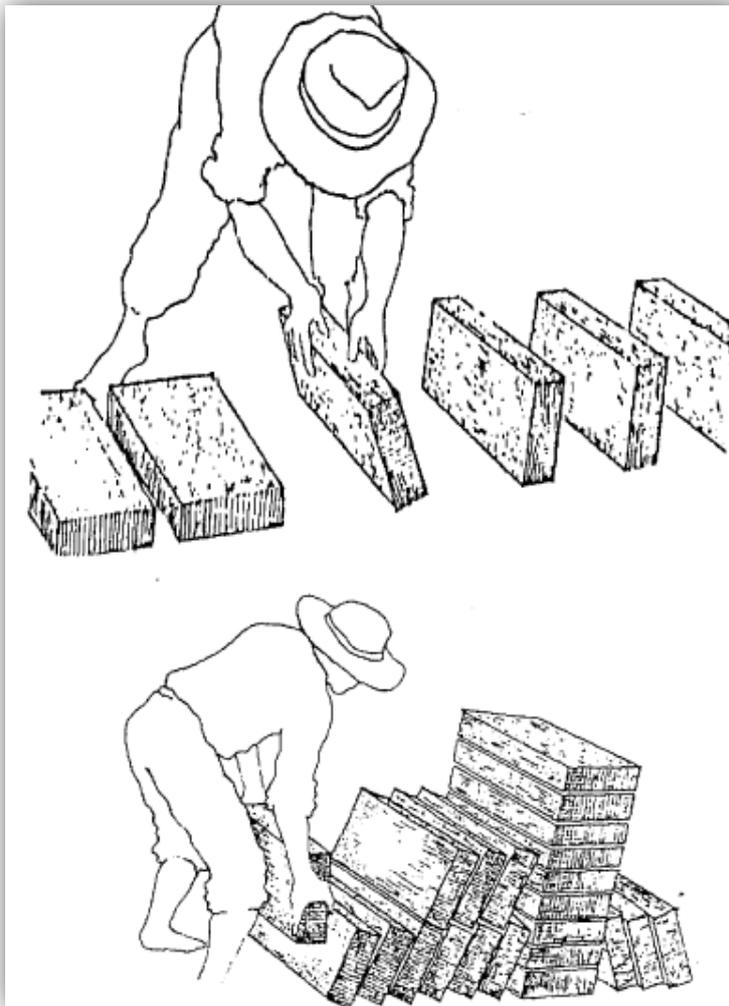
La preparación del barro:

- ✓ Seleccionada la tierra, deberán extraerse las piedras y elementos extraños.
- ✓ La tierra deberá ser humedecida totalmente y permanecer en reposo 1 ó 2 días, antes de moldear.
- ✓ Mientras se podrá prepararse la zona de secado o tendal, la que deberá ser limpia, nivelada y lo suficientemente extensa para albergar la producción de varios días.
- ✓ Para evitar la adherencia entre el adobe y el suelo del tendal, que podría provocar grietas y rajaduras, se coloca una capa de arena fina, papel u otro material que pueda ser fácilmente separado del adobe.
- ✓ El mezclado puede hacerse manual o mecánicamente, dependiendo del volumen de la obra y de la disponibilidad de mano de obra y equipo.
- ✓ El proceso del moldeo permite la utilización de moldes sin fondo o con fondo.
- ✓ El uso del molde sin fondo permite un mayor avance, pero se logra una menor compactación y una mayor fatiga del trabajador al hacerse el moldeo en el suelo.
- ✓ El uso del molde con fondo, si bien el rendimiento es menor, se logra una mayor compactación y el moldeo se realiza de pie, disminuyendo la fatiga del trabajador.
- ✓ En ambos casos, el molde se complementa con una regla empleada para cortar los excesos de barro.
- ✓ Después de cada uso, el molde deberá limpiarse y rociarse con arena para evitar que el barro se pegue.
- ✓ El tiempo de secado depende del clima pudiendo tardar de 2 a 4 semanas.
- ✓ Si el clima es muy caluroso, puede ser necesario secar los adobes a la sombra durante los primeros dos días para evitar un secado brusco que podría originar un alto porcentaje de desperdicios por agrietamiento.

- ✓ Cuando la consistencia de los adobes lo permita 3 a 5 días, debe colocarse de canto para asegurar un secado más rápido y uniforme y posteriormente, podrá apilarse, de manera que circule aire ente los adobes, hasta completar su secado.

(Oshiro Higa, 2005)

Figura N° 2: Secado de adobe



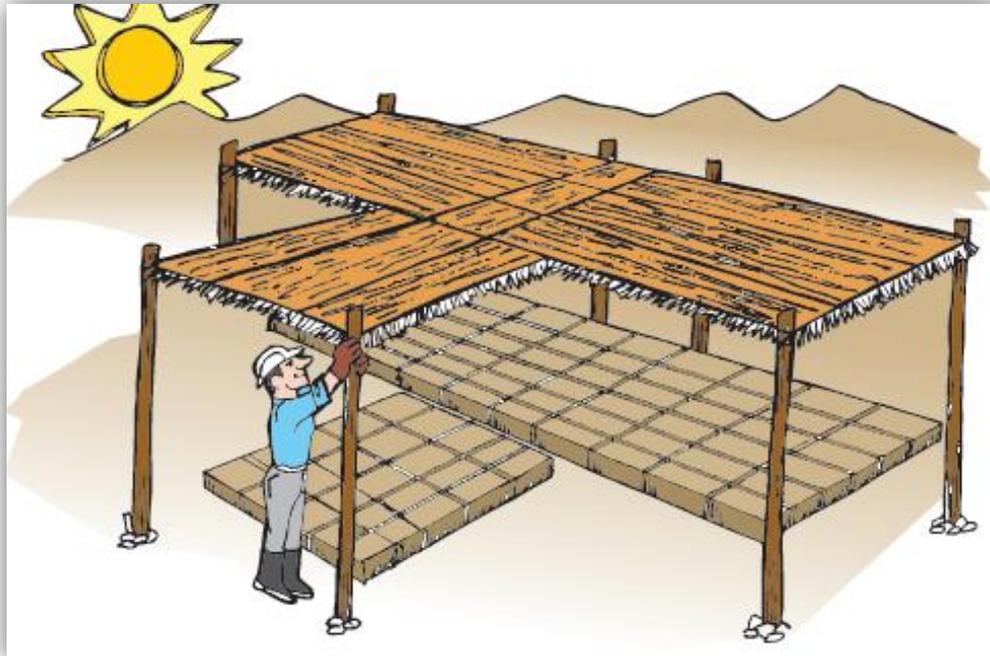
FUENTE: Manual para la construcción de viviendas de adobe, Ing. Roberto Morales

2.2.5. Secado del Adobe

(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe, 2013) Los adobes se rajan con el sol, por eso

se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días.

Figura N° 3: Protección para el secado del adobe



FUENTE: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2010

2.2.6. Esfuerzo Admisible de la Unidad de Adobe

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013) Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño consideraran la variabilidad de los materiales a usarse.

Para fines de diseño de consideraran los siguientes esfuerzos mínimos.

- Resistencia a la compresión de la unidad: $f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$.

2.2.7. Mortero

Los morteros se clasifican en dos grupos:

- ✓ Tipo I (en base a tierra con algún aglomerante como cemento portland IP, cal, asfalto, etc.)
- ✓ Tipo II (en base a tierra con paja)



Se considera que las juntas de la albañilería constituyen las zonas críticas, en consecuencia ellas deberán contener un mortero de tipo I o II de buena calidad.

(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013)

2.2.7.1. Mortero Tipo I

Mortero de suelo con algún aglomerante como Cemento IP, cal o asfalto.

Deberá utilizarse en calidad de agua que permita una adecuada Trabajabilidad.

Las proporciones dependen de las características granulométricas de los agregados y de las características específicas de otros componentes que puedan emplearse.

(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Proyecto de Actualización - Versión 1 Norma E.080 Construcción con Tierra, 2013)

2.2.7.2. Mortero Tipo II

Composición del mortero debe cumplir los mismos lineamientos que las unidades de adobe y de ninguna manera tendrá una calidad menor de las mismas.

Deberá emplearse la calidad de agua que sea necesaria para una mezcla trabajable.

Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y deberán ser llenadas completamente.

(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Proyecto de Actualización - Versión 1 Norma E.080 Construcción con Tierra, 2013)

2.2.7.3. Propiedades del Mortero

Los morteros de albañilería poseen dos grupos de propiedades, una es para mortero en estado plástico y otras cuando el mortero esta endurecido, las propiedades plásticas determinan la adaptabilidad de un mortero en la construcción (trabajabilidad y retención de agua) las propiedades del mortero endurecido ayudan a determinar el comportamiento de la mampostería terminada, e incluye

características como la adherencia, durabilidad, elasticidad y resistencia a la compresión.

2.2.7.4. Ensayo de compresión de cubos de mortero

La determinación de resistencia a la compresión de morteros, es usando cubos de 50.8 mm (2") de lado.

La compresión se medirá sobre dos cubos de 50.0 mm compactados en dos capas.

Se anota la carga máxima indicada por la máquina de ensayo en el momento de rotura y se calcula la resistencia a la compresión con la siguiente fórmula:

$$f_m = P/A$$

Dónde: f_m = es la resistencia a la compresión en kg/cm².

P = es la carga máxima total en kg

A = área de la superficie de carga en cm²

2.2.8. Clasificación de los Suelos

La clasificación de los suelos es una categorización de tierras basado en características distintivas y en criterios de uno. Una clasificación de suelos es muy dinámica, en sí mismo de la estructura del sistema, a las definiciones de clases, y finalmente en la aplicación a campo. Puede ser una forma aproximada de las perspectivas pedogénesis y orogénesis. Conceptos diferentes de patogénesis, y diferencias en la significancia de los desarrollos morfológicos a los varios usos de la tierra no afecta la aproximación a la clasificación. Además de esas diferencias, en un sistema bien construidos, los criterios clasificatorios similares de grupo hacen que las interpretaciones no varíen ampliamente. La ampliación exitosa al campo es un desafío, ya que hay naturaleza compleja en la formación de los suelos, y la opacidad inherente de los recursos edáficos.

Gracias a la erosión y a la actividad de los seres vivos, la porción externa de la corteza rocosa terrestre, su superficie, se convierte en aquello que conocemos como “suelos”.

Sin el suelo sería imposible la existencia de plantas superiores y, sin ellas, no nosotros ni el resto de los animales podríamos vivir. A pesar de que forma una capa muy delgada, es esencial para la vida en la tierra firme. Cada región del planeta tiene unos suelos que la caracterizan, según el tipo de roca de la que se ha formado y los agentes que lo han modificado.

(Badillo & Rodriguez, 2005)

2.2.8.1. Método SUCS

El sistema unificado de suelos (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado.

Tabla N° 2: Símbolos de Clasificación SUCS

Primera y/o segunda letra	
Símbolo	Definición
G	grava
S	arena
M	limo
C	arcilla
O	orgánico

FUENTE: J. Badillo

Tabla N° 3: Sub Símbolo de Clasificación SUCS

Segunda letra	
Letra	Definición
P	pobremente gradado (tamaño de partícula uniforme)
W	bien gradado (tamaños de partícula diversos)
H	alta plasticidad
L	baja plasticidad

FUENTE: J. Badillo

Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos pasando por el tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material. Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas pero con limos. En esos casos se recomienda usar doble notación, por ejemplo: GW-GM correspondiente a “grava bien graduada” y “grava con limo”.

Si el suelo tiene más del 15% del paso retenido por el tamiz #4, hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo “con grava” se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia.

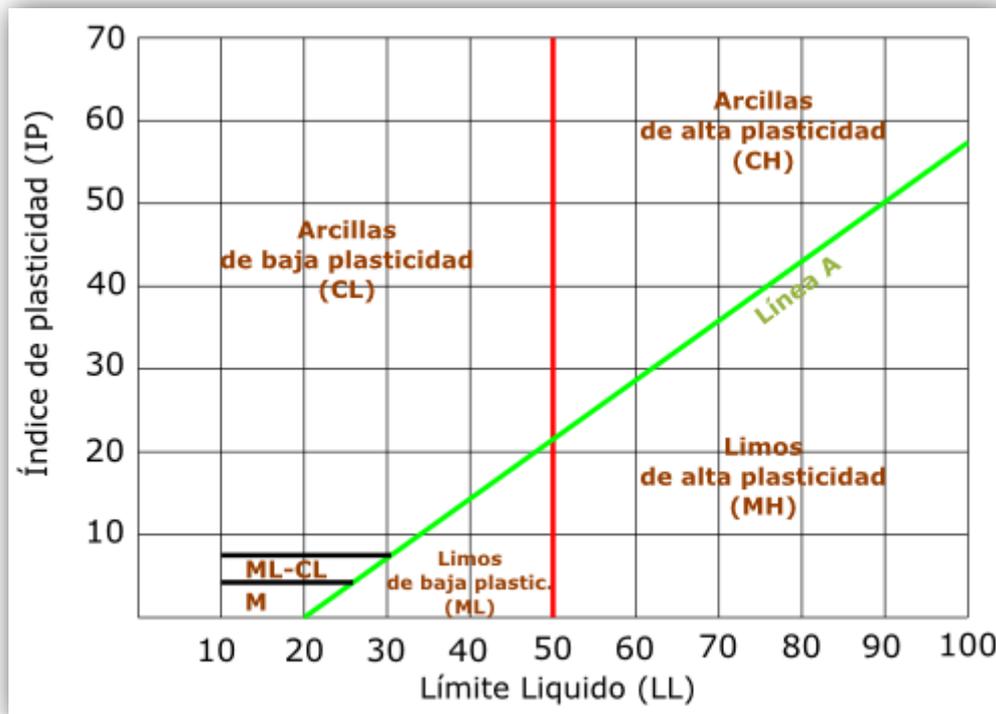
(Badillo & Rodriguez, 2005)

Tabla N° 4: Tabla de Símbolos

Divisiones mayores		Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW grava bien graduada, grava fina a gruesa
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GP grava pobrementemente graduada
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia	GM grava limosa
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GC grava arcillosa
			SW Arena bien graduada, arena fina a gruesa.
			SP Arena pobrementemente graduada
Suelos de grano fino más del 50% pasa el tamiz No.200	limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	SM Arena limosa
		orgánico	SC Arena arcillosa
	limo y arcilla límite líquido ≥ 50	inorgánico	ML limo
		orgánico	CL arcilla
			OL Limo orgánico, arcilla orgánica
			MH limo de alta plasticidad, limo elástico
	CH Arcilla de alta plasticidad		
	OH Arcilla orgánica, Limo orgánico		
Suelos altamente orgánicos		Pt	turba

FUENTE: J. Badillo

Figura N° 4: Gráfica de Plasticidad SUCS



FUENTE: J. Badillo

2.2.9. Pruebas de selección de suelos

Son pruebas cuyo resultado nos dará a conocer la calidad de la tierra analizada y si es el tipo de suelo que se utilice en la fabricación de Adobes es determinante en la calidad final del material, es por ello que se debe tener especial cuidado en la selección del mismo.

La mayoría de autores coinciden en que no deben emplearse suelos agrícolas o mal drenados; en el primer caso por su alto contenido de materia orgánica y en el segundo por el elevado contenido de sales.

Generalmente, en los suelos se acumula materia orgánica en la parte superior y se incrementa el contenido de sales conforme se va descendiendo. Es por esto que Hartkopf recomienda que la profundidad de extracción se mantenga entre 60 y 90 cm. para la fabricación de Adobes.

La presencia de materia orgánica, en exceso, hace que los Adobes se contraigan, tengan baja resistencia a la compresión, y poca duración ante la



humedad. (Ministerio de Vivienda y Construcción). Es por esto que Doat recomienda que su contenido no se eleve más allá del 3%.

Por otro lado, según Hartkopf, el alto contenido de sales, ocasiona que los Adobes tarden más en secar y presenten una desintegración progresiva debido a que las sales reaccionan químicamente o se disuelven con el agua, creando vacíos o porosidad. Es por esto que, al igual que Morales, Cobe, Doat, y el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, recomienda que el contenido máximo sea de 0,2%. Sin embargo, otros autores como Olarte consideran que este puede ser permisible hasta un 2%.

Además, de los dos aspectos anteriores, se debe considerar la distribución del tamaño de partículas del suelo, ya que el porcentaje en peso, del contenido de arena y arcilla deben mantener una relación entre sí.

La arcilla es el material ligante que cementa las partículas más grandes del suelo y la cantidad de este componente debe ser suficiente para cubrir las partículas gruesas con una delgada capa. Un suelo demasiado arenoso resultara en Adobes que se desmenucen con facilidad y, por el contrario, uno demasiado arcilloso da como resultado Adobes deformes y agrietados. En general, es considerado un suelo de “buena calidad”, aquel que contiene entre 50 y 75% de arena.

Nacarino recomienda utilizar un suelo con un contenido de arena que fluctúe entre el 50% y 60% en peso, y entre 50% y 10% de limo y arcilla en conjunto.

Otros autores, como el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, COBE y Morales & Bautista afirman que el contenido ideal de arena es de 55% a 75%, entre 25% y 45% de limo y arcilla en conjunto y entre 15 y 17% de arcilla.

En cuanto al tamaño máximo que deben tener las partículas del suelo, Morales recomienda tamizar el suelo utilizando el tamiz N° 4, para eliminar impurezas y no tener un elevado contenido de grava. Nacarino recomienda que se eliminen por completo las gravas (con diámetro mayor a 0.5 cm), mientras que la Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco considera que debería mantenerse un 5% de grava recomendable para fabricar adobes.

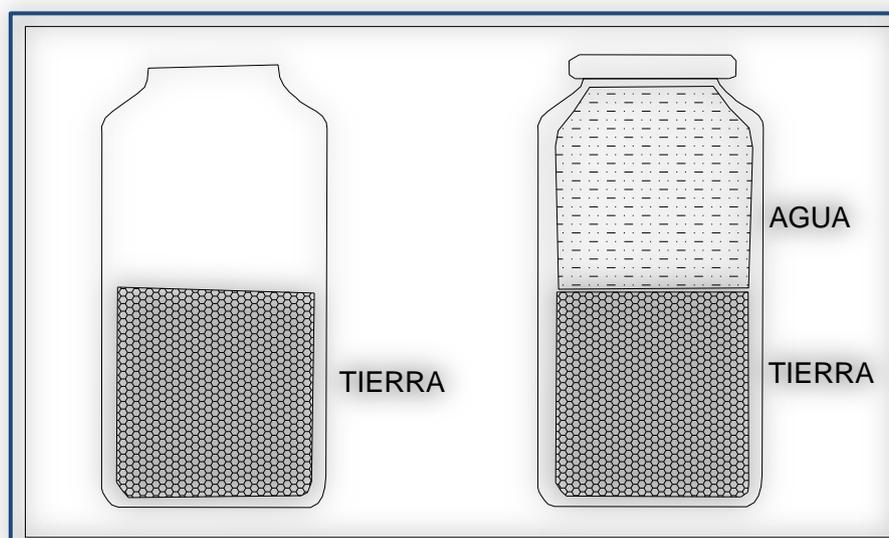
Las pruebas de selección de suelos, son pruebas cuyo resultado da a conocer la calidad de la tierra analizada y si es apropiada para fabricar Adobes.

2.2.9.1. Pruebas de Granulometría

(Morales, Torres, Rengifo, & Candiotti, 1993)

Sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos y arcilla) de la tierra.

Figura N° 5: Composición inicial de la prueba granulométrica, agregando agua a la tierra

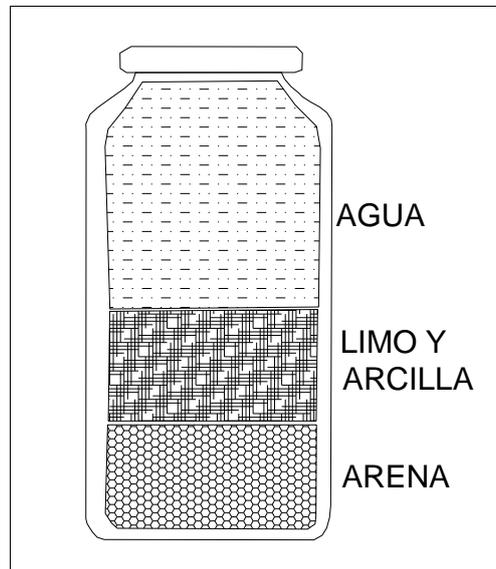


FUENTE: Adobe o Barro en Crudo Sistemas Constructivos, Arq. Ernesto Navas, Br. Jeysel Cisneros, Br. Gabriel Nolasco

- ✓ Llenar con tierra tamizada (utilizar tamiz No. 4) una botella de boca ancha de un litro de capacidad hasta la mitad de su altura.
- ✓ Llenar la parte restante con agua limpia.
- ✓ Agitar vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de la tierra estén en suspensión
- ✓ Poner la botella sobre una mesa y esperar que todas las partículas de arena reposen al fondo. Las partículas de arena reposaran inmediatamente. Las partículas de limos y arcilla durante algunas horas.
- ✓ Finalmente medir las capas para determinar la proporción de arena y limos con arcilla. Se recomienda que la cantidad de arena fluctúe entre 1.50 a 3.00

veces la cantidad de limos y arcilla. Por ejemplo, si tenemos una altura de 3 cm con limos y arcillas, la altura de arena deberá estar comprendida entre 4.50 a 9.00 cm.

Figura N° 6: Composición final de la prueba granulométrica. Determinando la proporción de los componentes principales de la tierra



FUENTE: Adobe o Barro en Crudo Sistemas Constructivos, Arq. Ernesto Navas, Br. Jeysel Cisneros, Br. Gabriel Nolasco

2.2.9.2. Pruebas de Plasticidad o Prueba del Rollo

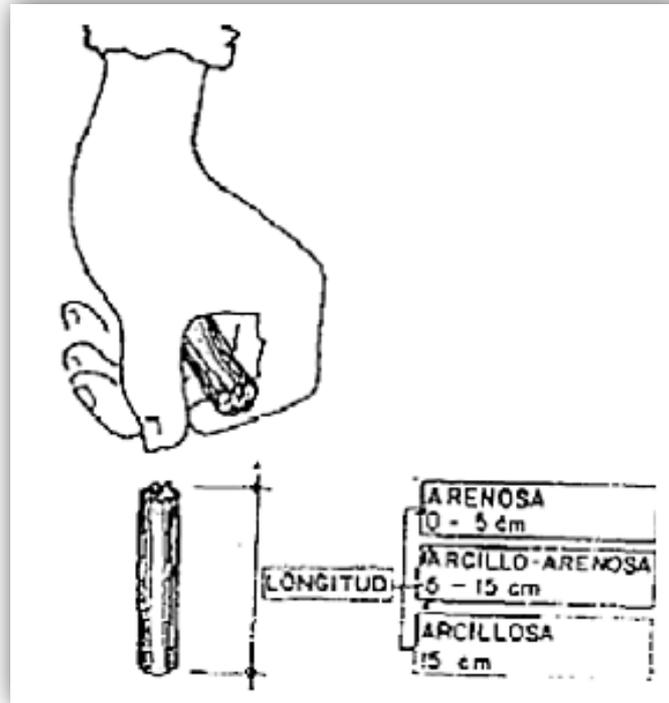
Sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo-arenosa.

Consiste en formar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe.

Se presentan 3 casos.

- ✓ Tierra arenosa (Inadecuada): Cuando el rollo se rompe antes de alcanzar los 5 cm.
- ✓ Tierra arcillo-arenosa (Adecuada): cuando el rollo se rompe al alcanzar una longitud entre 5 y 15 cm.
- ✓ Tierra Arcillosa (inadecuada): cuando el rollo alcanza una longitud mayor de 15 cm.

Figura N° 7: Determinación de la calidad de la tierra y determinación de la composición de la misma



FUENTE: Adobe o Barro en Crudo Sistemas Constructivos, Arq. Ernesto Navas, Br. Jeysel Cisneros, Br. Gabriel Nolasco

2.2.9.3. Pruebas de Resistencia o Prueba del disco

Consiste en amasar tierra húmeda y elaborar 5 discos de 3 cm de diámetro por 1.50 cm de espesor. Dejarlos secar 48 horas y luego tratar de romperlos.

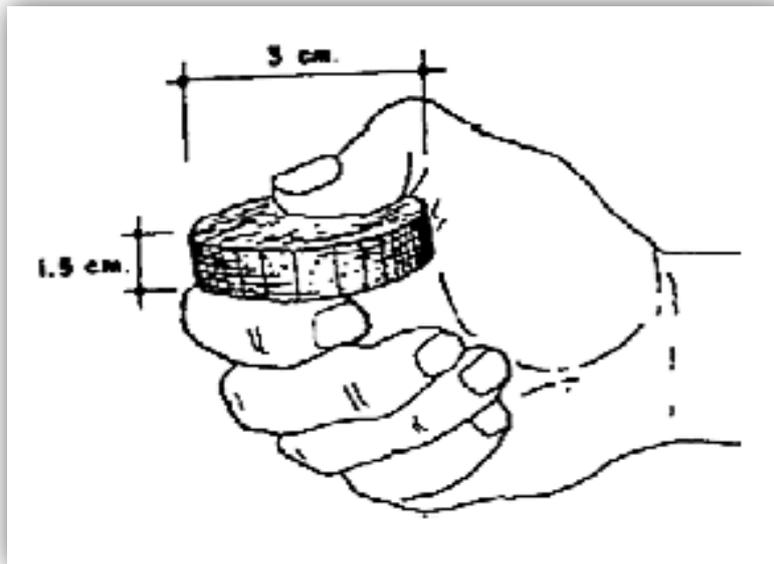
Se presentan 2 casos:

- ✓ Baja resistencia (inadecuada) cuando el disco se aplasta fácilmente.
- ✓ Media o Alta resistencia (adecuada): Cuando el disco se aplasta con dificultad o se rompe con un sonido seco.

3 cm

1.5 cm

Figura N° 8: Determinación de la rigidez del material



FUENTE: Adobe o Barro en Crudo Sistemas Constructivos, Arq. Ernesto Navas, Br. Jeysel Cisneros, Br. Gabriel Nolasco

2.2.9.4. Pruebas de Ensayos de Campo

(Tejada Schmidt, Mendoza García, & Torrealva Dávila, 2013) Existe un método para establecer si un suelo es apto para fabricar Adobes, el cual está basado en ensayos de campo que permiten determinar el nivel de calidad del suelo.

Tabla N° 5: Método para establecer si un suelo es apto para fabricar adobes

PRUEBA	PROCEDIMIENTO	INDICADORES
Prueba de color	Observación del color del suelo	-Negro: suelos orgánicos. -Claros y brillantes: inorgánicos. -Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.
Prueba dental	Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes.	-Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable. -Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo ligeramente, más suaves que los arenosos. -Arcillosos: no rechinan, suaves y quebradizos.
Prueba olfativa	Se aprecia el olor del suelo.	Olor rancio: Suelos orgánicos.
Prueba de brillo	Se corta una muestra de suelo al estado de masilla.	-Opacos: suelos arenosos. -Mates: limosos con poca arcilla. -Brillantes: arcillosos.
Prueba del enrollado	Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10 cm y se lo desplaza entre el índice y el pulgar.	Si la muestra se rompe entre los 5 a 10 cm. El contenido de arena será el adecuado. Si soporta una longitud mayor, el contenido de arcilla será muy alto; si se rompe antes de los 5 cm. se trazará de un suelo arenoso
Prueba de resistencia seca de la bolita	Se preparan tres o más bolitas de suelo hidratado de 2 cm de diámetro y se deja secar 24 horas. Luego se presionan entre el pulgar y el índice.	Si las bolitas no se rompen, significará que el contenido de arcilla conferirá adecuada resistencia a los Adobes. Si se rompe el suelo será de baja resistencia.
Prueba de la botella	Se utiliza una botella o tubo de ensayo de ½ litro de capacidad. Llenar ¼ de parte con suelo y ¾ partes con agua. Se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.	Permite establecer los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos. Las arcillas requieren para reposar 5 horas. Luego de ese tiempo se puede establecer los porcentajes aproximados de los componentes. Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA.
Prueba de agua para el barro	Se separa una pequeña porción de la masa de barro para la fabricación de los Adobes. Se la tira de golpe contra el piso. Se la trata de levantar con el uso de una sola mano.	Permite establecer si la cantidad de agua es aceptable para la fabricación de los Adobes. -Si la masa no conserva su figura y solides, teniendo finalmente dificultad de levantarse, tiene demasiada agua. -Si la masa conserva su figura y material al levantarlo, cantidad de agua aceptable. -Si la masa se esparce al momento de la colisión con el piso o si llega a dejar materia pegada al piso al momento de levantar el material, entonces indica escasa cantidad de agua.

FUENTE: (Tejada Schmidt, Mendoza García, & Torrealva Dávila, 2013)



2.2.10. Límites de Atterberg

2.2.10.1. Generalidades

Los límites de Atterberg son pruebas de laboratorio normalizados que permiten obtener los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Con ellos, es posible identificar y clasificar el suelo en la Clasificación Unificada de Suelos. (Unified Soil Classification System, USCS).

Fueron originalmente ideados por un sueco de nombre Atterberg especialista en agronomía y posteriormente redefinidos por Casagrande para fines de mecánica de suelos de la manera que hoy se conocen. Para obtener estos límites se requiere remoldear (manipular) la muestra de suelo destruyendo su estructura original y por ello es que una descripción del suelo en sus condiciones naturales es absolutamente necesaria y complementaria.

Para realizar los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0.42 mm). Esto quiere decir que no solo se trabaja con la parte fina del suelo (< malla #200), sino que se incluye igualmente la fracción de arena fina.

(Urzúa, 2011)

2.2.10.2. Definiciones

2.2.10.2.1. Límite Líquido (W_L ó LL)

Según (Bowles, 1981) es contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

2.2.10.2.2. Límite Plástico (W_p ó LP)

Según (Bowles, 1981) es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico.

2.2.10.2.3. Índice de Plasticidad (IP)

Según (Urzúa, 2011) es la diferencia entre los límites líquido y plástico, es decir, el rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene plástico:

$$IP = L_L - L_P$$

2.2.10.3. Procedimiento y Cálculo

2.2.10.3.1. Preparación del Material

Se utiliza únicamente la parte del suelo que pasa por la malla # 40 (0.42 mm). Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad.

Para los limos y suelos arenosos con poco contenido de arcilla el ensayo se podrá realizar inmediatamente después de agregar agua, siguiendo el procedimiento indicado.

Para los limos arcillosos será necesario conservar la pasta aproximadamente 4 horas en un recipiente cubierto. Para las arcillas este tiempo deberá aumentarse a 15 o más horas para asegurar una humedad uniforme de la muestra.

(Urzúa, 2011)

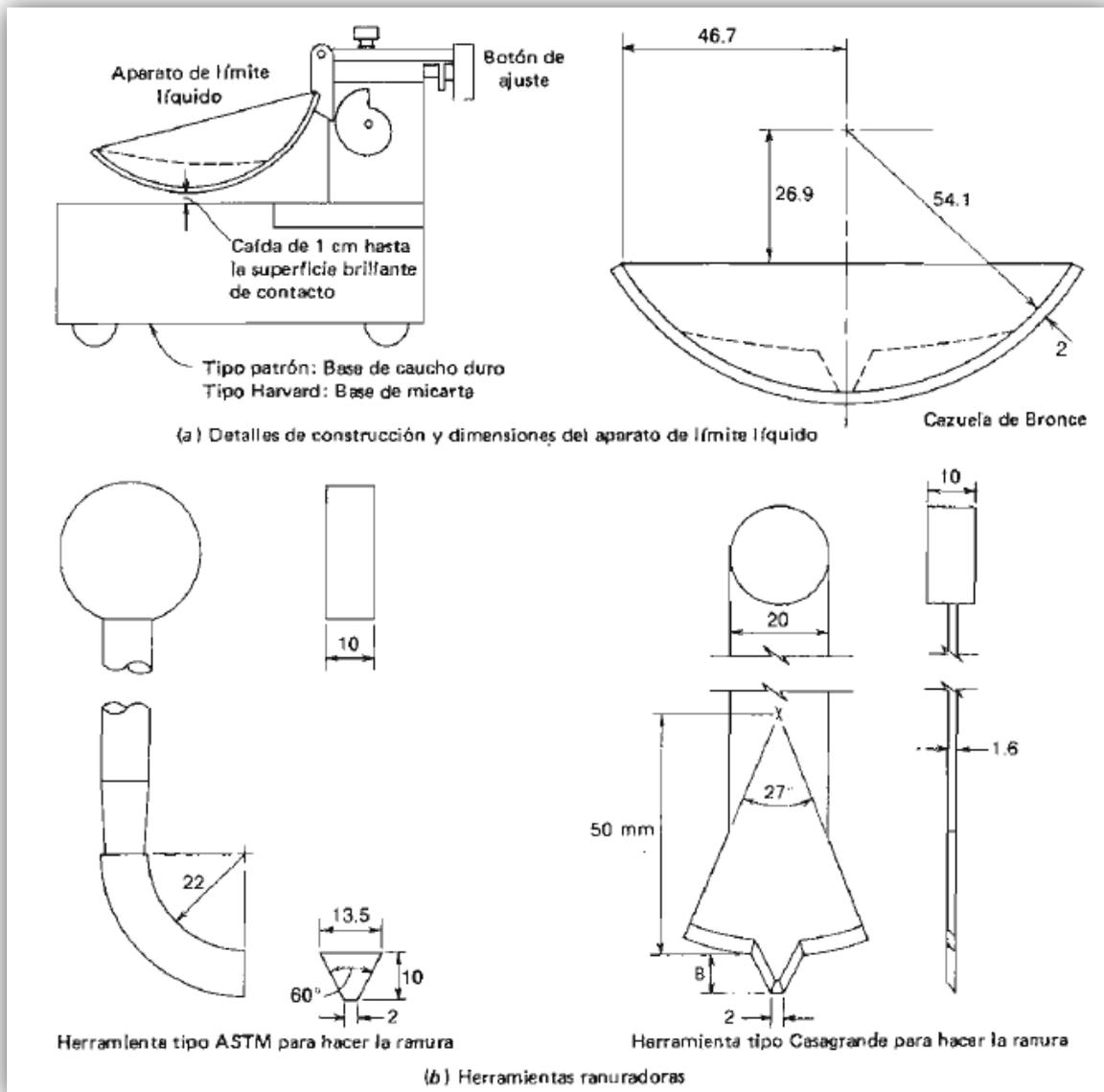
2.2.10.3.2. Determinación del Límite Líquido

En la práctica, el límite líquido se determina sabiendo que el suelo remoldeado a $W=W_L$ tiene una pequeña resistencia al corte (aprox. 0.02 kg/cm²) de tal modo que la muestra de suelo remoldeado necesita de 25 golpes para cerrar en ½ pulgada dos secciones de una pasta de suelo de dimensiones especificadas más adelante.

- a) Se deberá iniciar el ensayo preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior al límite líquido, para lo cual recibirán indicaciones del instructor.
- b) Desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento.
- c) Montar la cápsula en su posición para el ensayo.

- d) Colocar entre 50 y 70 g de suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie a una altura de 1 cm con la espátula, cuidando de no dejar burbujas de aire en la masa de suelo.

Figura N° 9: Equipo para la Prueba de Límite Líquido



FUENTE: Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil (Joseph E. Bowles)

- e) Usando el acanalador separar el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula; para una arcilla, el surco se puede hacer de una vez; los limos pueden exigir 2 o 3 pasadas suaves antes de completarlo, siendo este procedimiento aún más complejo cuando se trata de suelos orgánicos con raicillas.



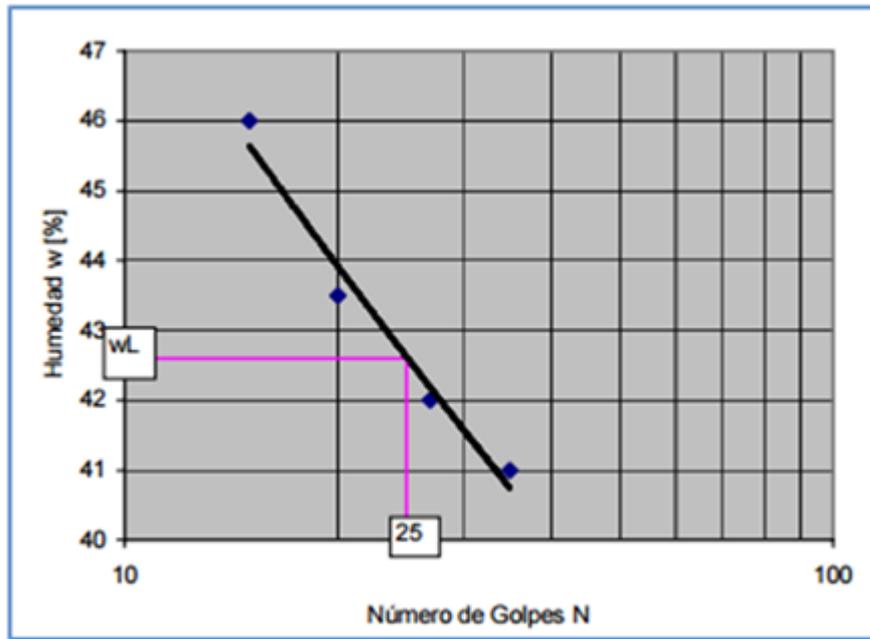
- f) Girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de dos revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre en $\frac{1}{2}$ " de longitud; anotar el número de golpes, cuando éste sea inferior a 40.
- g) Revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las operaciones e) y f)
- h) Tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, lo que permitirá obtener un punto en el gráfico semi-logarítmico de humedad v/s número de golpes.
- i) Vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana (que todavía contiene la mezcla de suelo inicial), continuar revolviendo el suelo con la espátula (durante el cual el suelo pierde humedad) y en seguida repetir las etapas (b) a (h),
- j) Repetir etapas (b) a (i), 3 a 4 veces, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 20.

(Urzúa, 2011)

2.2.10.3.3. Cálculo del Límite Líquido

Sobre un papel semi-logarítmico se construye la "curva de flujo" como se indica en la figura. Los puntos obtenidos tienden a alinearse sobre una recta lo que permite interpolar para la determinación de la ordenada w_L para la abscisa $N = 25$ golpes.

Figura N° 10: Cálculo de Limite Líquido



FUENTE: Apuntes de Laboratorio, Universidad de Chile

Nota: Método de un punto. Se puede obtener el valor de w_L a través de una sola determinación. Este método es válido para suelos de mismo tipo y formación geológica; se ha observado que tales suelos tienen curvas de flujo de iguales inclinación, en escala semi-log. Se usa la fórmula:

$$w_L = w \times \left(\frac{N}{25} \right)^{\tan \alpha}$$

Dónde:

 α = Inclinación curva de flujo (escala semi-log)

N = Número de golpes

w = Contenido de humedad correspondiente a N.

(Valores comunes de $\tan \alpha$: 0.12 a 0.13)

(Urzúa, 2011)

2.2.10.3.4. Determinación del Límite Plástico W_p



El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos de diámetro 1/8" (3 mm) cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa.

- a) Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido.
- b) En los suelos muy plásticos w_P puede ser muy diferente de w_L para evitar excesivas demoras en el ensayo con los suelos muy plásticos, es necesario secar el material al aire durante un cierto tiempo extendiéndolo sobre la placa de vidrio o amasándolo sobre toalla nova; se le puede igualmente colocar sobre el horno (a temperatura baja), al sol, o bien bajo una ampollita eléctrica; en cualquier caso es necesario asegurarse que se seque de manera uniforme.
- c) Tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro.
- d) Reconstruir la bolita de suelo, uniendo el material con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico.
- e) El límite plástico, w_P , corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos de 0.5 a 1 cm de largo, si no se está seguro de haber alcanzado w_P , es recomendable amasar una vez más el bastoncito.
- f) Pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.
- g) Realizar 2 o 3 ensayos repitiendo etapas (c) a (d) y promediar; diferencias entre 2 determinaciones no deberán exceder a 2 %.

(Urzúa, 2011)

2.2.11. Resistencia a tracción de la paja

(CFGs) Dice: En la práctica se observa que los cuerpos rígidos no existen, sino que todas se deforman más o menos cuando se les aplican fuerzas.

El objeto de la RESISTENCIA DE MATERIALES es doble:

- a. Conocidas unas fuerzas, determinar las dimensiones del material que pueda soportarlas.

- b. Conocido un material (con su forma y dimensiones), determinar la fuerza o fuerzas que puede soportar

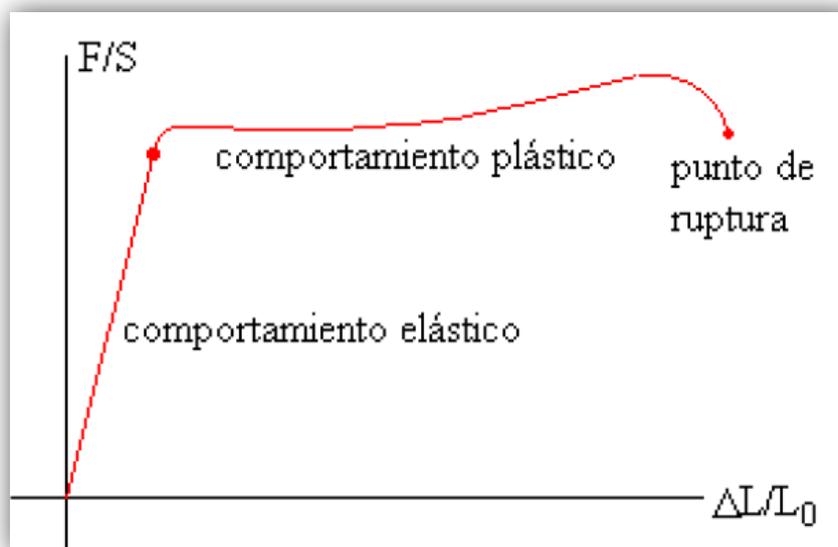
Para analizar el comportamiento (deformación) de un material frente a los esfuerzos, se toma una muestra y se ensaya en el laboratorio sometiéndola al esfuerzo deseado. Las conclusiones que se obtienen del ensayo nos permiten deducir el comportamiento posterior del material en condiciones reales (en servicio).

2.2.11.1. Diagrama de esfuerzo – deformación.

La resistencia de un material no es el único criterio que se debe utilizarse al diseñar estructuras. Frecuentemente, la rigidez suele tener la misma o mayor importancia. En menor grado, otras propiedades tales como la dureza, la tenacidad y la ductilidad también influyen en la elección de un material. Estas propiedades se determinan mediante pruebas, comparando los resultados obtenidos con patrones establecidos. Aunque la descripción completa de estas pruebas corresponde al “ensayo de materiales”, examinaremos una de ellas, la prueba de tensión en el acero, dada su importancia y la inapreciable ayuda que proporciona en la introducción de otros conceptos básicos.

Consideremos una probeta de acero sujeta entre las mordazas de una máquina de pruebas de tensión y observemos simultáneamente la carga y el alargamiento de una determinada longitud de la misma.

Figura N° 11: Diagrama esfuerzo – deformación



FUENTE: Análisis Estructural II – Ing. Heiner Soto Flórez

Los resultados se suelen representar en un gráfico en el que en ordenadas se llevan las cargas y en abscisas los correspondientes alargamientos.

En nuestra investigación sometemos a esfuerzo de tracción a las fibras de paja trenzada y analizamos en un gráfico esfuerzo deformación el módulo de elasticidad que tiene la fibra de paja trenzada.

(Pytel & Singer, 2008)

2.2.11.1.1. Módulo de Elasticidad (E)

El módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza. Siendo una constante independiente del esfuerzo siempre que no exceda de un valor máximo denominado límite elástico.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/S}{\Delta L/L}$$

E = Módulo de Elasticidad (kgf/cm²)

F = Fuerza (kgf/cm²)

S = Área (cm²)

ΔL = Variación de la longitud (cm)

L = Longitud inicial (cm)

2.2.11.2. Consideraciones para la Preparación de las Fibras de Paja Trenzada Sometidas a Tracción

- ✓ Obtener la fibra de paja, analizar sus características físicas.
- ✓ Seleccionar la paja para el trenzado y de acuerdo al diámetro que se desee trenzar con una longitud de 36 cm y diámetro variable.
- ✓ Trenzar la paja con mucho cuidado y tensando bien para que no quede muy holgado.
- ✓ Tener muestras de diferentes diámetros de paja trenzada y someterlo a esfuerzos de tracción.
- ✓ Tomar apuntes de los esfuerzos a tracción de cada diámetro de paja trenzada.



2.2.11.3. Preparación del adobe con fibras de paja trenzada embebidas e la unidad.

La adherencia de la fibra de paja trenzada a la unidad de adobe es buena ya que la rugosidad que tiene la paja trenzada permite su fácil adhesión al barro.

Preparación del adobe con paja trenzada colocado en la parte superior e inferior de la unidad.

- ✓ Tener el molde de 25 x 20 x 14 cm para moldear el adobe.
- ✓ Preparar el barro para moldearlo con los porcentajes respectivos de arena, arcilla y limo, que la norma E.080 de adobe establece.
- ✓ Dejar dormir el barro mezclado con agua por 24 horas, este proceso generalmente se llama dormido de barro.
- ✓ Dos días después, se debe echar paja en una porción de 1:5 es decir volumen de paja por cada 5 volúmenes de barro.
- ✓ Antes de vaciar el barro en la adobera, esta se deberá humedecer y espolvorear con arena fina para evitar que el barro se pegue al molde.
- ✓ Se coloca el molde en el piso y se lanza con fuerza una bola de barro apisonando todas las esquinas, en nuestro caso se apisonó toda el área del molde.
- ✓ Enrasar el molde con una regla de madera húmeda para que quede emparejado.
- ✓ Desmoldar la unidad de adobe con cuidado en un terreno llano con una capa de arena, coger las dos agarraderas y levantar rápidamente para evitar su quebrantamiento.
- ✓ Luego del desmolde, se coloca las trenzas en la parte superior de las unidades de adobe a diferentes distancias, haciéndole una línea guía para el colocado.
- ✓ Al siguiente día se voltean con mucho cuidado los adobes y se colocan las trenzas de diferentes diámetros a diferentes distancias en la cara contraria.
- ✓ Dejar secar las unidades de adobe en sombra, por unos 30 días.
- ✓ Para que la unidad de adobe no se raje con el sol, estos deberán ser cubiertos con una capa de paja, arena gruesa o plástico.
- ✓ Y después de tres días de fabricados de deben de poner de costado (canteo).

2.2.12. Resistencia al Corte

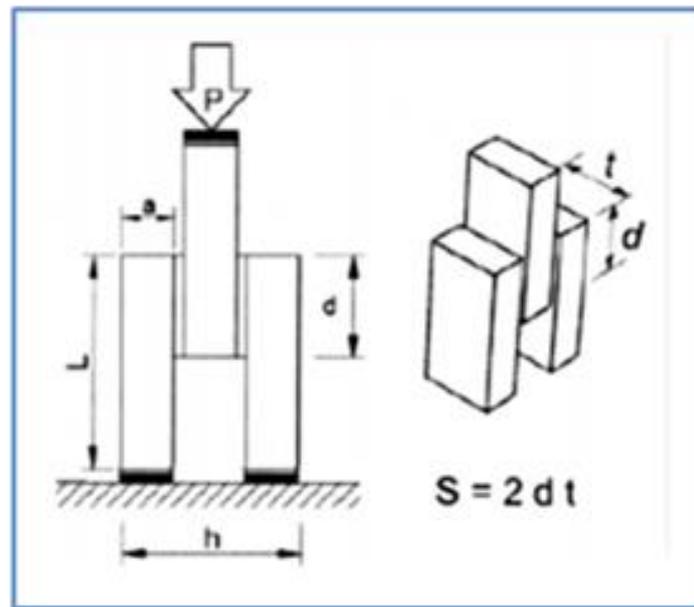
(Reglamento Nacional de Edificaciones, 2013) La resistencia al corte de la albañilería se podrá determinar por:

- ✓ Alternativamente cuando no se realicen ensayos de muretes, se podrá usar el siguiente esfuerzo admisible al corte:

$$f_b = 0.25 \text{ kg/cm}^2$$

(Sánchez Tizapa, 2012) Proporcionan un índice de la resistencia de muros a cargas horizontales en su plano, cuando fallan en la junta de mortero que une los bloques. Se trata de una falla debidamente a esfuerzos tangenciales.

Figura N° 12: Geometría de la Pila



FUENTE: Propiedades mecánicas de la mampostería de tabique rojo recocido utilizada en Chilpancingo, Gro (México)

Resistencia a corte promedio:

$$f_b = \frac{P}{S}$$

f_b = Resistencia al corte de albañilería (kgf/cm²)

P = Carga (kgf)



$S = \text{Área (cm}^2\text{)}$

$t = \text{Ancho mortero (cm)}$

$d = \text{Largo mortero (cm)}$

2.2.12.1. Preparación de las pilas de albañilería de adobe

- ✓ Clasificación de las unidades de adobe de acuerdo al número y a la cantidad de trenzas colocadas en los adobes.
- ✓ Preparado del mortero para el armado de las pilas de albañilería.
- ✓ Armado de las pilas de albañilería con tres unidades de adobe que contenga un mismo diámetro y disposición de fibras de paja trenzada, donde el adobe del centro deberá contener fibras de paja trenzadas en ambas caras.
- ✓ El mortero no deberá exceder de 2 cm ni disminuir de 1cm de espesor.
- ✓ El secado de las pilas de albañilería es de 30 días.
- ✓ Pasado los 30 días de secado se procede con el ensayo de resistencia al corte.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

Cuantitativo:

(Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de la Investigación, 1997)
Dicen que: el enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

Plantea un problema de estudio delimitado y concreto. La recolección se basa en instrumentos estandarizados. Es uniforme para todos los casos. Los datos son obtenidos por observación, medición y documentación de mediciones. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos. Las preguntas o ítems utilizados son específicos con posibilidades de respuesta predeterminadas.

La investigación realizada según el enfoque es cuantitativa y aplicada porque vamos a demostrar experimentalmente el incremento de la resistencia al corte de la albañilería, donde los diferentes diámetros de fibras de paja trenzada sometida a resistencia a la tracción, embebidas entre la unidad de adobe y el mortero, variarán significativamente la resistencia al corte.

3.1.2. Nivel de la Investigación

Descriptivo:

El de nivel descriptivo; muy frecuentemente el propósito del investigador es describir situaciones y eventos. Esto es, cómo es y se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. Desde el punto de vista científico, describir es medir. Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se



mide cada una de ellas independientemente, para así describir lo que se investiga. (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de la Investigación, 1997).

El nivel de investigación realizada según el enfoque es descriptivo, ya que mediremos los diferentes resultados obtenidos en laboratorio. Aquí medimos la realidad, y observamos diferentes aspectos como es, la resistencia al corte de la albañilería, resistencia a la compresión y la resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada, describiendo cada suceso.

3.1.3. Método de Investigación

Hipotético deductivo:

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. (Hernández, Metodología de la Investigación, 2003)

El método de investigación es hipotético deductivo, porque al estudiar la resistencia al corte de la albañilería reforzada con fibras de paja trenzada embebidas entre la unidad de adobe y el mortero, observamos las variaciones que esta sufre en los ensayos de resistencia al corte, y verificamos si la hipótesis que planteamos es verdad, comprobándola con las pruebas que se realizan a la muestra patrón en laboratorio.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico

Experimental:

En un experimento, el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestos varios individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, condición o estímulo bajo determinadas circunstancias, para después



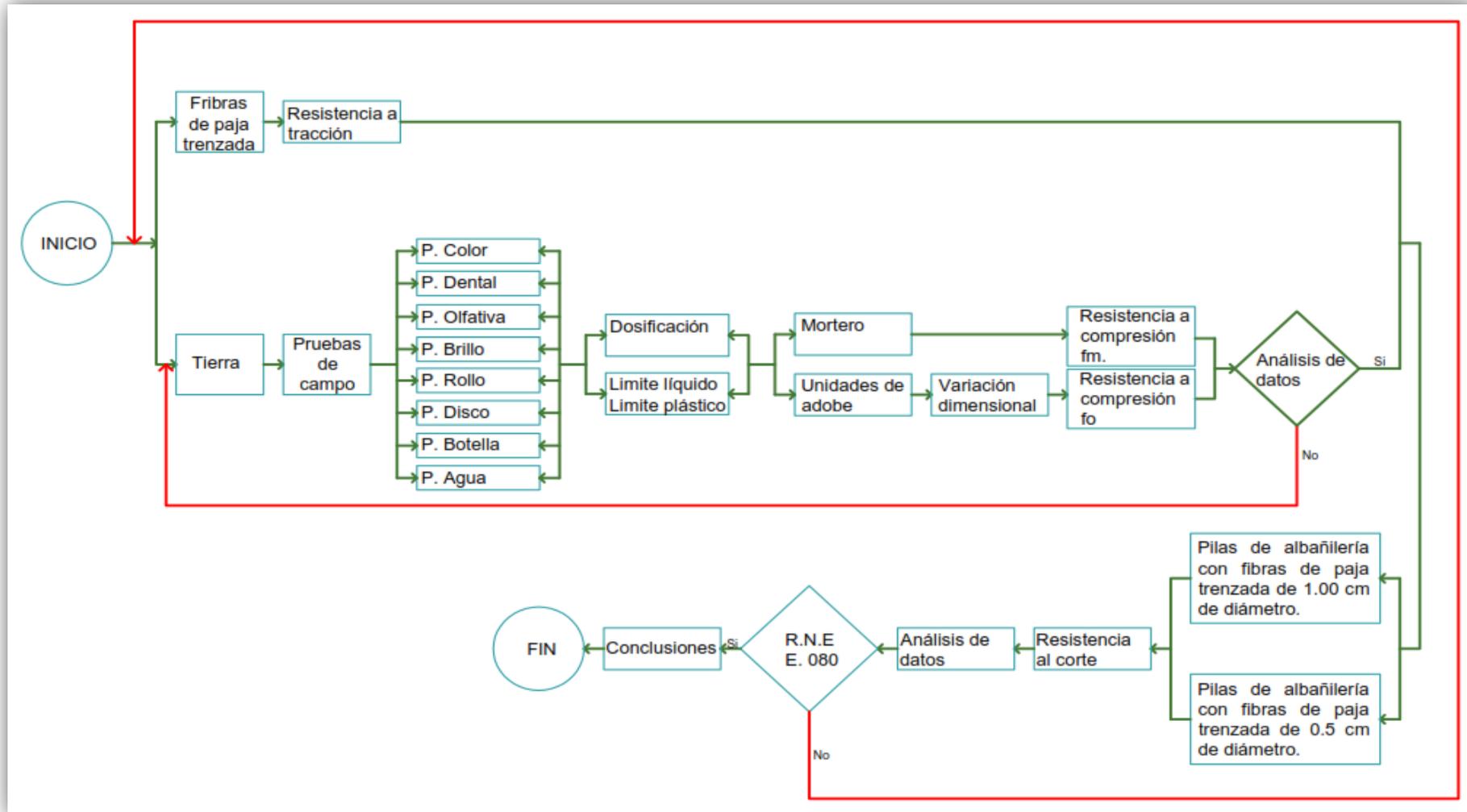
analizar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o condición. Por decirlo de alguna manera, en un experimento se “construye” una realidad. (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de la Investigación, 1997).

El diseño metodológico de nuestra investigación es de tipo experimental porque existe manipulación intencional de una o más variables independientes, donde las variables dependientes son medibles y finalmente se obtiene un contraste de valores.

3.2.2. Diseño de Ingeniería

Diagrama de flujo

Figura N° 13: Diseño metodológico de la investigación



FUENTE: Elaboración Propia

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

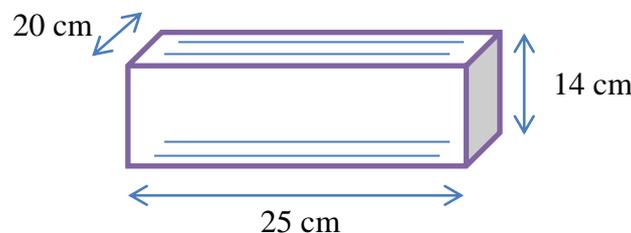
3.3.1.1. Descripción de la Población

(Bernal Torres, 2010) Es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades del muestreo.

Nuestra población son los adobes producidos con materiales e insumos del distrito de San Jerónimo, con las siguientes características físicas del adobe: Arcilla 30%, limo 20% y arena 50%, las dimensiones del adobe son: largo de 25 cm, ancho de 20 cm, y altura de 14 cm, a la unidad de albañilería se le va a reforzar con fibras de paja trenzada, colocada entre la unidad de adobe y el mortero en toda su longitud.

Con los diferentes diámetros de la fibra de paja trenzada se estudiará y observará las diferentes variaciones que sufre la resistencia al corte de la albañilería.

Figura N° 14: Unidad de albañilería, dimensiones



FUENTE: Elaboración Propia

3.3.1.2. Cuantificación de la Población

La población cuenta con 205 unidades de adobe que consta de: 60 pilas de albañilería con fibras de paja trenzada, 5 pilas de albañilería patrón y 10 unidades de adobe para compresión.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la Muestra



(Bernal Torres, 2010) Es la parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre el cual se afectaran la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

La muestra es una parte representativa de la población, en nuestro caso serán los adobes producidos con materiales e insumos de San Jerónimo, con las siguientes características físicas de la unidad de adobe: Arcilla 30%, limo 20% y arena 50%, las dimensiones del adobe son: largo de 25 cm, ancho de 20 cm, y altura de 14 cm, a la unidad de albañilería se le va a reforzar con paja trenzada, colocada entre la unidad de adobe y el mortero en toda su longitud, la muestra es un subconjunto de unidades de adobe que pertenecen al conjunto definido en sus características que es la población.

3.3.2.2. Cuantificación de la Muestra

La cuantificación de nuestra muestra, en nuestro caso será de 205 unidades de adobe que consta de: 60 pilas con paja trenzada, 5 pilas patrón y 10 unidades para compresión, la muestra se considera como única ya que es igual a la población.

3.3.2.3. Método de Muestreo

No probabilístico

Las muestras no probabilísticas, las cuales llamamos también muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal y un poco arbitraria. Aun así estas se utilizan en muchas investigaciones y a partir de ellas se hacen inferencias sobre la población. La muestra dirigida selecciona sujetos “típicos” con la vaga esperanza de que serán casos representativos de una población determinada. (Hernández, Fernández, & Baptista, Metodología de la Investigación, 1997).

El método de muestreo para nuestro caso es no probabilístico, porque nosotros intencionalmente fabricamos nuestra población y la analizamos toda para obtener los resultados esperados de nuestra investigación.

3.3.2.4. Criterios de Evaluación

Tabla N° 6: Cantidad de Población y Muestra

	DESCRIPCIÓN	CUANTIFICACIÓN
N (población)	Pilas de adobe con refuerzo de fibras de paja trenzada, más unidades de adobe para compresión.	65 pilas + 10 unidades de adobe.
N (muestra)	Pilas de adobe con refuerzo de fibras de paja trenzada, más unidades de adobe para compresión.	65 pilas + 10 unidades de adobe.

FUENTE: Elaboración Propia

Criterios de evaluación de muestra:

Tabla N° 7: Cantidad de diámetros variables de fibras de paja trenzada

	DIÁMETRO DE FIBRAS DE PAJA TRENZADA	NRO. DE FIBRAS DE PAJA TRENZADA	PILAS PATRÓN	PILAS SOMETIDAS A RESISTENCIA AL CORTE
Pilas patrón	-	-	5	5
Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	0.5 cm	02	-	10
Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	0.5 cm	03	-	10
Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	0.5 cm	04	-	10
Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	1.0 cm	02	-	10
Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	1.0 cm	03	-	10

Pila + refuerzo de paja trenzada entre el mortero y la unidad de adobe.	1.0 cm	04	-	10
SUMA			5	65
TOTAL PILAS				65
ADOBE A COMPRESIÓN				10

FUENTE: Elaboración Propia

3.3.3. Criterios de Inclusión

Condiciones:

- ✓ Los parámetros estudiados fueron puramente de albañilería.
- ✓ El adobe fue fabricado con los siguientes porcentajes: Arcilla 30%, limo 20% y arena 50%.
- ✓ El adobe fue fabricado con insumos del distrito de San Jerónimo.
- ✓ El adobe tuvo las siguientes dimensiones: largo de 25 cm, ancho de 20 cm, y altura de 14 cm.
- ✓ La fibra de paja trenzada que se utilizó para reforzar la unidad de adobe y el mortero, fue en toda su longitud de la unidad de adobe que es de 25 cm.
- ✓ Los diámetros de fibra de paja trenzada fueron de dos diámetros para la investigación, y estos diámetros de fibras de paja trenzada son de 0.50 cm y de 1.00 cm.
- ✓ Las pilas de albañilería fueron sometidas a resistencia al corte de albañilería.
- ✓ El espesor del mortero tuvo un máximo de 2cm.
- ✓ Las unidades de adobe se sometieron a esfuerzos de compresión.
- ✓ Las fibras de paja trenzada de los diferentes diámetros se sometieron a esfuerzos de tracción.

3.4. Instrumentos

- ✓ Guías de observación de Campo.
- ✓ Guías de observación de Laboratorio.

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Tabla N° 8: Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"		
ENSAYO:	Prueba para determinar si el suelo es apto para su uso		
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia		
FECHA:			
NORMA:			
PRUEBA	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS
Prueba de color			
Prueba dental			
Prueba olfativa			
Prueba de brillo			
Prueba del enrollado			
Prueba de resistencia o prueba del disco			
Prueba de la botella			
Prueba de agua para el barro			

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 9: Límite líquido y límite plástico

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
Tema:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"			
Ensayo:	Límite Líquido y Plástico			
Tesistas:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia			
Fecha:				
Norma:				
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)				
RECIPIENTE N°	N°			
NUMERO DE GOLPES	N°			
PESO DEL RECIPIENTE	grs			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs			
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs			
PESO DEL AGUA	grs			
PESO DEL SUELO SECO	grs			
% DE HUMEDAD	%			
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)				
RECIPIENTE N°	N°			
PESO DEL RECIPIENTE	grs			
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs			
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs			
PESO DEL AGUA	grs			
PESO DEL SUELO SECO	grs			
% DE HUMEDAD	%			

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 10: Dosificación de la mezcla de tierra para el adobe y el mortero

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO:	Dosificación de la mezcla de tierra para el adobe y el mortero								
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso de la arcilla (Kg)	Peso de limo (Kg)	Peso de la arena (Kg)	Peso total (kg)	Volumen de barro (m ³)	Volumen de paja (m ³)	Volumen de agua (m ³)
Mortero									
Adobe									

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla N° 14: Trenzado de fibras de paja

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"		
ENSAYO:		Trenzado de fibras de paja		
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia		
Muestra N°	Fecha de elaboración	Diámetro (m)	Longitud por unidad de adobe (m)	Longitud total (m)

FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 15: Ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a tracción de la fibra de paja trenzada							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:									
Descripción	Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a tracción (K-N)	Resistencia a tracción (kgf)	Resistencia a tracción (kgf/cm ²)

FUENTE: Elaboración propia

3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

3.4.2.1. Máquina de compresión

La máquina para ensayos de compresión está compuesta por un equipo principal, una fuente hidráulica y un controlador. Esta máquina está especialmente diseñada para ensayos de compresión de concreto, pero puede ser utilizada en los ensayos de compresión de unidades de adobe.

Figura N° 15: Equipo de compresión ACCUTEK



FUENTE: Elaboración Propia

3.4.2.2. Horno

El horno nos permitirá evaporar la humedad que contiene un cuerpo, de forma de que se pueda corregir los pesos que este contenga, y se haya podido adherir e incrementar de acuerdo a su humedad.

El horno cuenta con un circundante de aire, termostáticamente controlado para una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Figura N° 16: Horno eléctrico

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.2.3. Balanza

La balanza es un instrumento de laboratorio que mide la masa de un cuerpo, utilizando como medio de comparación la fuerza de gravedad que actúa sobre un cuerpo.

Figura N° 17: Balanza

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.2.4. Cuchara de Casagrande

La cuchara de Casagrande también llamada Copa de Casagrande, es un instrumento de medición utilizado en geotecnia para determinar el límite líquido de una muestra de terreno.

Figura N° 18: Cuchara de Casagrande

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.2.5. Vidrio Esmerilado

Instrumento para realizar los rollos del límite plástico.

Figura N° 19: Vidrio esmerilado

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.2.6. Equipo Universal para Ensayos de Materiales

Es una maquina semejante a una prensa con la que es posible someter materiales a ensayos de tracción y compresión para medir sus propiedades, en este caso fue usado para medir la resistencia a tracción de la fibras de paja trenzada.

Figura N° 20: Equipo universal para ensayo de materiales

FUENTE: Elaboración Propia.

3.4.2.7. Moldes Cúbicos

Los moldes para los especímenes cúbicos de 5 cm deben ser apropiadamente herméticos. Los moldes no deben tener más de tres compartimentos cúbicos, no constando de más de dos elementos separables. Estos elementos deben estar dotados de dispositivos de que aseguren una perfecta y rígida unión.

Figura N° 21: Moldes cúbicos

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5. Procedimiento de Recolección de Datos

3.5.1. Trenzado de las fibras de paja trenzada

Materiales:

- ✓ Fibras de paja
- ✓ Agua

Procedimiento:

Para la mejor manipulación para el trenzado la paja fue sumergida en agua antes de su trenzado.

El trenzado de las fibras de paja trenzada se realizó de dos diferentes diámetros, de 0.5 cm y 1.00 cm.

La longitud del trenzado de fibras de paja para 0.5 cm fue de 90 m y para 1.0 cm 90m.

Características físicas de las fibras de paja:

- ✓ Color: tiene un color gris amarillento uniforme
- ✓ Aspecto: con rugosidades en la superficie
- ✓ Textura: varia de compacta a esponjosa
- ✓ Sabor: agradable
- ✓ Olor: característico a producto remojado

Figura N° 22: Remojado de fibras de paja



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 23: Trenzado de las fibras de paja



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 24: Cortado de las fibras de paja trenzada



FUENTE: Elaboración propia

Tabla N° 18: Toma de datos del trenzado de las fibras de paja

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"		
ENSAYO:		Trenzado de fibras de paja		
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia		
Muestra N°	Fecha de elaboración	Díámetro (m)	Longitud por unidad de adobe (m)	Longitud total (m)
1	23/05/2016 al	0.005	0.25	90
2	27/05/2016	0.010	0.25	90
$\Sigma =$				180

FUENTE: Elaboración Propia

3.5.2. Preparación de los testigos de unidades de adobe y colocado de las fibras de paja trenzada

Materiales:

- ✓ Gaveras
- ✓ Palas
- ✓ Picos
- ✓ Carretillas
- ✓ Paja trenzada

Procedimiento

Primero se realizó el cálculo de los porcentajes para añadir a las mezclas de adobe, los cuales deben ser respecto al peso del peso seco del suelo.

Se realizó la fabricación de adobe normalizada, según lo establecido por el Manual de SENCICO.

Figura N° 25: Preparado, mezclado y pisado de la tierra



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 26: Dormido de la Mezcla para adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 27: Molde de las unidades de adobe



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 28: Moldeado de las unidades de adobe



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 29: Colocado de las fibras de paja trenzada



FUENTE: Elaboración Propia.

Luego de elaboradas las unidades de adobe, se dejó en un lugar protegido para el secado de las unidades y posteriormente al tendido y marcado de las unidades.

Figura N° 30: Tendido de las unidades de adobe



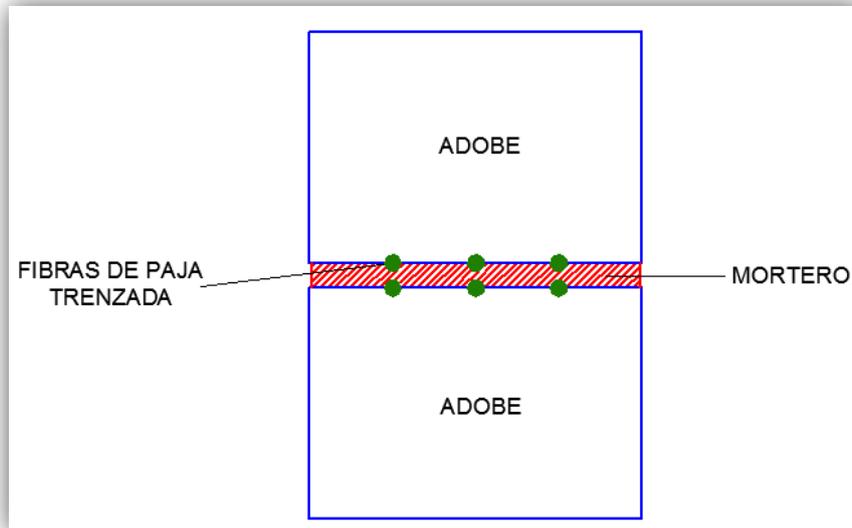
FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 31: Arrumado de las unidades de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 32: Corte de la sección de la pila de albañilería reforzada con fibras de paja trenzada



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 19: Toma de datos de dosificación de la mezcla para el adobe y el mortero

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO:	Dosificación de la mezcla de tierra para el adobe y el mortero								
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Peso de la arcilla (Kg)	Peso de limo (Kg)	Peso de la arena (Kg)	Peso total (kg)	Volumen de barro (m3)	Volumen de paja (m3)	Volumen de agua (m3)
Mortero	20/09/2016	22/09/2016	87.75	58.5	146.25	292.5	0.08	0.02	0.05
Adobe	14/06/2016	16/06/2016	1598.23	1065.49	2663.73	5327.45	1.42	0.28	0.93

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3. Ensayos de campo para la fabricación del adobe

Antes de la fabricación de las unidades de adobe, se realizó diferentes ensayos en campo, para determinar la dosificación óptima de agua, arena, arcilla y limo.

3.5.3.1. Pruebas para determinar si el suelo es apto para su uso

Procedimiento:

Previo a la fabricación de los adobes se realizaron pruebas convencionales para determinar si el suelo es apto para su uso, luego de las pruebas realizadas, se observa que el suelo es apto para su uso.

Tabla N° 20: Toma de datos para determinar si el suelo es apto para su uso

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 			
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"		
ENSAYO:	Prueba para determinar si el suelo es apto para su uso		
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia		
FECHA:	28/08/2016		
NORMA:	"Buena Tierra" - Apuntes para el diseño y construcción con Adobe		
PRUEBA	PROCEDIMIENTO	INDICADORES	RESULTADOS
Prueba de color	Observación del color del suelo	-Negro: suelos orgánicos. -Claros y brillantes: inorgánicos. -Gris claro: limosos, con carbonato cálcico, suelos poco cohesivos.	Claros y brillantes (Correcto)
Prueba dental	Se muele ligeramente una pizca de suelo entre los dientes.	-Arenosos: partículas duras, rechinan entre los dientes, sensación desagradable. -Limosos: partículas más pequeñas, rechinan sólo Ligeramente, más suaves que los arenosos. -Arcillosos: no rechinan, suaves y quebradizos.	Limosos - Arcillosos (Correcto)
Prueba olfativa	Se aprecia el olor del suelo.	Olor rancio: Suelos orgánicos.	Sin olor rancio (Correcto)
Prueba de brillo	Se corta una muestra de suelo al estado de masilla.	-Opacos: suelos arenosos. -Mates: limosos con poca arcilla. -Brillantes: arcillosos.	Mates (Correcto)
Prueba del enrollado	Se forma un rollo de suelo hidratado de 5 a 10 cm y se lo desplaza entre el índice y el pulgar.	Si la muestra se rompe entre los 5 a 10 cm. El contenido de arena será el adecuado. Si soporta una longitud mayor, el contenido de arcilla será muy alto; si se rompe antes de los 5 cm. se trazará de un suelo arenoso	La muestra de rompió a 7 cm. (Correcto)
Prueba de resistencia o prueba del disco	Se preparan tres o más bolitas de suelo hidratado de 2 cm de diámetro y se deja secar 24 horas. Luego se presionan entre el pulgar y el índice.	Si las bolitas no se rompen, significará que el contenido de arcilla conferirá adecuada resistencia a los Adobes. Si se rompe el suelo será de baja resistencia.	Las bolitas no llegaron a quebrarse usando solo la fuerza de los dedos (Correcto)
Prueba de la botella	Se utiliza una botella o tubo de ensayo de ½ litro de capacidad. Llenar ¼ de parte con suelo y ¾ partes con agua. Se agita la suspensión y se deja reposar 5 horas.	Permite establecer los porcentajes de finos y arenas. Las arenas reposan inmediatamente. Los limos reposan a los pocos minutos. Las arcillas requieren para reposar 5 horas. Luego de ese tiempo se puede establecer los porcentajes aproximados de los componentes. Los rangos deben estar dentro de los indicados en la NORMA.	50% arena 30% de arcilla 20% de limo (Correcto)

<p>Prueba de agua para el barro</p>	<p>Se separa una pequeña porción de la masa de barro para la fabricación de los Adobes. Se la tira de golpe contra el piso. Se la trata de levantar con el uso de una sola mano.</p>	<p>Permite establecer si la cantidad de agua es aceptable para la fabricación de los Adobes. -Si la masa no conserva su figura y solides, teniendo finalmente dificultad de levantarse, tiene demasiada agua. -Si la masa conserva su figura y material al levantarlo, cantidad de agua aceptable. -Si la masa se esparce al momento de la colisión con el piso o si llega a dejar materia pegada al piso al momento de levantar el material, entonces indica escasa cantidad de agua.</p>	<p>Conserva su figura y material al levantar la bolita de barro. (Correcto)</p>
--	--	--	---

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3.2. Ensayos de Límite líquido y límite plástico

Se realizó ensayos de límite líquido y plástico para obtener resultados de suficiente dosificación para la preparación de las unidades de adobe y mortero.

Equipos:

- ✓ Cuchara de Casagrande
- ✓ Vidrio esmerilado
- ✓ Ranurador
- ✓ vernier
- ✓ Morteros
- ✓ Balanza
- ✓ Tamiz N°40
- ✓ Recipiente metálico
- ✓ Taras

Procedimiento:

Se tamizó el material para la fabricación de las unidades de adobe por la malla N°40, se procedió al pesado para limite liquido de 200gr. y para limite plástico de 20gr.

Se procedió a humedecer la muestra y a realizar los ensayos en la cuchara de Casagrande con diferentes golpes para límite líquido y para límite plástico se realizan rollitos en el vidrio esmerilado. Luego de terminado el ensayo se llevó al horno las taras de las muestras tomadas de cada ensayo.

Tabla N° 21: Tamizado del material para el ensayo de límite líquido y plástico



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 33: Pesado de la muestra de suelo para límite líquido



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 34: Pesado de la muestra de suelo para límite plástico



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 35: Ensayo de límite líquido



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 36: Ensayo de límite líquido y límite plástico



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 22: Toma de datos de límite líquido y límite plástico

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 				
Tema:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"			
Ensayo:	Límite Líquido y Plástico			
Tesistas:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia			
Fecha:	05/10/2016			
Norma:	ASTM D4318			
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)				
RECIPIENTE N°	N°	A1	F6	A2.3
NUMERO DE GOLPES	N°	28	26	20
PESO DEL RECIPIENTE	grs	15.73	15.80	15.65
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	27.15	27.03	30.55
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	24.89	24.79	27.55
PESO DEL AGUA	grs	2.26	2.24	3.00
PESO DEL SUELO SECO	grs	9.16	8.99	11.90
% DE HUMEDAD	%			
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)				
RECIPIENTE N°	N°	PAV12	SC	PROMEDIO
PESO DEL RECIPIENTE	grs	15.98	15.65	
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	21.98	21.70	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	21.05	20.75	
PESO DEL AGUA	grs	0.93	0.95	
PESO DEL SUELO SECO	grs	5.07	5.10	
% DE HUMEDAD	%			

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3.3. Prueba granulométrica (Prueba de la botella)

Equipo:

- ✓ Botella
- ✓ Material

Procedimiento:

Se realizó la prueba granulométrica, para determinar si tiene la suficiente cantidad de material requerido para la fabricación de las unidades de adobe.

Figura N° 37: Prueba Granulométrica

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3.4. Prueba de plasticidad (Prueba del rollo)**Procedimiento:**

De la mezcla para fabricar las unidades de adobe se tomó una muestra y se realizó la prueba de plasticidad de campo donde el extremo que se rompe mide 10 cm, con lo que concluimos que la mezcla es óptima para la realización de las unidades de adobe y del mortero.

Figura N° 38: Prueba del rollo

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3.5. Prueba de resistencia (Prueba del disco)

En la prueba de resistencia o prueba del disco, después del secado de 48 horas, se observó que los discos no se rompen con la fuerza de los dedos. Esto quiere decir que tuvo un óptimo porcentaje de material.

Figura N° 39: Prueba de resistencia



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 40: Discos de barro



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 41: Prueba de resistencia del disco de barro



FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.3.6. Prueba de Agua para el Barro

Después de realizar las bolitas de barro, estas fueron lanzadas contra el piso, y se observó que mantienen su forma y material después de ser levantado.

Figura N° 42: Prueba de agua en campo



FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.4. Ensayo de variación de dimensiones

Equipo:

- ✓ Wincha

Procedimiento.

El adobe después de elaborado, al ser expuesto al secado durante 30 días, sufre una variación de dimensiones, es por ello que mediante este ensayo se determinó cuanta es la variación de las unidades de adobe.

Para la realización de esta prueba, se midió el ancho, largo y altura de los adobes, pasados los 30 días después de su elaboración, se compararon los resultados con las medidas de las gaveras, con las cuales se elaboraron los adobes, es decir: 25 cm x 20 cm x 14 cm.

Figura N° 43: Medición de las unidades de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 44: Traslado de adobes a laboratorio



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 23: Toma de datos de variabilidad dimensional

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(D) ↑	1	21/08/2016	23.9	24.0	23.9		18.8	18.8	19.0	18.9	12.5	12.6	12.7	
	2	21/08/2016	23.5	23.6	23.2		18.8	19.0	18.8	18.9	13.0	12.8	13.4	
	3	21/08/2016	23.7	24.2	24.2		18.8	19.0	18.5	18.8	13.3	12.7	12.5	
	4	21/08/2016	24.5	24.0	23.9		18.8	19.0	19.2	19.0	12.2	12.7	12.1	
	5	21/08/2016	24.2	24.2	24.3		19.9	19.2	19.1	19.4	13.0	13.6	12.5	
	6	21/08/2016	23.8	24.0	23.9		19.3	18.9	19.0	19.1	12.4	13.6	12.7	
	7	21/08/2016	23.7	23.6	23.6		18.6	18.7	19.2	18.8	12.2	13.3	12.2	
	8	21/08/2016	23.8	23.8	23.7		19.0	18.8	19.0	18.9	13.4	12.5	13.9	
	9	21/08/2016	24.0	24.1	24.3		18.9	18.7	18.5	18.7	13.4	13.9	13.2	
	10	21/08/2016	24.0	23.4	23.6		19.2	19.1	19.4	19.2	12.6	12.3	13.1	
	11	21/08/2016	23.5	23.7	23.7		19.0	18.9	19.1	19.0	13.4	12.5	12.7	
	12	21/08/2016	23.7	24.2	23.9		19.0	18.8	19.0	18.9	13.4	12.5	13.9	
	13	21/08/2016	23.7	24.2	24.0		19.2	19.1	19.4	19.2	12.6	12.3	13.1	
	14	21/08/2016	23.6	23.9	23.7		19.0	18.9	19.1	19.0	12.4	12.5	12.7	
	15	21/08/2016	23.7	24.1	24.0		19.0	19.0	18.8	18.9	12.9	12.7	13.0	
	16	21/08/2016	24.1	24.4	24.1		19.0	1.2	19.3	13.2	12.0	12.4	12.9	
	17	21/08/2016	24.1	24.0	24.0		18.8	18.8	19.2	18.9	12.7	12.7	13.7	
	18	21/08/2016	24.1	24.1	24.0		19.2	19.3	19.1	19.2	12.6	13.5	13.3	
	19	21/08/2016	23.9	4.4	24.4		18.4	18.9	18.8	18.7	13.0	12.8	13.7	
	20	21/08/2016	23.5	23.9	23.6		19.0	19.1	18.9	19.0	13.2	11.9	13.6	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(D) ↓	1	21/08/2016	23.7	24.1	23.9		19.1	19.1	19.1		13.1	13.5	13.5	
	2	21/08/2016	23.6	24.2	24.0		19.5	19.4	19.3		13.3	13.4	12.8	
	3	21/08/2016	23.9	24.0	24.1		19.0	19.0	18.8		12.4	12.7	12.8	
	4	21/08/2016	24.3	24.5	24.2		19.1	19.2	19.3		13.5	12.7	13.6	
	5	21/08/2016	23.6	24.0	24.0		18.8	19.0	19.2		13.2	12.7	13.1	
	6	21/08/2016	23.8	24.0	24.1		19.9	19.2	19.1		13.0	13.6	12.5	
	7	21/08/2016	24.1	24.0	23.9		19.3	18.9	19.0		13.4	13.6	13.7	
	8	21/08/2016	24.2	24.5	24.3		19.9	19.8	19.4		12.5	12.6	12.8	
	9	21/08/2016	24.1	24.1	24.1		18.3	19.3	18.8		13.7	13.4	13.6	
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.7		19.0	18.9	19.2		12.9	12.5	12.7	

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(D) ↑	1	21/08/2016	23.4	24.1	23.8		19.5	19.2	19.3		12.5	12.1	12.6	
	2	21/08/2016	24.2	24.1	24.2		19.0	19.1	19.6		13.6	13.3	13.4	
	3	21/08/2016	24.1	24.1	24.3		19.0	18.8	19.0		13.4	13.5	13.4	
	4	21/08/2016	23.6	23.7	23.8		18.9	18.7	19.0		13.5	13.6	12.2	
	5	21/08/2016	23.7	24.2	24.0		19.2	19.1	19.4		13.4	13.3	12.1	
	6	21/08/2016	23.6	23.9	23.7		19.0	18.9	19.1		13.4	13.5	13.7	
	7	21/08/2016	23.7	24.1	24.0		19.5	19.5	19.8		13.5	13.7	13.6	
	8	21/08/2016	24.1	24.4	24.1		19.0	19.0	19.3		13.0	12.4	12.9	
	9	21/08/2016	23.7	24.0	23.9		19.0	18.8	19.1		12.6	13.5	13.7	
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.9		18.9	19.1	19.1		13.1	13.0	13.0	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(D) ↑	1	21/08/2016	23.9	23.8	23.8		19.1	19.0	18.9		13.6	13.5	13.9	
	2	21/08/2016	23.6	24.0	24.3		19.9	19.8	19.0		12.7	12.6	12.3	
	3	21/08/2016	23.8	23.9	24.0		18.6	18.8	19.1		13.0	13.0	12.6	
	4	21/08/2016	23.9	24.3	24.1		19.0	18.8	19.0		13.5	13.4	12.4	
	5	21/08/2016	24.0	23.8	24.2		19.1	19.1	19.1		12.8	12.5	12.4	
	6	21/08/2016	23.8	23.5	23.6		19.0	19.1	18.9		12.8	12.9	13.0	
	7	21/08/2016	23.7	24.2	24.2		19.2	18.7	19.1		13.8	13.0	12.7	
	8	21/08/2016	24.5	24.0	23.9		18.6	19.0	18.1		13.3	13.0	12.5	
	9	21/08/2016	24.2	24.2	24.3		18.8	18.8	18.9		13.5	13.1	12.9	
	10	21/08/2016	23.8	24.0	23.9		18.6	18.7	18.9		13.5	13.4	12.9	
	11	21/08/2016	23.7	23.6	23.6		18.8	18.6	18.8		13.0	12.8	12.6	
	12	21/08/2016	23.8	23.8	23.7		19.0	19.0	18.8		12.8	12.9	12.4	
	13	21/08/2016	24.0	24.1	24.3		19.0	19.1	18.8		13.2	12.6	12.5	
	14	21/08/2016	24.0	23.4	23.6		19.2	19.0	19.2		13.0	13.0	13.2	
	15	21/08/2016	23.5	23.7	23.7		18.9	18.8	18.7		12.4	13.0	12.7	
	16	21/08/2016	23.7	24.2	23.9		18.2	18.8	18.6		12.7	12.8	13.0	
	17	21/08/2016	24.0	24.2	24.0		18.9	18.9	19.1		13.5	13.1	13.0	
	18	21/08/2016	24.0	24.1	23.8		19.0	19.2	18.8		12.2	12.5	2.8	
	19	21/08/2016	24.1	24.0	23.4		19.1	19.2	19.2		13.0	12.6	12.8	
	20	21/08/2016	23.7	24.0	23.8		19.2	19.1	19.4		12.9	12.9	13.0	

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(D) ↑	1	21/08/2016	23.8	24.1	24.1		18.7	19.2	19.2		12.3	13.1	12.8	
	2	21/08/2016	23.9	24.1	24.0		19.0	19.0	19.3		12.9	13.1	12.9	
	3	21/08/2016	23.9	24.2	24.0		19.2	19.2	19.0		12.8	13.3	13.2	
	4	21/08/2016	23.8	24.0	24.0		18.8	19.1	19.1		12.7	13.3	12.8	
	5	21/08/2016	23.7	23.8	23.6		19.2	19.1	19.1		12.7	13.0	12.8	
	6	21/08/2016	23.7	24.4	24.2		18.6	19.0	18.7		13.0	13.1	13.3	
	7	21/08/2016	24.1	24.0	24.0		18.8	18.8	19.2		12.7	12.7	13.7	
	8	21/08/2016	24.1	24.1	24.0		19.2	19.3	19.1		12.6	13.5	12.3	
	9	21/08/2016	23.9	4.4	24.4		18.4	18.9	18.8		13.0	13.2	13.5	
	10	21/08/2016	23.5	23.9	23.6		19.0	19.1	18.9		13.4	13.5	13.6	
	11	21/08/2016	23.8	24.0	24.0		18.5	19.2	19.1		12.8	13.0	13.0	
	12	21/08/2016	23.9	23.0	23.9		19.0	18.8	19.0		12.5	12.6	13.2	
	13	21/08/2016	24.0	24.3	23.9		19.0	19.1	19.1		12.3	12.2	12.5	
	14	21/08/2016	23.6	23.7	24.0		19.2	18.8	18.6		12.4	12.5	13.0	
	15	21/08/2016	23.8	23.9	23.8		18.8	19.0	18.9		13.4	13.3	13.5	
	16	21/08/2016	23.8	23.9	24.0		18.6	18.8	19.1		13.0	13.0	12.6	
	17	21/08/2016	23.9	24.3	24.1		19.0	18.8	19.0		13.5	13.4	12.4	
	18	21/08/2016	24.0	23.8	24.2		19.1	19.1	19.1		13.8	13.5	13.4	
	19	21/08/2016	23.8	23.5	23.6		19.0	19.1	18.9		12.8	12.9	13.0	
	20	21/08/2016	23.7	24.2	24.2		19.2	18.7	19.1		12.8	13.0	12.7	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(D) ↕	1	21/08/2016	23.6	24.2	24.1		19.1	19.0	18.9		13.0	12.9	12.9	
	2	21/08/2016	24.1	24.2	24.2		18.9	19.0	19.1		12.8	12.5	12.4	
	3	21/08/2016	24.0	23.8	23.8		18.8	19.0	18.5		13.3	12.7	12.5	
	4	21/08/2016	23.6	24.0	24.0		18.8	19.0	19.2		13.2	12.7	13.1	
	5	21/08/2016	23.8	24.0	24.1		19.9	19.2	19.1		13.0	12.6	12.5	
	6	21/08/2016	24.1	24.0	23.9		19.3	18.9	19.0		12.4	12.6	12.7	
	7	21/08/2016	24.2	24.1	24.0		18.6	18.7	19.2		12.2	12.3	12.2	
	8	21/08/2016	23.5	23.7	23.9		18.7	18.7	18.9		13.5	13.2	13.2	
	9	21/08/2016	24.5	24.4	23.8		19.0	19.0	19.0		13.4	13.5	13.4	
	10	21/08/2016	23.8	24.1	23.8		18.8	18.0	18.9		12.6	12.5	12.5	

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(G) ↑	1	21/08/2016	23.6	24.0	24.0		18.8	18.8	18.8		13.0	13.4	13.2	
	2	21/08/2016	23.3	23.7	24.0		18.8	18.8	19.0		13.5	13.5	13.0	
	3	21/08/2016	23.6	24.2	24.3		18.5	19.0	19.1		13.0	12.8	13.1	
	4	21/08/2016	23.8	24.3	24.4		19.1	19.0	18.9		13.0	13.0	12.7	
	5	21/08/2016	23.8	24.1	23.8		18.8	18.0	18.9		13.0	13.5	13.5	
	6	21/08/2016	23.9	23.9	23.7		19.0	18.8	19.1		12.9	13.3	13.2	
	7	21/08/2016	23.8	23.9	24.0		19.1	18.9	18.9		13.2	12.9	12.9	
	8	21/08/2016	24.0	24.1	24.0		18.8	18.4	18.9		12.6	12.1	12.1	
	9	21/08/2016	24.0	24.0	23.9		19.1	18.8	19.0		13.1	13.4	13.6	
	10	21/08/2016	23.0	23.2	24.0		19.0	18.6	18.9		13.9	13.4	12.6	
	11	21/08/2016	23.7	23.7	23.6		18.9	18.6	18.0		12.9	12.1	12.8	
	12	21/08/2016	23.9	24.0	24.1		19.1	18.8	19.1		12.7	12.7	12.3	
	13	21/08/2016	23.9	24.0	23.6		19.1	19.0	18.9		13.4	13.1	13.7	
	14	21/08/2016	24.2	24.5	24.3		19.9	19.8	19.4		12.5	12.6	12.8	
	15	21/08/2016	24.1	24.1	24.1		18.3	19.3	18.8		13.7	13.4	13.6	
	16	21/08/2016	23.9	24.0	23.7		19.0	18.9	19.2		12.9	12.5	12.7	
	17	21/08/2016	23.5	23.7	23.9		18.8	19.0	19.5		12.5	12.9	12.2	
	18	21/08/2016	24.2	24.4	24.0		19.2	19.0	19.6		12.4	12.2	12.4	
	19	21/08/2016	24.0	24.1	24.2		19.1	19.2	19.3		12.5	12.5	12.3	
	20	21/08/2016	23.9	24.0	23.7		19.0	18.9	19.2		13.9	13.5	13.7	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(G) ↕	1	21/08/2016	24.2	24.5	24.6		19.2	19.3	19.3		12.5	12.1	12.2	
	2	21/08/2016	24.2	24.2	24.0		18.5	19.2	19.3		12.5	12.7	13.0	
	3	21/08/2016	23.6	24.2	24.0		19.5	19.4	19.3		12.3	12.4	12.8	
	4	21/08/2016	23.9	24.0	24.1		19.0	19.0	19.2		12.4	12.7	12.8	
	5	21/08/2016	24.3	24.5	24.2		19.1	19.2	19.3		12.5	12.7	12.6	
	6	21/08/2016	24.2	24.2	24.0		19.2	19.1	19.1		13.2	13.0	12.8	
	7	21/08/2016	23.8	24.0	23.9		18.6	18.7	18.8		13.2	13.6	13.4	
	8	21/08/2016	24.0	24.2	23.9		19.2	18.8	19.0		12.8	13.0	13.0	
	9	21/08/2016	24.0	24.1	23.7		19.1	18.9	19.2		13.0	12.8	12.6	
	10	21/08/2016	24.0	24.0	23.8		19.2	19.1	19.2		12.8	13.2	13.2	

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												
FACULTAD DE INGENIERÍA		FACULTAD DE INGENIERÍA												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL												
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(G) ↑	1	21/08/2016	23.5	24.1	23.7		19.0	18.5	19.9		12.9	13.4	12.8	
	2	21/08/2016	23.7	23.9	23.9		18.8	19.0	19.3		12.9	12.5	12.9	
	3	21/08/2016	24.2	24.0	24.0		19.2	19.0	19.0		11.7	12.6	12.5	
	4	21/08/2016	23.7	24.2	24.4		19.0	18.9	19.0		12.0	12.5	12.4	
	5	21/08/2016	24.0	24.0	23.9		19.2	19.0	19.0		13.0	12.9	12.5	
	6	21/08/2016	23.8	24.0	23.9		19.0	18.7	18.5		13.0	12.7	12.9	
	7	21/08/2016	23.9	23.6	23.5		18.9	18.5	18.6		13.5	13.0	13.0	
	8	21/08/2016	23.8	23.7	23.8		18.7	18.8	18.8		13.5	13.6	13.0	
	9	21/08/2016	24.0	23.8	23.8		18.9	18.6	18.8		13.4	13.6	13.6	
	10	21/08/2016	23.8	24.1	23.9		18.6	18.9	18.9		13.5	13.0	13.1	
	11	21/08/2016	23.2	24.3	24.0		18.6	18.4	18.6		13.2	12.7	12.0	
	12	21/08/2016	23.9	24.1	23.8		19.1	19.1	19.0		12.9	13.0	12.6	
	13	21/08/2016	24.0	24.2	23.9		19.2	18.8	19.0		12.8	13.0	13.0	
	14	21/08/2016	24.0	24.1	23.7		19.1	18.9	19.2		13.0	12.8	12.6	
	15	21/08/2016	24.0	24.0	23.8		19.2	19.1	19.2		12.8	13.2	13.2	
	16	21/08/2016	23.9	24.1	24.0		19.0	19.0	19.1		13.0	12.5	12.8	
	17	21/08/2016	23.9	24.1	24.0		19.0	18.9	18.9		12.9	12.8	12.4	
	18	21/08/2016	24.0	23.9	24.0		18.9	18.8	18.9		12.9	12.8	12.6	
	19	21/08/2016	24.2	24.3	24.1		19.2	19.4	19.5		12.8	12.8	13.1	
	20	21/08/2016	24.0	23.8	23.8		18.9	18.6	18.8		13.5	13.7	13.7	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(G) ↕	1	21/08/2016	23.7	24.1	24.1		19.4	19.4	19.3		12.9	12.7	12.6	
	2	21/08/2016	24.0	24.0	23.8		19.0	19.0	19.0		13.0	12.8	13.0	
	3	21/08/2016	24.0	24.0	23.4		19.1	19.0	19.0		12.4	12.6	12.1	
	4	21/08/2016	24.1	24.0	23.8		19.3	19.1	19.1		12.5	12.2	12.6	
	5	21/08/2016	23.8	24.0	23.9		19.0	18.9	19.0		13.5	13.6	13.8	
	6	21/08/2016	24.2	24.2	24.1		19.7	19.7	19.4		13.5	13.3	13.6	
	7	21/08/2016	23.6	24.1	23.8		19.2	18.6	19.0		12.5	12.9	12.6	
	8	21/08/2016	24.1	24.0	23.8		19.1	19.1	19.1		13.5	13.0	13.6	
	9	21/08/2016	24.0	24.3	24.5		18.9	19.1	19.0		13.2	13.1	13.4	
	10	21/08/2016	24.0	24.0	24.0		18.6	19.0	19.1		12.5	12.5	12.6	

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(G) ↑	1	21/08/2016	24.3	24.9	24.5		19.9	1.6	9.6		13.0	13.6	13.5	
	2	21/08/2016	23.9	24.4	24.4		19.6	19.7	19.4		13.2	13.5	13.5	
	3	21/08/2016	24.0	24.2	24.1		19.8	19.5	19.7		13.6	14.8	12.6	
	4	21/08/2016	24.3	24.4	24.0		19.5	19.7	19.6		12.3	12.1	12.2	
	5	21/08/2016	24.5	24.2	24.1		19.6	19.7	19.5		13.6	13.7	13.9	
	6	21/08/2016	23.9	23.9	24.0		19.7	19.5	19.5		12.8	13.5	13.4	
	7	21/08/2016	23.9	24.0	23.6		19.1	19.0	18.9		13.6	13.5	13.7	
	8	21/08/2016	24.2	24.5	24.3		19.9	19.8	19.4		12.5	12.6	12.8	
	9	21/08/2016	24.1	24.1	24.1		18.3	19.3	18.8		12.7	12.4	12.6	
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.7		19.0	18.9	19.2		12.9	12.5	12.7	
	11	21/08/2016	23.5	23.7	23.9		18.8	19.0	19.5		12.5	12.9	12.2	
	12	21/08/2016	24.2	24.4	24.0		19.2	19.0	19.6		12.4	12.2	12.4	
	13	21/08/2016	24.0	24.1	24.2		19.1	19.2	19.3		12.5	12.5	12.3	
	14	21/08/2016	23.9	24.0	24.0		19.0	18.9	18.8		12.3	13.0	12.6	
	15	21/08/2016	23.9	24.1	23.6		19.1	18.9	19.1		13.0	12.8	12.6	
	16	21/08/2016	23.9	24.2	24.5		19.3	19.5	19.5		13.0	12.1	12.3	
	17	21/08/2016	23.9	23.9	23.8		19.4	19.5	19.4		12.8	12.7	12.9	
	18	21/08/2016	24.4	24.5	24.5		19.6	19.8	19.7		13.5	13.5	13.6	
	19	21/08/2016	24.3	24.4	24.4		19.2	19.6	18.9		13.0	12.7	12.7	
	20	21/08/2016	23.7	24.1	23.9		18.9	19.2	19.0		12.6	12.8	13.2	
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(G) ↕	1	21/08/2016	24.1	24.2	24.3		20.0	20.2	19.8		13.4	13.0	13.5	
	2	21/08/2016	23.7	24.3	23.8		20.0	19.9	19.6		13.1	12.4	12.5	
	3	21/08/2016	24.2	24.5	24.1		19.3	20.2	19.9		11.9	12.0	12.7	
	4	21/08/2016	24.3	24.4	24.3		19.3	19.2	19.0		13.0	12.6	12.0	
	5	21/08/2016	24.0	24.3	24.3		19.7	19.6	19.5		13.2	13.1	13.1	
	6	21/08/2016	23.7	24.0	23.8		19.4	19.2	19.1		12.7	12.6	12.9	
	7	21/08/2016	24.0	24.2	24.1		19.3	19.1	19.2		13.4	14.5	13.7	
	8	21/08/2016	23.5	24.2	23.9		19.0	19.6	19.5		12.1	12.3	12.5	
	9	21/08/2016	23.9	24.0	24.1		19.0	19.2	19.1		13.5	13.8	13.5	
	10	21/08/2016	23.7	24.4	24.5		19.4	20.0	19.7		12.8	12.7	12.6	

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERÍA												
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
P	1	21/08/2016	24.1	24.2	24.0		19.4	19.9	19.3		13.5	13.2	13.4	
	2	21/08/2016	24.0	24.2	24.0		19.5	19.8	18.9		13.2	13.5	13.8	
	3	21/08/2016	24.0	24.0	23.8		19.9	19.5	19.8		13.4	13.7	13.5	
	4	21/08/2016	23.9	24.1	24.0		19.7	19.5	19.9		13.7	13.5	13.5	
	5	21/08/2016	23.9	24.1	24.0		19.8	19.5	19.4		13.6	13.4	13.6	
	6	21/08/2016	24.0	23.9	24.0		18.9	19.6	19.4		13.8	13.5	13.6	
	7	21/08/2016	24.1	24.3	24.1		19.2	19.4	19.5		13.5	13.8	13.7	
	8	21/08/2016	23.6	23.8	24.0		19.2	19.6	19.7		13.9	13.7	13.8	
	9	21/08/2016	23.7	23.7	23.6		19.5	19.8	19.6		13.6	13.4	13.3	
	10	21/08/2016	23.6	23.6	24.0		19.0	19.8	19.6+		13.5	13.6	13.5	

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.5. Ensayo de compresión de las unidades de adobe

Para el ensayo de resistencia a compresión de las unidades de adobe, se realizaron 10 unidades.

Figura N° 45: Peso de las unidades de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 46: Resistencia a compresión de las unidades de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 24: Toma de datos de ensayo de resistencia a compresión de unidades de adobe

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobes							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)							
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Área (cm ²)	P (kgf)	fo (kgf/cm ²)
1	16/06/2016	14/10/2016	24.10	18.10	13.90	9.96		6041.11	
2	16/06/2016	14/10/2016	24.00	18.50	12.90	10.31		5422.85	
3	16/06/2016	14/10/2016	24.20	19.30	13.30	10.61		6021.11	
4	05/01/1900	06/01/1900	23.40	19.10	13.20	10.33		5381.11	
5	16/06/2016	14/10/2016	23.70	18.90	12.50	10.21		6055.31	
6	16/06/2016	14/10/2016	23.00	18.50	13.00	10.35		5332.85	
7	16/06/2016	14/10/2016	24.00	18.90	12.80	10.47		6155.98	
8	16/06/2016	14/10/2016	24.10	19.30	12.70	10.31		5625.98	
9	16/06/2016	14/10/2016	24.10	19.30	12.60	10.18		5685.98	
10	16/06/2016	14/10/2016	24.00	18.20	12.90	10.50		5085.98	

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.6. Ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada

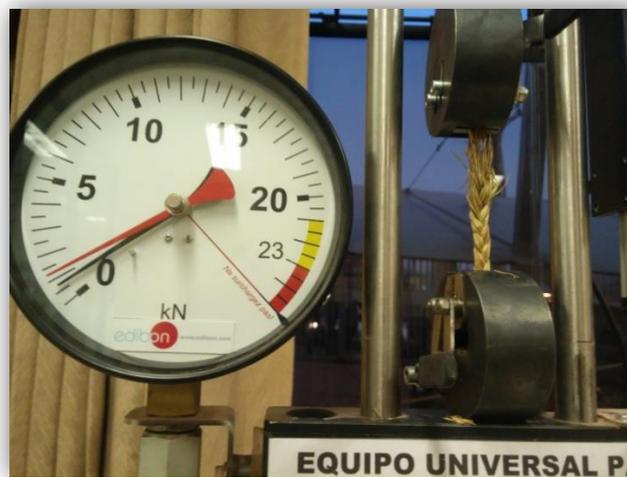
Para el ensayo de resistencia a la tracción de las fibras de paja trenzada se realizaron 9 de 1.0 cm y 9 de 0.5 cm para someterlos a esfuerzos de tracción.

Figura N° 47: Fibras de paja trenzada de diferentes diámetros



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 48: Fibra de paja trenzada de 1.0 cm sometida a tracción



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 49: Fibras de paja trenzada de 0.5 cm sometida a tracción



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 25: Toma de datos de ensayo de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a tracción de la fibra de paja trenzada							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		Construcción sostenible a partir de paneles pre-fabricados de caña Guadua y Poliuretano - Erreyes Padilla y Gómez - Ecuador - 2015							
Descripción	Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a tracción (K-N)	Resistencia a tracción (kgf)	Resistencia a tracción (kgf/cm ²)
(D)	1	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.9		
	2	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.75		
	3	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.7		
	4	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.8		
	5	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.7		
	6	1910/2016	25/10/2016	8	0.5		0.8		
(G)	1	1910/2016	25/10/2016	8	1		2		
	2	1910/2016	25/10/2016	8	1		1.7		
	3	1910/2016	25/10/2016	8	1		2.1		
	4	1910/2016	25/10/2016	8	1		1.9		
	5	1910/2016	25/10/2016	8	1		2.1		
	6	1910/2016	25/10/2016	8	1		1.8		

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.7. Ensayo de compresión a cubos de mortero.

Para el ensayo de resistencia a compresión de cubos de mortero, se realizaron 10 muestras para su ensayo.

Figura N° 50: Peso de los cubos de mortero



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 51: Muestras de cubos de mortero



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 52: Cubo de mortero sometido a esfuerzos de compresión



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 26: Toma de datos de ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión de los cubos de mortero							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)							
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso de los cubos (g)	Área (cm ²)	P (kgf)	fm (kgf/cm ²)
1	06/10/2016	04/10/2016	5.134	4.814	4.855	247.11		480	
2	06/10/2016	04/10/2016	5.172	4.821	4.873	244.18		470	
3	06/10/2016	04/10/2016	5.072	4.755	4.995	233.49		390	
1	06/10/2016	04/10/2016	5.051	4.942	5.069	233.50		370	
2	06/10/2016	04/10/2016	4.793	5.043	4.990	240.27		580	
3	06/10/2016	04/10/2016	4.742	4.981	4.792	227.10		420	
1	06/10/2016	04/10/2016	4.820	5.259	5.010	249.38		500	
2	06/10/2016	04/10/2016	5.134	4.814	4.855	247.11		480	
3	06/10/2016	04/10/2016	4.741	5.121	5.020	246.44		450	

FUENTE: Elaboración Propia.

3.5.8. Preparación de la mezcla de mortero de barro para las pilas de albañilería.

La preparación del mortero de barro se realizó con mezclas de arena 50%, limo 20% y arcilla 30%.

Figura N° 53: Preparado de los materiales para el mortero de barro



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 54: Preparado del mortero de barro



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 55: Dormido del mortero de barro



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 56: Pisado del mortero de barro



Fuente: Elaboración Propia.

Figura N° 57: Armado de las pilas de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Se dejó secar durante 30 días el mortero de barro, y luego se procedió a los ensayos de compresión de las unidades de adobe y resistencia al corte de las pilas de albañilería.

3.5.9. Ensayo de resistencia al corte de la albañilería

Para el ensayo de resistencia al corte de la albañilería, se realizaron 60 pilas reforzadas con fibra de paja trenzada y 6 pilas patrón.

Figura N° 58: Armado de las pilas de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 59: Peso de las pilas de albañilería de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 60: Medición de las pilas de albañilería



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura N° 61: Resistencia al corte de las pilas de albañilería de adobe



FUENTE: Elaboración Propia.

Tabla N° 27: Toma de datos de ensayo de resistencia a corte de la albañilería

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	fb (kgf/cm ²)
P (1)	25/09/2016	27/10/2016	20.6	17.9	1.4	34.37			200.98	
			20.3	18.2	1.5					
P (2)	25/09/2016	27/10/2016	20.0	18.8	1.6	34.39			180.98	
			19.7	19.3	1.3					
P (3)	25/09/2016	27/10/2016	19.9	20.0	1.2	33.20			178.98	
			20.3	19.4	1.4					
P (4)	25/09/2016	27/10/2016	21.0	19.0	1.8	34.10			205.98	
			19.9	18.5	1.6					
P (5)	25/09/2016	27/10/2016	20.2	19.2	1.8	34.78			195.98	
			20.0	18.3	1.6					
2D (1)	25/09/2016	19/10/2016	18.2	20.7	1.9	33.58			198.55	
			18.8	20.0	1.6					
2D (2)	25/09/2016	19/10/2016	20.5	18.4	2.0	33.95			244.55	
			19.1	18.6	1.7					
2D (3)	25/09/2016	19/10/2016	19.6	17.2	1.6	34.03			205.98	
			20.1	18.1	1.3					
2D (4)	25/09/2016	19/10/2016	20.2	18.0	1.6	34.67			235.98	
			20.1	18.5	1.4					
2D (5)	25/09/2016	19/10/2016	20.0	19.0	1.4	32.89			195.98	
			19.9	19.4	1.3					
2D (6)	25/09/2016	19/10/2016	20.8	18.8	1.5	34.08			225.98	
			19.8	18.7	1.1					
2D (7)	25/09/2016	19/10/2016	19.8	19.2	1.0	33.85			225.98	
			20.6	19.9	1.7					
2D (8)	25/09/2016	19/10/2016	20.1	18.3	1.5	34.20			245.98	
			19.7	18.8	1.4					
2D (9)	25/09/2016	19/10/2016	20.9	17.8	1.3	34.12			215.98	
			19.0	18.2	1.8					
2D (10)	25/09/2016	19/10/2016	20.4	18.7	1.4	32.89			205.98	
			20.8	18.4	1.3					
3D (1)	25/09/2016	19/10/2016	21.1	18.2	1.5	33.88			245.98	
			20.8	17.7	1.4					
3D (2)	25/09/2016	19/10/2016	20.1	18.9	1.6	32.94			245.98	
			19.7	17.6	1.6					
3D (3)	25/09/2016	19/10/2016	20.6	18.1	1.5	33.77			215.98	
			18.7	18.4	1.4					
3D (4)	25/09/2016	19/10/2016	19.4	17.6	1.3	33.32			265.98	
			19.6	17.8	1.7					
3D (5)	25/09/2016	19/10/2016	19.8	18.3	1.4	32.80			255.98	
			18.5	17.6	1.4					
3D (6)	25/09/2016	19/10/2016	20.0	19.7	1.4	32.84			205.98	
			19.9	18.9	1.5					
3D (7)	25/09/2016	19/10/2016	19.7	18.5	1.4	33.84			235.98	
			20.5	17.9	1.6					
3D (8)	25/09/2016	19/10/2016	18.9	17.2	1.3	32.95			235.98	
			19.7	18.0	1.5					
3D (9)	25/09/2016	19/10/2016	18.5	17.9	2.0	33.82			215.98	
			19.2	18.1	1.4					
3D (10)	25/09/2016	19/10/2016	19.9	17.7	1.5	34.39			205.98	
			19.7	17.5	1.7					



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
4D (1)	25/09/2016	25/10/2016	20.5	17.7	1.3	32.87			225.98	
			19.5	18.1	1.0					
4D (2)	25/09/2016	25/10/2016	19.9	17.9	1.5	32.74			245.98	
			21.1	17.9	1.4					
4D (3)	25/09/2016	25/10/2016	20.2	18.5	1.2	32.63			285.98	
			20.9	17.9	1.2					
4D (4)	25/09/2016	25/10/2016	19.7	18.2	1.8	34.30			265.98	
			21.0	18.0	1.2					
4D (5)	25/09/2016	25/10/2016	19.5	17.8	1.0	33.61			245.98	
			20.4	17.9	1.5					
4D (6)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.16			255.98	
			19.3	17.5	1.4					
4D (7)	25/09/2016	25/10/2016	19.1	18.3	1.7	33.79			225.98	
			19.5	17.6	1.4					
4D (8)	25/09/2016	25/10/2016	19.9	19.2	1.8	33.30			215.98	
			20.0	19.4	1.4					
4D (9)	25/09/2016	25/10/2016	19.2	17.6	1.0	33.89			255.98	
			19.8	18.2	1.2					
4D (10)	25/09/2016	25/10/2016	19.0	18.3	1.1	33.31			225.98	
			19.5	17.8	1.7					
2G (1)	25/09/2016	25/10/2016	19.0	18.2	1.9	34.59			205.98	
			18.0	18.6	2.0					
2G (2)	25/09/2016	25/10/2016	20.0	18.0	1.5	32.70			185.98	
			19.4	18.4	1.5					
2G (3)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.70			235.98	
			19.5	17.2	1.3					
2G (4)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.5	1.6	33.81			245.98	
			20.1	18.4	1.2					
2G (5)	25/09/2016	25/10/2016	18.5	19.4	1.7	33.56			245.98	
			19.1	18.2	1.6					
2G (6)	25/09/2016	25/10/2016	18.0	18.8	1.7	34.07			235.98	
			18.1	17.9	1.6					
2G (7)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.7	1.7	34.19			195.98	
			20.9	18.5	1.2					
2G (8)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.5	1.2	33.97			225.98	
			20.3	18.7	1.6					
2G (9)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.7	1.7	34.19			195.98	
			20.8	18.5	1.2					
2G (10)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.70			235.98	
			19.5	17.2	1.3					

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
3G (1)	25/09/2016	29/10/2016	18.7	18.4	1.8	34.22			265.98	
			18.5	17.6	1.6					
3G (2)	25/09/2016	29/10/2016	19.5	18.0	1.4	33.93			265.98	
			20.0	17.9	1.5					
3G (3)	25/09/2016	29/10/2016	20.6	18.7	1.6	33.58			235.98	
			20.8	17.0	1.1					
3G (4)	25/09/2016	29/10/2016	19.8	18.1	1.5	34.95			225.98	
			20.4	18.0	1.2					
3G (5)	25/09/2016	29/10/2016	19.4	17.8	1.6	34.49			265.98	
			19.5	17.7	1.5					
3G (6)	25/09/2016	29/10/2016	20.6	18.5	2.0	34.82			225.98	
			20.5	17.1	1.5					
3G (7)	25/09/2016	29/10/2016	19.9	17.2	1.2	34.49			215.98	
			20.0	18.0	1.8					
3G (8)	25/09/2016	29/10/2016	19.2	17.5	1.7	33.76			235.98	
			18.9	17.1	1.5					
3G (9)	25/09/2016	29/10/2016	20.0	18.0	1.6	33.67			205.98	
			19.9	18.1	1.4					
3G (10)	25/09/2016	29/10/2016	20.1	18.9	1.6	33.89			255.98	
			19.5	18.2	1.5					
4G (1)	25/09/2016	29/10/2016	21.1	18.4	1.4	34.72			325.98	
			20.5	18.5	1.5					
4G (2)	25/09/2016	29/10/2016	19.9	16.9	1.6	33.59			265.98	
			19.3	18.2	1.5					
4G (3)	25/09/2016	29/10/2016	21.0	18.0	1.5	34.21			285.98	
			20.8	18.1	1.9					
4G (4)	25/09/2016	29/10/2016	21.2	18.3	1.5	34.76			275.98	
			21.3	18.1	1.7					
4G (5)	25/09/2016	29/10/2016	19.7	19.0	1.8	35.35			275.98	
			20.0	18.9	1.7					
4G (6)	25/09/2016	29/10/2016	20.2	18.9	1.7	35.80			345.98	
			19.7	18.6	1.8					
4G (7)	25/09/2016	29/10/2016	20.0	19.0	1.6	34.30			245.98	
			19.9	19.2	1.7					
4G (8)	25/09/2016	29/10/2016	19.5	18.8	1.6	35.61			325.98	
			19.7	18.6	1.5					
4G (9)	25/09/2016	29/10/2016	20.2	19.1	1.6	35.46			315.98	
			19.3	18.5	1.2					
4G (10)	25/09/2016	29/10/2016	20.1	18.5	1.6	34.35			315.98	
			20.1	18.2	1.4					

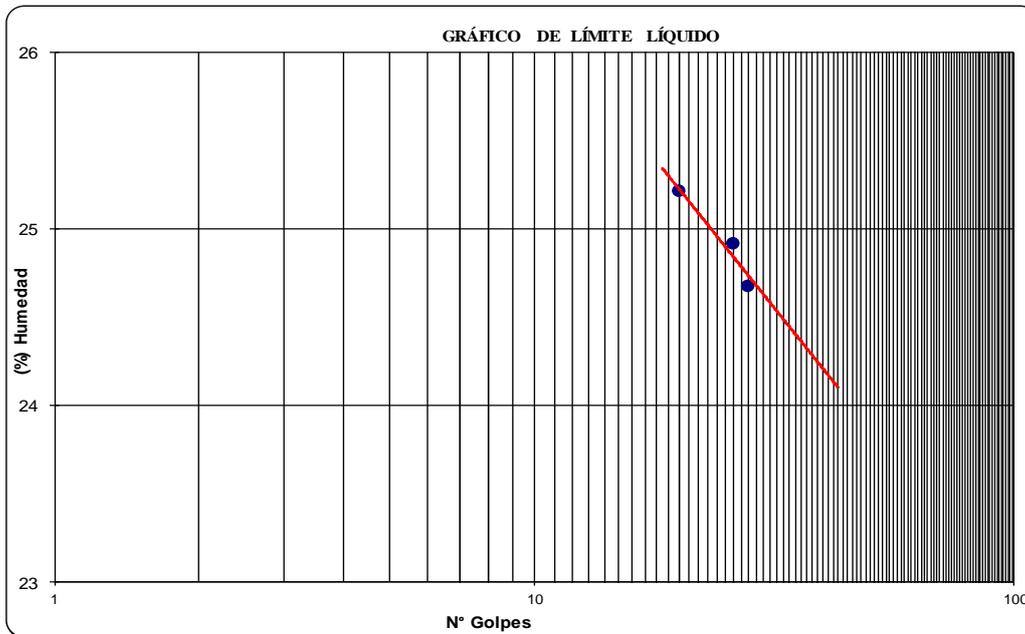
FUENTE: Elaboración Propia.

3.6. Procedimientos de Análisis de Datos

3.6.1. Análisis de datos de límite líquido y límite plástico

Tabla N° 28: Análisis de datos del límite líquido y límite plástico

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL					
Tema:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"				
Ensayo:	Límite Líquido y Plástico				
Testistas:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia				
Fecha:	05/10/2016				
Norma:	ASTM D4318				
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)					
RECIPIENTE N°	N°	A1	F6	A2.3	
NUMERO DE GOLPES	N°	28	26	20	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	15.73	15.80	15.65	
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	27.15	27.03	30.55	
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	24.89	24.79	27.55	
PESO DEL AGUA	grs	2.26	2.24	3.00	
PESO DEL SUELO SECO	grs	9.16	8.99	11.90	
% DE HUMEDAD	%	24.67	24.92	25.21	
LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)					
RECIPIENTE N°	N°	PAV12	SC	PROMEDIO	
PESO DEL RECIPIENTE	grs	15.98	15.65		
RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	grs	21.98	21.70		
RECIPIENTE + SUELO SECO	grs	21.05	20.75		
PESO DEL AGUA	grs	0.93	0.95		
PESO DEL SUELO SECO	grs	5.07	5.10		
% DE HUMEDAD	%	18.34	18.63	18.49	



LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLASTICIDAD
24.90	18.49	6.41

FUENTE: Elaboración Propia.

3.6.2. Análisis de datos de ensayo de variación de dimensiones

Tabla N° 29: Análisis de datos de variabilidad dimensional

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
FACULTAD DE INGENIERÍA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"													
ENSAYO:		Variabilidad dimensional													
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia													
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)				
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom	
2(D) ↑	1	21/08/2016	23.9	24.0	23.9	23.9	18.8	18.8	19.0	18.9	12.5	12.6	12.7	12.6	
	2	21/08/2016	23.5	23.6	23.2	23.4	18.8	19.0	18.8	18.9	13.0	12.8	13.4	13.1	
	3	21/08/2016	23.7	24.2	24.2	24.0	18.8	19.0	18.5	18.8	13.3	12.7	12.5	12.8	
	4	21/08/2016	24.5	24.0	23.9	24.1	18.8	19.0	19.2	19.0	12.2	12.7	12.1	12.3	
	5	21/08/2016	24.2	24.2	24.3	24.2	19.9	19.2	19.1	19.4	13.0	13.6	12.5	13.0	
	6	21/08/2016	23.8	24.0	23.9	23.9	19.3	18.9	19.0	19.1	12.4	13.6	12.7	12.9	
	7	21/08/2016	23.7	23.6	23.6	23.6	18.6	18.7	19.2	18.8	12.2	13.3	12.2	12.6	
	8	21/08/2016	23.8	23.8	23.7	23.8	19.0	18.8	19.0	18.9	13.4	12.5	13.9	13.3	
	9	21/08/2016	24.0	24.1	24.3	24.1	18.9	18.7	18.5	18.7	13.4	13.9	13.2	13.5	
	10	21/08/2016	24.0	23.4	23.6	23.7	19.2	19.1	19.4	19.2	12.6	12.3	13.1	12.7	
	11	21/08/2016	23.5	23.7	23.7	23.6	19.0	18.9	19.1	19.0	13.4	12.5	12.7	12.9	
	12	21/08/2016	23.7	24.2	23.9	23.9	19.0	18.8	19.0	18.9	13.4	12.5	13.9	13.3	
	13	21/08/2016	23.7	24.2	24.0	24.0	19.2	19.1	19.4	19.2	12.6	12.3	13.1	12.7	
	14	21/08/2016	23.6	23.9	23.7	23.7	19.0	18.9	19.1	19.0	12.4	12.5	12.7	12.5	
	15	21/08/2016	23.7	24.1	24.0	23.9	19.0	19.0	18.8	18.9	12.9	12.7	13.0	12.9	
	16	21/08/2016	24.1	24.4	24.1	24.2	19.0	1.2	19.3	13.2	12.0	12.4	12.9	12.4	
	17	21/08/2016	24.1	24.0	24.0	24.0	18.8	18.8	19.2	18.9	12.7	12.7	13.7	13.0	
	18	21/08/2016	24.1	24.1	24.0	24.1	19.2	19.3	19.1	19.2	12.6	13.5	13.3	13.1	
	19	21/08/2016	23.9	4.4	24.4	17.6	18.4	18.9	18.8	18.7	13.0	12.8	13.7	13.2	
	20	21/08/2016	23.5	23.9	23.6	23.7	19.0	19.1	18.9	19.0	13.2	11.9	13.6	12.9	
						23.6					18.7				

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.6	18.7	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	1.75%	6.56%	7.99%

2(D)
↑ : Dos hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en una sola cara de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(D) ↕	1	21/08/2016	23.7	24.1	23.9	23.9	19.1	19.1	19.1	19.1	13.1	13.5	13.5	13.4
	2	21/08/2016	23.6	24.2	24.0	23.9	19.5	19.4	19.3	19.4	13.3	13.4	12.8	13.2
	3	21/08/2016	23.9	24.0	24.1	24.0	19.0	19.0	18.8	18.9	12.4	12.7	12.8	12.6
	4	21/08/2016	24.3	24.5	24.2	24.3	19.1	19.2	19.3	19.2	13.5	12.7	13.6	13.3
	5	21/08/2016	23.6	24.0	24.0	23.9	18.8	19.0	19.2	19.0	13.2	12.7	13.1	13.0
	6	21/08/2016	23.8	24.0	24.1	24.0	19.9	19.2	19.1	19.4	13.0	13.6	12.5	13.0
	7	21/08/2016	24.1	24.0	23.9	24.0	19.3	18.9	19.0	19.1	13.4	13.6	13.7	13.6
	8	21/08/2016	24.2	24.5	24.3	24.3	19.9	19.8	19.4	19.7	12.5	12.6	12.8	12.6
	9	21/08/2016	24.1	24.1	24.1	24.1	18.3	19.3	18.8	18.8	13.7	13.4	13.6	13.6
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.7	23.9	19.0	18.9	19.2	19.0	12.9	12.5	12.7	12.7
						24.0				19.2				13.1

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.0	19.2	13.1
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (\%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	-0.13%	4.18%	6.48%

2(D)
↕ : Dos hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en ambas caras de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(D) ↑	1	21/08/2016	23.9	23.8	23.8	23.8	19.1	19.0	18.9	19.0	13.6	13.5	13.9	13.7
	2	21/08/2016	23.6	24.0	24.3	24.0	19.9	19.8	19.0	19.6	12.7	12.6	12.3	12.5
	3	21/08/2016	23.8	23.9	24.0	23.9	18.6	18.8	19.1	18.8	13.0	13.0	12.6	12.9
	4	21/08/2016	23.9	24.3	24.1	24.1	19.0	18.8	19.0	18.9	13.5	13.4	12.4	13.1
	5	21/08/2016	24.0	23.8	24.2	24.0	19.1	19.1	19.1	19.1	12.8	12.5	12.4	12.6
	6	21/08/2016	23.8	23.5	23.6	23.6	19.0	19.1	18.9	19.0	12.8	12.9	13.0	12.9
	7	21/08/2016	23.7	24.2	24.2	24.0	19.2	18.7	19.1	19.0	13.8	13.0	12.7	13.2
	8	21/08/2016	24.5	24.0	23.9	24.1	18.6	19.0	18.1	18.6	13.3	13.0	12.5	12.9
	9	21/08/2016	24.2	24.2	24.3	24.2	18.8	18.8	18.9	18.8	13.5	13.1	12.9	13.2
	10	21/08/2016	23.8	24.0	23.9	23.9	18.6	18.7	18.9	18.7	13.5	13.4	12.9	13.3
	11	21/08/2016	23.7	23.6	23.6	23.6	18.8	18.6	18.8	18.7	13.0	12.8	12.6	12.8
	12	21/08/2016	23.8	23.8	23.7	23.8	19.0	19.0	18.8	18.9	12.8	12.9	12.4	12.7
	13	21/08/2016	24.0	24.1	24.3	24.1	19.0	19.1	18.8	19.0	13.2	12.6	12.5	12.8
	14	21/08/2016	24.0	23.4	23.6	23.7	19.2	19.0	19.2	19.1	13.0	13.0	13.2	13.1
	15	21/08/2016	23.5	23.7	23.7	23.6	18.9	18.8	18.7	18.8	12.4	13.0	12.7	12.7
	16	21/08/2016	23.7	24.2	23.9	23.9	18.2	18.8	18.6	18.5	12.7	12.8	13.0	12.8
	17	21/08/2016	24.0	24.2	24.0	24.1	18.9	18.9	19.1	19.0	13.5	13.1	13.0	13.2
	18	21/08/2016	24.0	24.1	23.8	24.0	19.0	19.2	18.8	19.0	12.2	12.5	2.8	9.2
	19	21/08/2016	24.1	24.0	23.4	23.8	19.1	19.2	19.2	19.2	13.0	12.6	12.8	12.8
	20	21/08/2016	23.7	24.0	23.8	23.8	19.2	19.1	19.4	19.2	12.9	12.9	13.0	12.9
						23.9				19.0				12.8

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.9	19.0	12.8
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.38%	5.24%	8.88%

3(D) : Tres hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en una cara de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(D) ↑	1	21/08/2016	23.4	24.1	23.8	23.8	19.5	19.2	19.3	19.3	12.5	12.1	12.6	12.4
	2	21/08/2016	24.2	24.1	24.2	24.2	19.0	19.1	19.6	19.2	13.6	13.3	13.4	13.4
	3	21/08/2016	24.1	24.1	24.3	24.2	19.0	18.8	19.0	18.9	13.4	13.5	13.4	13.4
	4	21/08/2016	23.6	23.7	23.8	23.7	18.9	18.7	19.0	18.9	13.5	13.6	12.2	13.1
	5	21/08/2016	23.7	24.2	24.0	24.0	19.2	19.1	19.4	19.2	13.4	13.3	12.1	12.9
	6	21/08/2016	23.6	23.9	23.7	23.7	19.0	18.9	19.1	19.0	13.4	13.5	13.7	13.5
	7	21/08/2016	23.7	24.1	24.0	23.9	19.5	19.5	19.8	19.6	13.5	13.7	13.6	13.6
	8	21/08/2016	24.1	24.4	24.1	24.2	19.0	19.0	19.3	19.1	13.0	12.4	12.9	12.8
	9	21/08/2016	23.7	24.0	23.9	23.9	19.0	18.8	19.1	19.0	12.6	13.5	13.7	13.3
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.9	23.9	18.9	19.1	19.1	19.0	13.1	13.0	13.0	13.0
						23.9				19.1				13.2

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.9	19.1	13.2
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.24%	4.35%	6.07%

3(D)
↑ : Tres hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en ambas caras de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
FACULTAD DE INGENIERÍA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"													
ENSAYO:		Variabilidad dimensional													
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia													
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)				
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom	
4(D) ↑	1	21/08/2016	23.8	24.1	24.1	24.0	18.7	19.2	19.2	19.0	12.3	13.1	12.8	12.7	
	2	21/08/2016	23.9	24.1	24.0	24.0	19.0	19.0	19.3	19.1	12.9	13.1	12.9	13.0	
	3	21/08/2016	23.9	24.2	24.0	24.0	19.2	19.2	19.0	19.1	12.8	13.3	13.2	13.1	
	4	21/08/2016	23.8	24.0	24.0	23.9	18.8	19.1	19.1	19.0	12.7	13.3	12.8	12.9	
	5	21/08/2016	23.7	23.8	23.6	23.7	19.2	19.1	19.1	19.1	12.7	13.0	12.8	12.8	
	6	21/08/2016	23.7	24.4	24.2	24.1	18.6	19.0	18.7	18.8	13.0	13.1	13.3	13.1	
	7	21/08/2016	24.1	24.0	24.0	24.0	18.8	18.8	19.2	18.9	12.7	12.7	13.7	13.0	
	8	21/08/2016	24.1	24.1	24.0	24.1	19.2	19.3	19.1	19.2	12.6	13.5	12.3	12.8	
	9	21/08/2016	23.9	4.4	24.4	17.6	18.4	18.9	18.8	18.7	13.0	13.2	13.5	13.2	
	10	21/08/2016	23.5	23.9	23.6	23.7	19.0	19.1	18.9	19.0	13.4	13.5	13.6	13.5	
	11	21/08/2016	23.8	24.0	24.0	23.9	18.5	19.2	19.1	18.9	12.8	13.0	13.0	12.9	
	12	21/08/2016	23.9	23.0	23.9	23.6	19.0	18.8	19.0	18.9	12.5	12.6	13.2	12.8	
	13	21/08/2016	24.0	24.3	23.9	24.1	19.0	19.1	19.1	19.1	12.3	12.2	12.5	12.3	
	14	21/08/2016	23.6	23.7	24.0	23.8	19.2	18.8	18.6	18.9	12.4	12.5	13.0	12.6	
	15	21/08/2016	23.8	23.9	23.8	23.8	18.8	19.0	18.9	18.9	13.4	13.3	13.5	13.4	
	16	21/08/2016	23.8	23.9	24.0	23.9	18.6	18.8	19.1	18.8	13.0	13.0	12.6	12.9	
	17	21/08/2016	23.9	24.3	24.1	24.1	19.0	18.8	19.0	18.9	13.5	13.4	12.4	13.1	
	18	21/08/2016	24.0	23.8	24.2	24.0	19.1	19.1	19.1	19.1	13.8	13.5	13.4	13.6	
	19	21/08/2016	23.8	23.5	23.6	23.6	19.0	19.1	18.9	19.0	12.8	12.9	13.0	12.9	
	20	21/08/2016	23.7	24.2	24.2	24.0	19.2	18.7	19.1	19.0	12.8	13.0	12.7	12.8	
						23.6					19.0				

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.6	19.0	13.0
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	1.67%	5.11%	7.29%

4(D) : Cuatro hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en una cara de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(D) ↑ ↓	1	21/08/2016	23.6	24.2	24.1	24.0	19.1	19.0	18.9	19.0	13.0	12.9	12.9	12.9
	2	21/08/2016	24.1	24.2	24.2	24.2	18.9	19.0	19.1	19.0	12.8	12.5	12.4	12.6
	3	21/08/2016	24.0	23.8	23.8	23.9	18.8	19.0	18.5	18.8	13.3	12.7	12.5	12.8
	4	21/08/2016	23.6	24.0	24.0	23.9	18.8	19.0	19.2	19.0	13.2	12.7	13.1	13.0
	5	21/08/2016	23.8	24.0	24.1	24.0	19.9	19.2	19.1	19.4	13.0	12.6	12.5	12.7
	6	21/08/2016	24.1	24.0	23.9	24.0	19.3	18.9	19.0	19.1	12.4	12.6	12.7	12.6
	7	21/08/2016	24.2	24.1	24.0	24.1	18.6	18.7	19.2	18.8	12.2	12.3	12.2	12.2
	8	21/08/2016	23.5	23.7	23.9	23.7	18.7	18.7	18.9	18.8	13.5	13.2	13.2	13.3
	9	21/08/2016	24.5	24.4	23.8	24.2	19.0	19.0	19.0	19.0	13.4	13.5	13.4	13.4
	10	21/08/2016	23.8	24.1	23.8	23.9	18.8	18.0	18.9	18.6	12.6	12.5	12.5	12.5
						24.0				18.9				12.8

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.0	18.9	12.8
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.10%	5.30%	8.50%

4(D)
↑
↓ : Cuatro hileras de fibras de paja trenzada delgadas (0.5cm) colocado en una cara de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
FACULTAD DE INGENIERÍA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"													
ENSAYO:		Variabilidad dimensional													
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia													
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)				
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom	
2(G) ↑	1	21/08/2016	23.6	24.0	24.0	23.9	18.8	18.8	18.8	18.8	13.0	13.4	13.2	13.2	
	2	21/08/2016	23.3	23.7	24.0	23.7	18.8	18.8	19.0	18.9	13.5	13.5	13.0	13.3	
	3	21/08/2016	23.6	24.2	24.3	24.0	18.5	19.0	19.1	18.9	13.0	12.8	13.1	13.0	
	4	21/08/2016	23.8	24.3	24.4	24.2	19.1	19.0	18.9	19.0	13.0	13.0	12.7	12.9	
	5	21/08/2016	23.8	24.1	23.8	23.9	18.8	18.0	18.9	18.6	13.0	13.5	13.5	13.3	
	6	21/08/2016	23.9	23.9	23.7	23.8	19.0	18.8	19.1	19.0	12.9	13.3	13.2	13.1	
	7	21/08/2016	23.8	23.9	24.0	23.9	19.1	18.9	18.9	19.0	13.2	12.9	12.9	13.0	
	8	21/08/2016	24.0	24.1	24.0	24.0	18.8	18.4	18.9	18.7	12.6	12.1	12.1	12.3	
	9	21/08/2016	24.0	24.0	23.9	24.0	19.1	18.8	19.0	19.0	13.1	13.4	13.6	13.4	
	10	21/08/2016	23.0	23.2	24.0	23.4	19.0	18.6	18.9	18.8	13.9	13.4	12.6	13.3	
	11	21/08/2016	23.7	23.7	23.6	23.7	18.9	18.6	18.0	18.5	12.9	12.1	12.8	12.6	
	12	21/08/2016	23.9	24.0	24.1	24.0	19.1	18.8	19.1	19.0	12.7	12.7	12.3	12.6	
	13	21/08/2016	23.9	24.0	23.6	23.8	19.1	19.0	18.9	19.0	13.4	13.1	13.7	13.4	
	14	21/08/2016	24.2	24.5	24.3	24.3	19.9	19.8	19.4	19.7	12.5	12.6	12.8	12.6	
	15	21/08/2016	24.1	24.1	24.1	24.1	18.3	19.3	18.8	18.8	13.7	13.4	13.6	13.6	
	16	21/08/2016	23.9	24.0	23.7	23.9	19.0	18.9	19.2	19.0	12.9	12.5	12.7	12.7	
	17	21/08/2016	23.5	23.7	23.9	23.7	18.8	19.0	19.5	19.1	12.5	12.9	12.2	12.5	
	18	21/08/2016	24.2	24.4	24.0	24.2	19.2	19.0	19.6	19.3	12.4	12.2	12.4	12.3	
	19	21/08/2016	24.0	24.1	24.2	24.1	19.1	19.2	19.3	19.2	12.5	12.5	12.3	12.4	
	20	21/08/2016	23.9	24.0	23.7	23.9	19.0	18.9	19.2	19.0	13.9	13.5	13.7	13.7	
						23.9					19.0				

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.9	19.0	13.0
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.33%	5.21%	7.40%

2(G) ↑ : Dos hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en una sola cara de la unidad de adobe.

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
2(G) ↑	1	21/08/2016	24.2	24.5	24.6	24.4	19.2	19.3	19.3	19.3	12.5	12.1	12.2	12.3
	2	21/08/2016	24.2	24.2	24.0	24.1	18.5	19.2	19.3	19.0	12.5	12.7	13.0	12.7
	3	21/08/2016	23.6	24.2	24.0	23.9	19.5	19.4	19.3	19.4	12.3	12.4	12.8	12.5
	4	21/08/2016	23.9	24.0	24.1	24.0	19.0	19.0	19.2	19.1	12.4	12.7	12.8	12.6
	5	21/08/2016	24.3	24.5	24.2	24.3	19.1	19.2	19.3	19.2	12.5	12.7	12.6	12.6
	6	21/08/2016	24.2	24.2	24.0	24.1	19.2	19.1	19.1	19.1	13.2	13.0	12.8	13.0
	7	21/08/2016	23.8	24.0	23.9	23.9	18.6	18.7	18.8	18.7	13.2	13.6	13.4	13.4
	8	21/08/2016	24.0	24.2	23.9	24.0	19.2	18.8	19.0	19.0	12.8	13.0	13.0	12.9
	9	21/08/2016	24.0	24.1	23.7	23.9	19.1	18.9	19.2	19.1	13.0	12.8	12.6	12.8
	10	21/08/2016	24.0	24.0	23.8	23.9	19.2	19.1	19.2	19.2	12.8	13.2	13.2	13.1
						24.1				19.1				12.8

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.1	19.1	12.8
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	-0.32%	4.50%	8.62%

2(G) : Dos hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en ambas caras de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(G) ↑	1	21/08/2016	23.5	24.1	23.7	23.8	19.0	18.5	19.9	19.1	12.9	13.4	12.8	13.0
	2	21/08/2016	23.7	23.9	23.9	23.8	18.8	19.0	19.3	19.0	12.9	12.5	12.9	12.8
	3	21/08/2016	24.2	24.0	24.0	24.1	19.2	19.0	19.0	19.1	11.7	12.6	12.5	12.3
	4	21/08/2016	23.7	24.2	24.4	24.1	19.0	18.9	19.0	19.0	12.0	12.5	12.4	12.3
	5	21/08/2016	24.0	24.0	23.9	24.0	19.2	19.0	19.0	19.1	13.0	12.9	12.5	12.8
	6	21/08/2016	23.8	24.0	23.9	23.9	19.0	18.7	18.5	18.7	13.0	12.7	12.9	12.9
	7	21/08/2016	23.9	23.6	23.5	23.7	18.9	18.5	18.6	18.7	13.5	13.0	13.0	13.2
	8	21/08/2016	23.8	23.7	23.8	23.8	18.7	18.8	18.8	18.8	13.5	13.6	13.0	13.4
	9	21/08/2016	24.0	23.8	23.8	23.9	18.9	18.6	18.8	18.8	13.4	13.6	13.6	13.5
	10	21/08/2016	23.8	24.1	23.9	23.9	18.6	18.9	18.9	18.8	13.5	13.0	13.1	13.2
	11	21/08/2016	23.2	24.3	24.0	23.8	18.6	18.4	18.6	18.5	13.2	12.7	12.0	12.6
	12	21/08/2016	23.9	24.1	23.8	23.9	19.1	19.1	19.0	19.1	12.9	13.0	12.6	12.8
	13	21/08/2016	24.0	24.2	23.9	24.0	19.2	18.8	19.0	19.0	12.8	13.0	13.0	12.9
	14	21/08/2016	24.0	24.1	23.7	23.9	19.1	18.9	19.2	19.1	13.0	12.8	12.6	12.8
	15	21/08/2016	24.0	24.0	23.8	23.9	19.2	19.1	19.2	19.2	12.8	13.2	13.2	13.1
	16	21/08/2016	23.9	24.1	24.0	24.0	9.0	19.0	19.1	15.7	13.0	12.5	12.8	12.8
	17	21/08/2016	23.9	24.1	24.0	24.0	19.0	18.9	18.9	18.9	12.9	12.8	12.4	12.7
	18	21/08/2016	24.0	23.9	24.0	24.0	18.9	18.8	18.9	18.9	12.9	12.8	12.6	12.8
	19	21/08/2016	24.2	24.3	24.1	24.2	19.2	19.4	19.5	19.4	12.8	12.8	13.1	12.9
	20	21/08/2016	24.0	23.8	23.8	23.9	18.9	18.6	18.8	18.8	13.5	13.7	13.7	13.6
						23.9				18.8				12.9

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.9	18.8	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.30%	6.13%	7.74%

3(G) : Tres hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en una cara de la unidad de adobe.
↑

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
3(G) ↕	1	21/08/2016	23.7	24.1	24.1	24.0	19.4	19.4	19.3	19.4	12.9	12.7	12.6	12.7
	2	21/08/2016	24.0	24.0	23.8	23.9	19.0	19.0	19.0	19.0	13.0	12.8	13.0	12.9
	3	21/08/2016	24.0	24.0	23.4	23.8	19.1	19.0	19.0	19.0	12.4	12.6	12.1	12.4
	4	21/08/2016	24.1	24.0	23.8	24.0	19.3	19.1	19.1	19.2	12.5	12.2	12.6	12.4
	5	21/08/2016	23.8	24.0	23.9	23.9	29.0	18.9	19.0	22.3	13.5	13.6	13.8	13.6
	6	21/08/2016	24.2	24.2	24.1	24.2	19.7	19.7	19.4	19.6	13.5	13.3	13.6	13.5
	7	21/08/2016	23.6	24.1	23.8	23.8	19.2	18.6	19.0	18.9	12.5	12.9	12.6	12.7
	8	21/08/2016	24.1	24.0	23.8	24.0	19.1	19.1	19.1	19.1	13.5	13.0	13.6	13.4
	9	21/08/2016	24.0	24.3	24.5	24.3	18.9	19.1	19.0	19.0	13.2	13.1	13.4	13.2
	10	21/08/2016	24.0	24.0	24.0	24.0	18.6	19.0	19.1	18.9	12.5	12.5	12.6	12.5
						24.0				19.4				12.9

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.0	19.4	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.08%	2.80%	7.60%

3(G) : Tres hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en
 ↕
 ambas caras de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
FACULTAD DE INGENIERÍA															
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"													
ENSAYO:		Variabilidad dimensional													
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia													
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)				
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom	
4(G) ↑	1	21/08/2016	24.3	24.9	24.5	24.6	19.9	1.6	9.6	10.4	13.0	13.6	13.5	13.4	
	2	21/08/2016	23.9	24.4	24.4	24.2	19.6	19.7	19.4	19.6	13.2	13.5	13.5	13.4	
	3	21/08/2016	24.0	24.2	24.1	24.1	19.8	19.5	19.7	19.7	13.6	14.8	12.6	13.7	
	4	21/08/2016	24.3	24.4	24.0	24.2	19.5	19.7	19.6	19.6	12.3	12.1	12.2	12.2	
	5	21/08/2016	24.5	24.2	24.1	24.3	19.6	19.7	19.5	19.6	13.6	13.7	13.9	13.7	
	6	21/08/2016	23.9	23.9	24.0	23.9	19.7	19.5	19.5	19.6	12.8	13.5	13.4	13.2	
	7	21/08/2016	23.9	24.0	23.6	23.8	19.1	19.0	18.9	19.0	13.6	13.5	13.7	13.6	
	8	21/08/2016	24.2	24.5	24.3	24.3	19.9	19.8	19.4	19.7	12.5	12.6	12.8	12.6	
	9	21/08/2016	24.1	24.1	24.1	24.1	18.3	19.3	18.8	18.8	12.7	12.4	12.6	12.6	
	10	21/08/2016	23.9	24.0	23.7	23.9	19.0	18.9	19.2	19.0	12.9	12.5	12.7	12.7	
	11	21/08/2016	23.5	23.7	23.9	23.7	18.8	19.0	19.5	19.1	12.5	12.9	12.2	12.5	
	12	21/08/2016	24.2	24.4	24.0	24.2	19.2	19.0	19.6	19.3	12.4	12.2	12.4	12.3	
	13	21/08/2016	24.0	24.1	24.2	24.1	19.1	19.2	19.3	19.2	12.5	12.5	12.3	12.4	
	14	21/08/2016	23.9	24.0	24.0	24.0	19.0	18.9	18.8	18.9	12.3	13.0	12.6	12.6	
	15	21/08/2016	23.9	24.1	23.6	23.9	19.1	18.9	19.1	19.0	13.0	12.8	12.6	12.8	
	16	21/08/2016	23.9	24.2	24.5	24.2	19.3	19.5	19.5	19.4	13.0	12.1	12.3	12.5	
	17	21/08/2016	23.9	23.9	23.8	23.9	19.4	19.5	19.4	19.4	12.8	12.7	12.9	12.8	
	18	21/08/2016	24.4	24.5	24.5	24.5	19.6	19.8	19.7	19.7	13.5	13.5	13.6	13.5	
	19	21/08/2016	24.3	24.4	24.4	24.4	19.2	19.6	18.9	19.2	13.0	12.7	12.7	12.8	
	20	21/08/2016	23.7	24.1	23.9	23.9	18.9	19.2	19.0	19.0	12.6	12.8	13.2	12.9	
						24.1					18.9				

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.1	18.9	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	-0.44%	5.69%	7.75%

4(G) ↑ : Cuatro hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en una cara de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
4(G) ↑ ↓	1	21/08/2016	24.1	24.2	24.3	24.2	20.0	20.2	19.8	20.0	13.4	13.0	13.5	13.3
	2	21/08/2016	23.7	24.3	23.8	23.9	20.0	19.9	19.6	19.8	13.1	12.4	12.5	12.7
	3	21/08/2016	24.2	24.5	24.1	24.3	19.3	20.2	19.9	19.8	11.9	12.0	12.7	12.2
	4	21/08/2016	24.3	24.4	24.3	24.3	19.3	19.2	19.0	19.2	13.0	12.6	12.0	12.5
	5	21/08/2016	24.0	24.3	24.3	24.2	19.7	19.6	19.5	19.6	13.2	13.1	13.1	13.1
	6	21/08/2016	23.7	24.0	23.8	23.8	19.4	19.2	19.1	19.2	12.7	12.6	12.9	12.7
	7	21/08/2016	24.0	24.2	24.1	24.1	19.3	19.1	19.2	19.2	13.4	14.5	13.7	13.9
	8	21/08/2016	23.5	24.2	23.9	23.9	19.0	19.6	19.5	19.4	12.1	12.3	12.5	12.3
	9	21/08/2016	23.9	24.0	24.1	24.0	19.0	19.2	19.1	19.1	13.5	13.8	13.5	13.6
	10	21/08/2016	23.7	24.4	24.5	24.2	19.4	20.0	19.7	19.7	12.8	12.7	12.6	12.7
						24.1				19.5				12.9

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	24.1	19.5	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (\%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	-0.39%	2.50%	7.83%

4(G) : Cuatro hileras de fibras de paja trenzada gruesas (1.0 cm) colocado en ambas caras de la unidad de adobe.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO														
FACULTAD DE INGENIERÍA														
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL														
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"												
ENSAYO:		Variabilidad dimensional												
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia												
Descripción	Muestra N°	Fecha de ensayo	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)			
			L1	L2	L3	Lprom	A1	A2	A3	Aprom	H1	H2	H3	Hprom
P	1	21/08/2016	24.1	24.2	24.0	24.1	19.4	19.1	19.3	19.3	12.6	12.6	12.4	12.5
	2	21/08/2016	24.0	24.2	24.0	24.1	18.9	18.5	18.7	18.7	13.2	13.0	13.8	13.3
	3	21/08/2016	24.0	24.0	23.8	23.9	19.2	19.1	19.2	19.2	12.8	13.2	13.2	13.1
	4	21/08/2016	23.9	24.1	24.0	24.0	9.0	19.0	19.1	15.7	13.0	12.5	12.8	12.8
	5	21/08/2016	23.9	24.1	24.0	24.0	19.0	18.9	18.9	18.9	12.9	12.8	12.4	12.7
	6	21/08/2016	24.0	23.9	24.0	24.0	18.9	18.8	18.9	18.9	12.9	12.8	12.6	12.8
	7	21/08/2016	24.2	24.3	24.1	24.2	19.2	19.4	19.5	19.4	12.8	12.8	13.1	12.9
	8	21/08/2016	23.6	23.8	24.0	23.8	19.2	19.6	19.7	19.5	13.2	12.8	12.9	13.0
	9	21/08/2016	23.7	23.7	23.6	23.7	18.8	18.7	18.8	18.8	13.6	13.4	13.3	13.4
	10	21/08/2016	23.6	23.6	24.0	23.7	19.0	18.8	19.0	18.9	12.5	12.6	12.5	12.5
						23.9				18.7				12.9

	LARGO	ANCHO	ALTURA
Dp: DIMENSION PROMEDIO (cm)	23.9	18.7	12.9
De: DIMENSION NOMINAL (cm)	24	20	14
$V (%) = \frac{100 (De - Dp)}{De}$	0.22%	6.40%	7.86%

P: Unidades de adobe patrón sin adición se fibras de paja trenzada

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.3. Análisis de datos de esfuerzo a compresión de unidades de adobe

Tabla N° 30: Análisis de datos de resistencia a compresión de las unidades de adobe

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de adobes							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)							
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Área (cm ²)	P (kgf)	fo (kgf/cm ²)
1	16/06/2016	14/10/2016	24.10	18.10	13.90	9.96	436.21	6041.11	13.849
2	16/06/2016	14/10/2016	24.00	18.50	12.90	10.31	444.00	5422.85	12.214
3	16/06/2016	14/10/2016	24.20	19.30	13.30	10.61	467.06	6021.11	12.892
									12.985
1	05/01/1900	06/01/1900	23.40	19.10	13.20	10.33	446.94	5381.11	12.040
2	16/06/2016	14/10/2016	23.70	18.90	12.50	10.21	447.93	6055.31	13.518
3	16/06/2016	14/10/2016	23.00	18.50	13.00	10.35	425.50	5332.85	12.533
									12.697
1	16/06/2016	14/10/2016	24.00	18.90	12.80	10.47	453.60	6155.98	13.571
2	16/06/2016	14/10/2016	24.10	19.30	12.70	10.31	465.13	5625.98	12.096
3	16/06/2016	14/10/2016	24.10	19.30	12.60	10.18	465.13	5685.98	12.224
									12.630

Resistencia a Compresión Promedio	
$f_o = \frac{P}{A}$	= 12.77 kg/cm ²

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.4. Análisis de datos de resistencia a tracción de las fibras de paja trenzada.

Tabla N° 31: Análisis de datos de resistencia a tracción de fibras de paja trenzada

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a tracción de la fibra de paja trenzada							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		Construcción sostenible a partir de paneles pre-fabricados de caña Guadua y Poliuretano - Erreyes Padilla y Gómez - Ecuador - 2015							
Descripción	Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia a tracción (K-N)	Resistencia a tracción (kgf)	Resistencia a tracción (kgf/cm ²)
(D)	1	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.9	91.774	467.403
	2	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.75	76.479	389.503
	3	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.7	71.380	363.536
	4	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.8	81.577	415.470
	5	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.7	71.380	363.536
	6	19/10/2016	25/10/2016	8	0.5	0.196	0.8	81.577	415.470
									402.486

(G)	1	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	2	203.943	259.669
	2	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	1.7	173.352	220.718
	3	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	2.1	214.140	272.652
	4	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	1.9	193.746	246.685
	5	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	2.1	214.140	272.652
	6	19/10/2016	25/10/2016	8	1	0.785	1.8	183.549	233.702
									251.013

FUENTE: Elaboración Propia

D: Fibra de paja trenzada delgada (0.5 cm)

G: Fibra de paja trenzada gruesa (1.0 cm)

3.6.5. Análisis de datos de Módulo de Elasticidad

Tabla N° 32: Análisis de datos de Módulo de Elasticidad

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"						
ENSAYO		Módulo de Elasticidad						
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia						
Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
G1	0.00	0.0000	0.7853982	0.0000	6.2	0	0.0	0.000
	1.50	152.9574	0.7853982	194.7515	6.2	6.8	0.6	0.097
	1.75	178.4503	0.7853982	227.2100	6.2	7.4	1.2	0.194
	1.80	183.5489	0.7853982	233.7017	6.2	9.2	3.0	0.484

Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
G2	0.00	0.0000	0.7853982	0.0000	6.4	0	0.0	0.000
	1.50	152.9574	0.7853982	194.7515	6.4	6.9	0.5	0.078
	1.75	178.4503	0.7853982	227.2100	6.4	8.4	2.0	0.313
	2.00	203.9432	0.7853982	259.6686	6.4	9.2	2.8	0.438

Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
G2	0.00	0.0000	0.7853982	0.0000	6.5	0	0.0	0.000
	1.60	163.1546	0.7853982	207.7349	6.5	7.2	0.7	0.108
	1.80	183.5489	0.7853982	233.7017	6.5	8.4	1.9	0.292
	1.90	193.7461	0.7853982	246.6852	6.5	9	2.5	0.385

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 								
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO	Módulo de Elasticidad							
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
D1	0.00	0.0000	0.1963495	0.0000	6.2	0	0.0	0.000
	0.50	50.9858	0.1963495	259.6686	6.2	7	0.8	0.129
	0.60	61.1830	0.1963495	311.6023	6.2	8	1.8	0.290
	0.75	76.4787	0.1963495	389.5029	6.2	8.7	2.5	0.403

Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
D2	0.00	0.0000	0.1963495	0.0000	6.1	0	0.0	0.000
	0.45	45.8872	0.1963495	233.7017	6.1	6.8	0.8	0.131
	0.50	50.9858	0.1963495	259.6686	6.1	7.8	1.7	0.279
	0.70	71.3801	0.1963495	363.5360	6.1	8.5	2.4	0.393

Muestra	F (KN)	F (Kgf)	S (cm ²)	F/S (kgf/cm ²)	Lo (cm)	Lf (cm)	ΔL (cm)	ΔL/Lo
D3	0.00	0.0000	0.1963495	0.0000	6.9	0	0.0	0.000
	0.55	56.0844	0.1963495	285.6355	6.9	7.9	0.9	0.130
	0.60	61.1830	0.1963495	311.6023	6.9	7.9	1.0	0.145
	0.70	71.3801	0.1963495	363.5360	6.9	8.6	1.7	0.246

	ΔL/Lo	F/S (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)	Ep (kgf/cm ²)	Ef (kgf/cm ²)
G1	0.097	194.7500	2007.7320	2142.6660	2070.3525
G2	0.078	194.7500	2496.7949		
G3	0.108	207.7349	1923.4713		
D1	0.129	259.6690	2012.9380	1998.0389	
D2	0.131	233.7017	1783.9824		
D3	0.130	285.6355	2197.1962		

FUENTE: Elaboración Propia

D: Fibra de paja trenzada delgada (0.5 cm)
G: Fibra de paja trenzada gruesa (1.0 cm)

3.6.6. Análisis de datos de resistencia a compresión de cubos de mortero de barro.

Tabla N° 33: Análisis de datos de resistencia a compresión de cubos de mortero

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 									
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"							
ENSAYO		Ensayo de resistencia a la compresión de los cubos de mortero							
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raísa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia							
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)							
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Peso de los cubos (g)	Área (cm ²)	P (kgf)	fm (kgf/cm ²)
1	06/10/2016	04/10/2016	5.134	4.814	4.855	247.11	24.72	480	19.421
2	06/10/2016	04/10/2016	5.172	4.821	4.873	244.18	24.93	470	18.850
3	06/10/2016	04/10/2016	5.072	4.755	4.995	233.49	24.12	390	16.171
									18.147
1	06/10/2016	04/10/2016	5.051	4.942	5.069	233.50	24.96	370	14.823
2	06/10/2016	04/10/2016	4.793	5.043	4.990	240.27	24.17	580	23.996
3	06/10/2016	04/10/2016	4.742	4.981	4.792	227.10	23.62	420	17.782
									18.867
1	06/10/2016	04/10/2016	4.820	5.259	5.010	249.38	25.35	500	19.725
2	06/10/2016	04/10/2016	5.134	4.814	4.855	247.11	24.72	480	19.421
3	06/10/2016	04/10/2016	4.741	5.121	5.020	246.44	24.28	450	18.535
									19.227

Resistencia a Compresión Promedio	
$f_m = \frac{P}{A}$	= 18.75 kg/cm ²

FUENTE: Elaboración Propia

3.6.7. Análisis de datos de ensayo a resistencia al corte de la albañilería

Tabla N° 34: Análisis de datos de resistencia al corte de las pilas de albañilería

 UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	fb (kgf/cm ²)
P (1)	25/09/2016	27/10/2016	20.6	17.9	1.4	34.37	368.74	738.20	200.98	0.27
			20.3	18.2	1.5		369.46			
P (3)	25/09/2016	27/10/2016	21.0	19.0	1.8	34.10	399.00	767.15	205.98	0.27
			19.9	18.5	1.6		368.15			
P (4)	25/09/2016	27/10/2016	20.2	19.2	1.8	34.78	387.84	753.84	195.98	0.26
			20.0	18.3	1.6		366.00			
										0.267

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S} = 0.267 \text{ kg/cm}^2$	
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}} = 0.0030 \text{ kg/cm}^2$	

P(): Pila de albañilería de adobe patrón

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"									
ENSAYO	Ensayo de resistencia al corte de la albañilería									
TESISTAS:	APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia									
NORMA:	NORMA E.080 (ADOBE)									
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
2D (1)	25/09/2016	19/10/2016	18.2	20.7	1.9	33.58	376.74	752.74	198.55	0.26
			18.8	20.0	1.6		376.00			
2D (2)	25/09/2016	19/10/2016	20.5	18.4	2.0	33.95	377.20	732.46	244.55	0.33
			19.1	18.6	1.7		355.26			
2D (3)	25/09/2016	19/10/2016	19.6	17.2	1.6	34.03	337.12	700.93	205.98	0.29
			20.1	18.1	1.3		363.81			
										0.30

2D (4)	25/09/2016	19/10/2016	20.2	18.0	1.6	34.67	363.60	735.45	235.98	0.32
			20.1	18.5	1.4		371.85			
2D (5)	25/09/2016	19/10/2016	20.8	18.8	1.5	34.08	391.04	761.30	225.98	0.30
			19.8	18.7	1.1		370.26			
2D (6)	25/09/2016	19/10/2016	19.8	19.2	1.0	33.85	380.16	790.10	225.98	0.29
			20.6	19.9	1.7		409.94			
										0.30

2D (7)	25/09/2016	19/10/2016	20.1	18.3	1.5	34.20	367.83	738.19	245.98	0.33
			19.7	18.8	1.4		370.36			
2D (8)	25/09/2016	19/10/2016	20.9	17.8	1.3	34.12	372.02	717.82	215.98	0.30
			19.0	18.2	1.8		345.80			
2D (9)	25/09/2016	19/10/2016	20.4	18.7	1.4	32.89	381.48	764.20	205.98	0.27
			20.8	18.4	1.3		382.72			
										0.301

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S}$	= 0.300 kg/cm ²
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}}$	= 0.02 kg/cm ²

2D: Pila de albañilería con dos trenzas delgadas (0.5cm)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
3D (1)	25/09/2016	19/10/2016	21.1	18.2	1.5	33.88	384.02	752.18	245.98	0.33
			20.8	17.7	1.4		368.16			
3D (2)	25/09/2016	19/10/2016	20.1	18.9	1.6	32.94	379.89	726.61	245.98	0.34
			19.7	17.6	1.6		346.72			
3D (3)	25/09/2016	19/10/2016	20.6	18.1	1.5	33.77	372.86	716.94	215.98	0.30
			18.7	18.4	1.4		344.08			
										0.32

3D (4)	25/09/2016	19/10/2016	19.4	17.6	1.3	33.32	341.44	690.32	265.98	0.39
			19.6	17.8	1.7		348.88			
3D (5)	25/09/2016	19/10/2016	19.8	18.3	1.4	32.80	362.34	687.94	255.98	0.37
			18.5	17.6	1.4		325.60			
3D (6)	25/09/2016	19/10/2016	19.7	18.5	1.4	33.84	364.45	731.40	235.98	0.32
			20.5	17.9	1.6		366.95			
										0.36

3D (7)	25/09/2016	19/10/2016	18.9	17.2	1.3	32.95	325.08	679.68	235.98	0.35
			19.7	18.0	1.5		354.60			
3D (8)	25/09/2016	19/10/2016	18.5	17.9	2.0	33.82	331.15	678.67	215.98	0.32
			19.2	18.1	1.4		347.52			
3D (9)	25/09/2016	19/10/2016	19.9	17.7	1.5	34.39	352.23	696.98	205.98	0.30
			19.7	17.5	1.7		344.75			
										0.320

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S}$	= 0.334 kg/cm ²
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}}$	= 0.03 kg/cm ²

3D: Pila de albañilería con tres trenzas delgadas (0.5cm)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
4D (1)	25/09/2016	25/10/2016	20.5	17.7	1.3	32.87	362.85	715.80	225.98	0.32
			19.5	18.1	1.0		352.95			
4D (2)	25/09/2016	25/10/2016	19.9	17.9	1.5	32.74	356.21	733.90	245.98	0.34
			21.1	17.9	1.4		377.69			
4D (3)	25/09/2016	25/10/2016	20.2	18.5	1.2	32.63	373.70	747.81	285.98	0.38
			20.9	17.9	1.2		374.11			
										0.34

4D (4)	25/09/2016	25/10/2016	19.7	18.2	1.8	34.30	358.54	736.54	265.98	0.36
			21.0	18.0	1.2		378.00			
4D (5)	25/09/2016	25/10/2016	19.5	17.8	1.0	33.61	347.10	712.26	245.98	0.35
			20.4	17.9	1.5		365.16			
4D (6)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.16	354.42	692.17	255.98	0.37
			19.3	17.5	1.4		337.75			
										0.36

4D (7)	25/09/2016	25/10/2016	19.1	18.3	1.7	33.79	349.53	692.73	225.98	0.33
			19.5	17.6	1.4		343.20			
4D (9)	25/09/2016	25/10/2016	19.2	17.6	1.0	33.89	337.92	698.28	255.98	0.37
			19.8	18.2	1.2		360.36			
4D (10)	25/09/2016	25/10/2016	19.0	18.3	1.1	33.31	347.70	694.80	225.98	0.33
			19.5	17.8	1.7		347.10			
										0.34

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S} = 0.348 \text{ kg/cm}^2$	
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}} = 0.02 \text{ kg/cm}^2$	

4D: Pila de albañilería con cuatro trenzas delgadas (0.5cm)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
2G (1)	25/09/2016	25/10/2016	19.0	18.2	1.9	34.59	345.80	680.60	205.98	0.30
			18.0	18.6	2.0		334.80			
2G (2)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.70	354.42	689.82	235.98	0.34
			19.5	17.2	1.3		335.40			
2G (3)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.5	1.6	33.81	351.75	721.59	245.98	0.34
			20.1	18.4	1.2		369.84			
										0.33

2G (4)	25/09/2016	25/10/2016	18.5	19.4	1.7	33.56	358.90	706.52	245.98	0.35
			19.1	18.2	1.6		347.62			
2G (5)	25/09/2016	25/10/2016	18.0	18.8	1.7	34.07	338.40	662.39	235.98	0.36
			18.1	17.9	1.6		323.99			
2G (6)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.7	1.7	34.19	355.77	742.42	195.98	0.26
			20.9	18.5	1.2		386.65			
										0.32

2G (7)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.5	1.2	33.97	351.75	731.36	225.98	0.31
			20.3	18.7	1.6		379.61			
2G (8)	25/09/2016	25/10/2016	20.1	17.7	1.7	34.19	355.77	740.57	195.98	0.26
			20.8	18.5	1.2		384.80			
2G (9)	25/09/2016	25/10/2016	19.8	17.9	1.6	33.70	354.42	689.82	235.98	0.34
			19.5	17.2	1.3		335.40			
										0.31

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S} = 0.319 \text{ kg/cm}^2$	
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}} = 0.03 \text{ kg/cm}^2$	

2G: Pila de albañilería con dos trenzas gruesas (1.0cm)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
3G (1)	25/09/2016	29/10/2016	18.7	18.4	1.8	34.22	344.08	669.68	265.98	0.40
			18.5	17.6	1.6		325.60			
3G (2)	25/09/2016	29/10/2016	19.5	18.0	1.4	33.93	351.00	709.00	265.98	0.38
			20.0	17.9	1.5		358.00			
3G (3)	25/09/2016	29/10/2016	20.6	18.7	1.6	33.58	385.22	738.82	235.98	0.32
			20.8	17.0	1.1		353.60			
										0.36

3G (4)	25/09/2016	29/10/2016	19.8	18.1	1.5	34.95	358.38	725.58	225.98	0.31
			20.4	18.0	1.2		367.20			
3G (5)	25/09/2016	29/10/2016	19.4	17.8	1.6	34.49	345.32	690.47	265.98	0.39
			19.5	17.7	1.5		345.15			
3G (6)	25/09/2016	29/10/2016	20.6	18.5	2.0	34.82	381.10	731.65	225.98	0.31
			20.5	17.1	1.5		350.55			
										0.34

3G (7)	25/09/2016	29/10/2016	19.9	17.2	1.2	34.49	342.28	702.28	215.98	0.31
			20.0	18.0	1.8		360.00			
3G (8)	25/09/2016	29/10/2016	19.2	17.5	1.7	33.76	336.00	659.19	235.98	0.36
			18.9	17.1	1.5		323.19			
3G (10)	25/09/2016	29/10/2016	20.1	18.9	1.6	33.89	379.89	734.79	255.98	0.35
			19.5	18.2	1.5		354.90			
										0.338

Resistencia a Corte Promedio	
$f_b = \frac{P}{S}$	= 0.323 kg/cm ²
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}}$	= 0.04 kg/cm ²

3G: Pila de albañilería con tres trenzas gruesas (1.0cm)

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO										
FACULTAD DE INGENIERÍA										
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL										
TEMA:		"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CORTE DE LA ALBAÑILERÍA REFORZADA CON FIBRAS DE PAJA TRENZADA EMBEBIDAS ENTRE LA UNIDAD DE ADOBE Y EL MORTERO"								
ENSAYO		Ensayo de resistencia al corte de la albañilería								
TESISTAS:		APAZA QUISANI, Raisa Suyana MORALES GUTIERREZ, Nadia								
NORMA:		NORMA E.080 (ADOBE)								
Muestra N°	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor de mortero (cm)	Peso de pila (kg)	Área (cm ²)	S (cm ²)	P (kgf)	F'b (kgf/cm ²)
4G (1)	25/09/2016	29/10/2016	21.1	18.4	1.4	34.72	388.24	767.49	325.98	0.42
			20.5	18.5	1.5		379.25			
4G (2)	25/09/2016	29/10/2016	19.9	16.9	1.6	33.59	336.31	687.57	265.98	0.39
			19.3	18.2	1.5		351.26			
4G (3)	25/09/2016	29/10/2016	21.0	18.0	1.5	34.21	378.00	754.48	285.98	0.38
			20.8	18.1	1.9		376.48			
										0.40

4G (4)	25/09/2016	29/10/2016	21.2	18.3	1.5	34.76	387.96	773.49	275.98	0.36
			21.3	18.1	1.7		385.53			
4G (5)	25/09/2016	29/10/2016	19.7	19.0	1.8	35.35	374.30	752.30	275.98	0.37
			20.0	18.9	1.7		378.00			
4G (6)	25/09/2016	29/10/2016	20.2	18.9	1.7	35.80	381.78	748.20	345.98	0.46
			19.7	18.6	1.8		366.42			
										0.40

4G (8)	25/09/2016	29/10/2016	19.5	18.8	1.6	35.61	366.60	733.02	325.98	0.44
			19.7	18.6	1.5		366.42			
4G (9)	25/09/2016	29/10/2016	20.2	19.1	1.6	35.46	385.82	742.87	315.98	0.43
			19.3	18.5	1.2		357.05			
4G (10)	25/09/2016	29/10/2016	20.1	18.5	1.6	34.35	371.85	737.67	315.98	0.43
			20.1	18.2	1.4		365.82			
										0.428

Resistencia a Corte Promedio	
$fb = \frac{P}{S}$	= 0.398 kg/cm ²
Desviación Estándar	
$D_s = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}}$	= 0.04 kg/cm ²

FUENTE: Elaboración Propia

4G: Pila de albañilería con cuatro trenzas gruesas (1.0cm)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

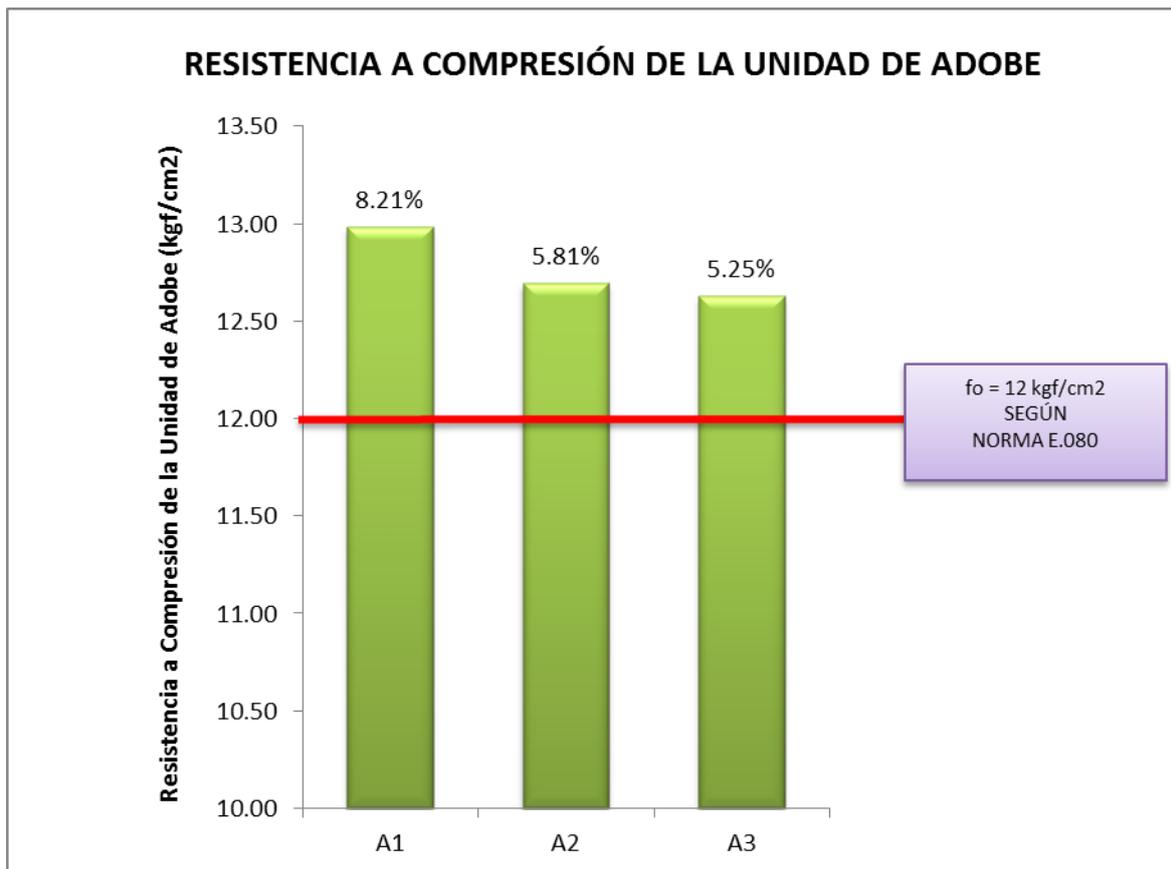
4.1. Resultados de la resistencia a compresión de las unidades de adobe.

Tabla N° 35: Resistencia a la compresión de las unidades de adobe

UNIDAD DE ADOBE	Resistencia a Compresión de unidades de adobe (kgf/cm ²)	Incremento de la Resistencia con respecto al Patrón	Incremento en porcentaje
NORMA	12.00		
A1	12.98	0.98	8.21%
A2	12.70	0.70	5.81%
A3	12.63	0.63	5.25%

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 62: Comparación de resistencia a compresión de las unidades de adobe



FUENTE: Elaboración Propia

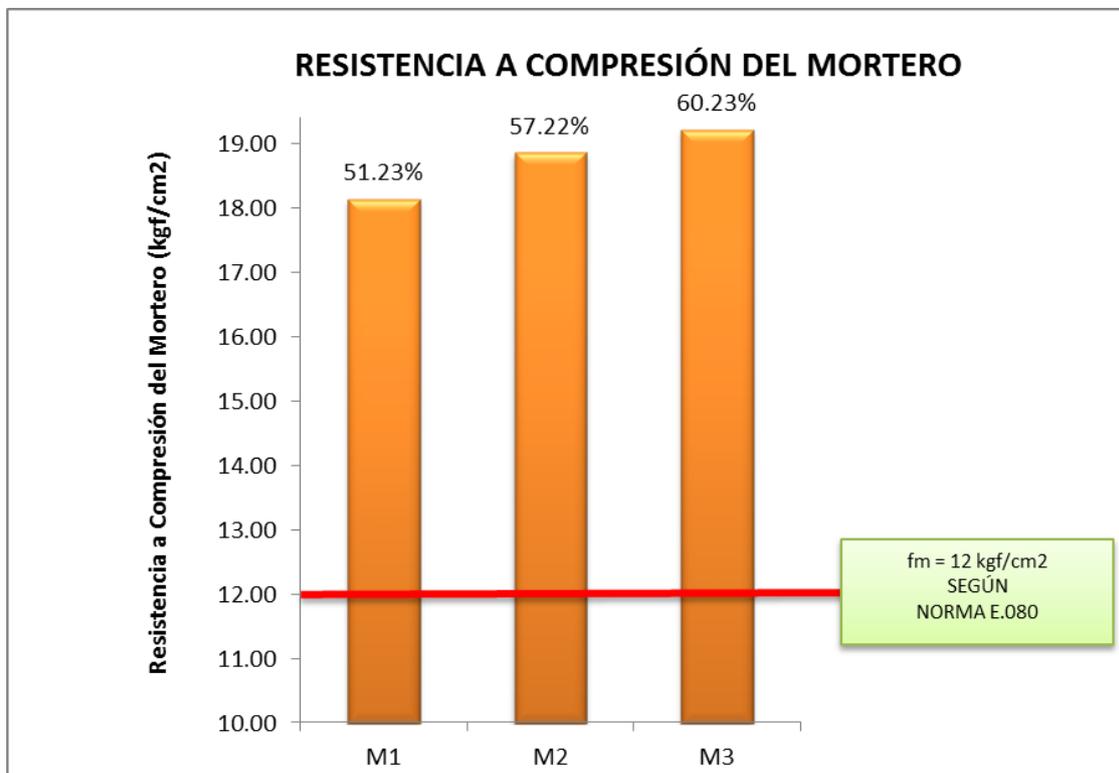
4.2. Resultados de la resistencia a compresión de cubos de mortero.

Tabla N° 36: Resistencia a la compresión de cubos de mortero

MORTERO	Resistencia a Compresión del Mortero (kgf/cm ²)	Incremento de la Resistencia con respecto al Patrón	Incremento en porcentaje
NORMA	12.00		
M1	18.15	6.15	51.23%
M2	18.87	6.87	57.22%
M3	19.23	7.23	60.23%

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 63: Comparación de resistencia a compresión de cubos de mortero



FUENTE: Elaboración Propia

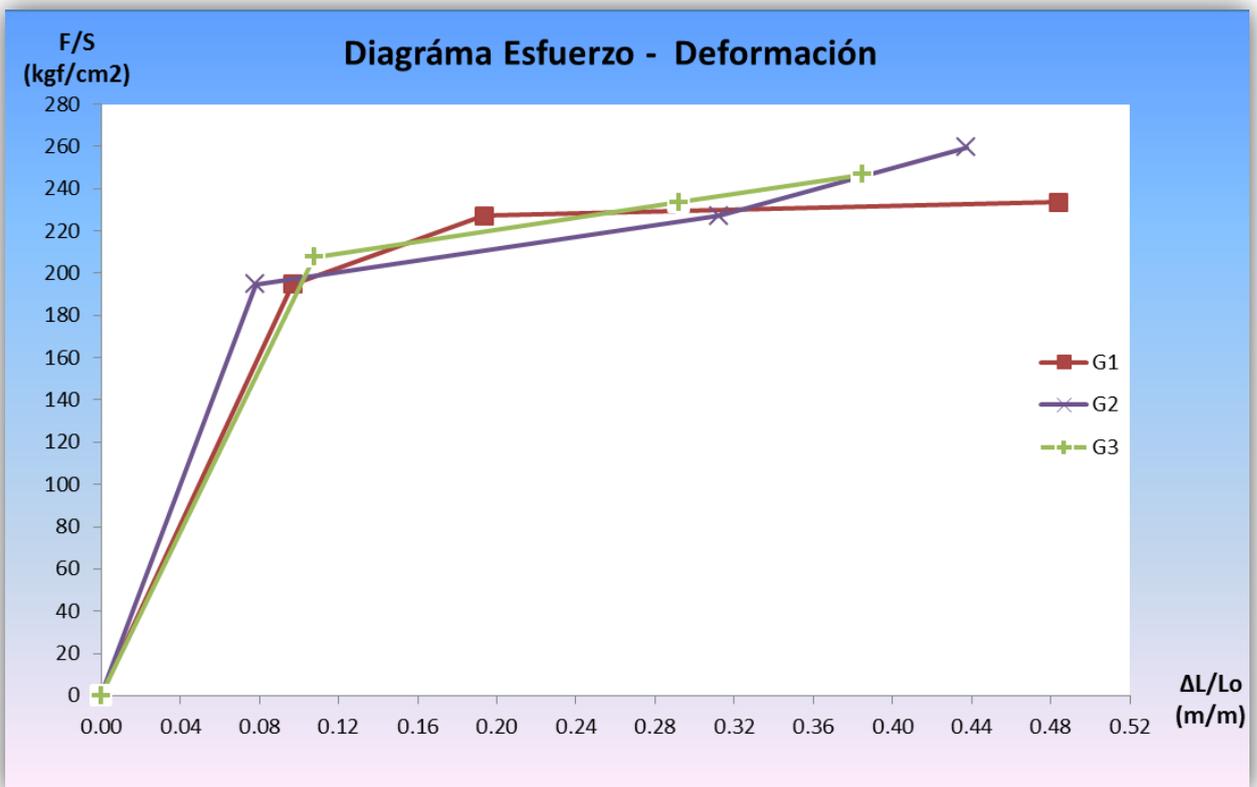
4.3. Resultados de Módulo de Elasticidad

Tabla N° 37: Resultados de Módulo de Elasticidad

	$\Delta L/L_0$	F/S (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)	Ep (kgf/cm ²)	Ef (kgf/cm ²)
G1	0.097	194.751	2007.742	2142.674	2070.356
G2	0.078	194.751	2496.808		
G3	0.108	207.735	1923.472		
D1	0.129	259.669	2012.938	1998.038	
D2	0.131	233.702	1783.985		
D3	0.130	285.635	2197.192		

FUENTE: Elaboración Propia

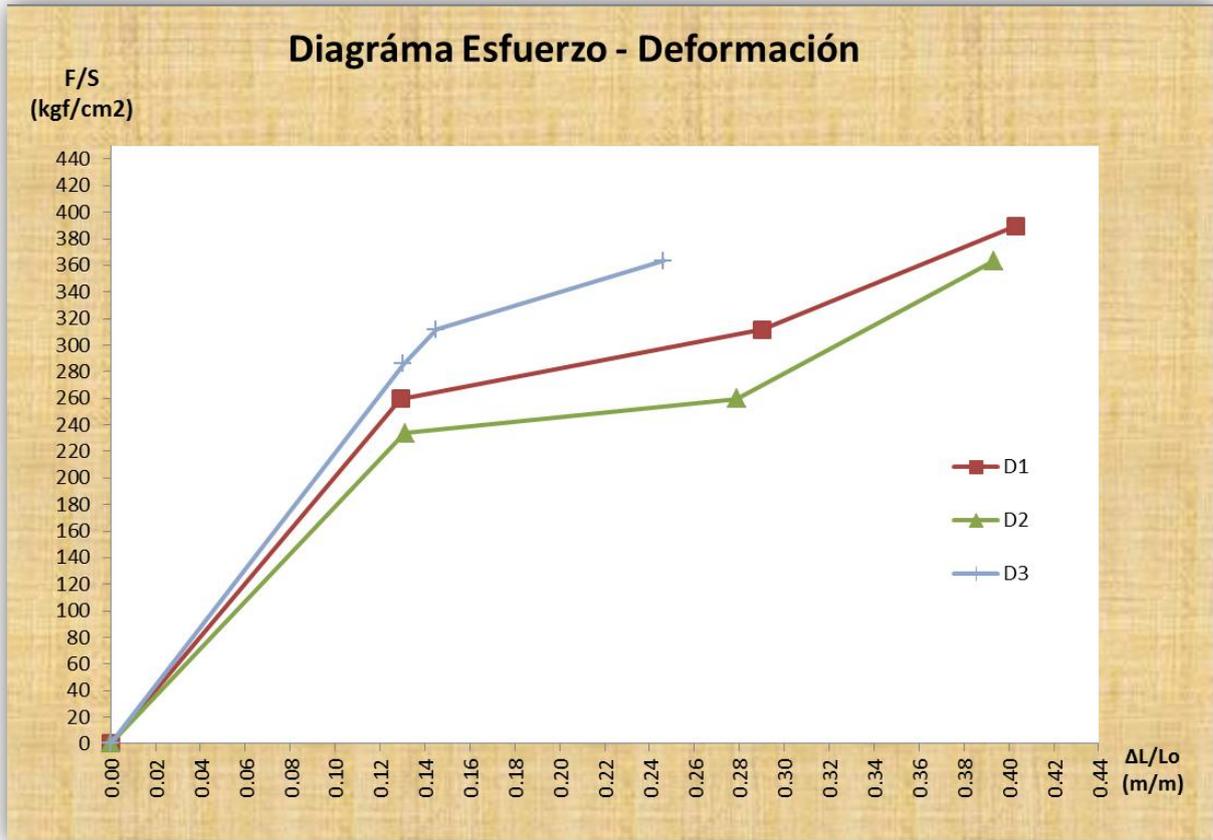
Figura N° 64: Diagrama Esfuerzo – Deformación de fibras de Paja Trenzadas Gruesas (G)



FUENTE: Elaboración Propia

G: Trenza gruesa (1.0 cm)

Figura N° 65: Diagrama Esfuerzo – Deformación de fibras de Paja Trenzadas Delgadas (D)



FUENTE: Elaboración Propia

D: Trenza delgada (0.5 cm)

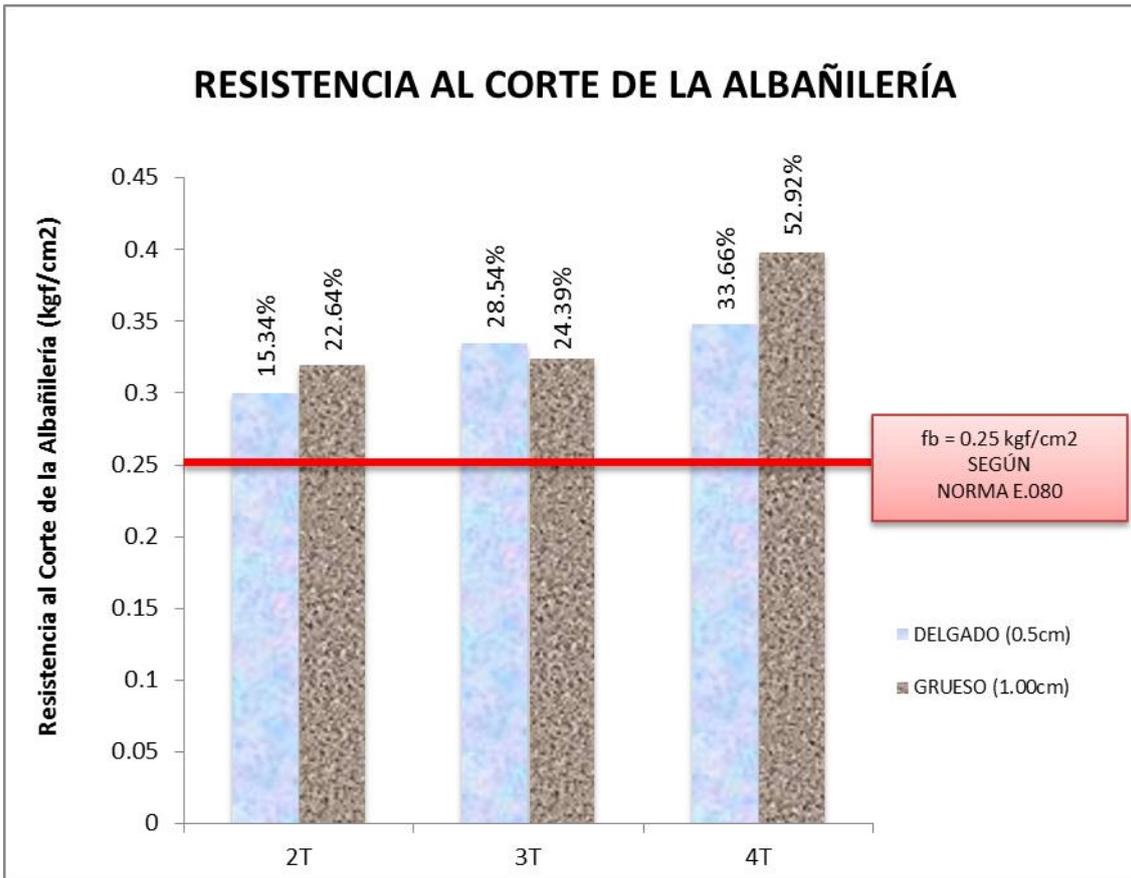
4.4. Resultados de la resistencia al corte de las pilas de albañilería

Tabla N° 38: Resistencia al corte de las pilas de albañilería

PILAS DE ALBAÑILERÍA	Resistencia Corte Promedio (kgf/cm ²)	Incremento de la Resistencia con respecto al Patrón	Incremento en porcentaje
PATRÓN	0.26		
2D	0.30	0.04	15.34%
3D	0.33	0.07	28.54%
4D	0.35	0.09	33.66%
2G	0.32	0.06	22.64%
3G	0.32	0.06	24.39%
4G	0.40	0.14	52.92%

FUENTE: Elaboración Propia

Figura N° 66: Comparación de resistencia al corte de las pilas de albañilería



FUENTE: Elaboración Propia

A: Muestras de unidades de adobe a compresión
M: Muestras de mortero
Ep: Módulo de elasticidad promedio.
Ef: Módulo de elasticidad final
T: Pilas de albañilería con fibras de paja trenzada

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

1. ¿Qué cantidad de trenzas embebidas en el adobe permite obtener los valores más óptimos de resistencia al corte de la albañilería?

Se logró evaluar 2 tipos de trenzas de 1cm y 0.5cm de diámetro en diferentes cantidades de 2, 3 y 4 trenzas, obteniéndose valores altos en la resistencia al corte de la albañilería de adobe cuando se reforzó con 4 trenzas de 1cm de diámetro, presentando un incremento de 52.92% con respecto a una pila patrón.

2. ¿Cuál es el motivo por el cual en el ensayo de variabilidad dimensional existe una variación en el ancho y la altura del adobe?

En el ensayo de variabilidad dimensional se observan variaciones en el ancho y la altura de los adobes debido al colocado de las fibras de paja trenzada, ya que se ejerció presión en su colocado a la unidad de adobe por lo que sufrieron deformaciones.

3. ¿Los resultados obtenidos pueden servir como referencia para investigaciones futuras sobre temas relacionados con este?

Todos los resultados obtenidos de los ensayos realizados en esta investigación, pueden ser aplicados en otras investigaciones que busquen determinar las características de la albañilería en base a muestras representativas.

4. ¿Por qué se tomó los diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla para la dosificación de la mezcla de barro?

Se realizaron ensayos de campo con diferentes porcentajes de arena, limo y arcilla donde se obtuvo mejores resultados de su resistencia con los porcentajes de: arena 50%, limo 20% y arcilla 30%.

5. ¿Por qué se tomó como referencia la norma E080 “Adobe” para la presente investigación?

Se tomó como referencia la norma E080 “Adobe”, ya que las características generales de la unidad de adobe se encuentran establecidas en esta norma, como también para el mortero porque tiene los mismos alineamientos que la unidad de adobe.



6. ¿Por qué se realizó estudios del módulo de elasticidad para las fibras de paja trenzada?

Este estudio tuvo la finalidad de dar un aporte más sobre las propiedades mecánicas de las fibras de paja trenzada, ya que es este un insumo que aporta mayor resistencia al corte de la albañilería.

7. ¿Cuál es el aporte de la investigación?

Esta investigación aporta conocimientos sobre el uso de la paja en el mundo de la construcción, ya que es un material que abunda en los alrededores de nuestra ciudad, y que presenta en forma agrupada propiedades resistentes ante esfuerzos de tracción, por lo que es una alternativa para la innovación de construcción de viviendas de adobe.



GLOSARIO

ADOBE: Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

ADOBE ESTABILIZADO: Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfaltos, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

ARRIOSTRE: Elemento que impide el libre desplazamiento del borde de muro. El arriostre puede ser vertical u horizontal.

APILAMIENTO: Sinónimo de superposición, define como las capas de una imagen se montan una sobre otra para conformarla.

ARCILLAS: Son componentes que da cohesión a los suelos uniendo a los suelos más gruesos, pero en las arcillas húmedas se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo, por su inestabilidad a diferencia de las arenas.

ARENAS: Son granos minerales, aunque estables no poseen cohesión pro secas, sin grandes desplazamientos entre las partículas que las componen, pero con una fuerte fricción interna.

ARENAS GRUESAS: Son el componente estable y sus propiedades mecánicas no se alteran sensiblemente con el agua.

AGLOMERANTE: Materiales aglomerantes son los que tienen la propiedad de adherirse unos a otros usados en la construcción para unir materiales, recubrirlos o bien para formar morteros u hormigones

ESBELTEZ: Relación entre la altura libre del muro y su espesor.

GAVERA: Molde de madera sin fondo para fabricar unidades de adobe.

GRAVAS: Son el componente de los suelos más estables en presencia del agua, pero merecen de cohesión secas, por lo que requieren de los limos y las arcillas para formar una estructura estable en los suelos.



LIMOS: No tienen cohesión por ser secos y con una resistencia a la fricción menor de las arenas, pero en presencia de agua su cohesión aumenta, además de tener variaciones en volumen debido a que atraen y se expanden.

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

MORTERO: Material de unión de los adobes. Puede ser barro con paja o con arena, o barro con otros componentes como asfalto, cemento, cal, yeso, bosta, etc.

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

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

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

CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N° 01

Se logró demostrar la hipótesis general: *El refuerzo de fibra de paja trenzada embebida entre el mortero y unidades de adobe incrementa la resistencia al corte de la albañilería, con respecto a una muestra patrón*, las cuales pueden observarse en las tablas de resultados que se encuentran en el Capítulo IV, demostrando que las fibras de paja trenzada embebidas en entre el mortero y la unidad de adobe aumenta la resistencia al corte de la albañilería, por ende queda demostrado esta hipótesis.

CONCLUSIÓN N° 02

Se logró demostrar en su totalidad la sub hipótesis N° 01: *Las características físico - mecánicas de los insumos a usar en la investigación se encuentran dentro de la norma "E.080", "Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe", y "Apuntes de Laboratorio"*, donde los ensayos realizados son validados con la norma E.080, manuales y apuntes de investigación. Y se determinan las características físico - mecánicas de los insumos usados en la investigación.

CONCLUSIÓN N° 03

Se logró validar la sub hipótesis N° 02: *La resistencia a la tracción de la fibra de paja trenzada varía en proporción directa según los diferentes diámetros*, esto se puede apreciar en la Tabla N° 29, donde la resistencia a tracción de la fibra de paja trenzada varía de acuerdo a su área trasversal, el cual está dentro del rango permisible.

CONCLUSIÓN N° 04

Se logró validar la sub hipótesis N° 03: *El diámetro favorable de fibra de paja trenzada colocada entre el mortero y las unidades de adobe es de 1 cm*, donde en la Tabla N° 36 y Figura N° 65 se observa que la mayor resistencia al corte se obtiene con 1cm de diámetro de la fibra de paja trenzada llegando a un incremento del 52.92% con respecto a la pila patrón, lo cual indica que el diámetro favorable de fibra de paja trenzada colocada entre el mortero y la unidad de adobe es de 1 cm.

**CONCLUSIÓN N° 05**

No se logró demostrar la sub hipótesis N° 04: *El número recomendable de fibras de paja trenzada colocadas entre el mortero y las unidades de adobe es de 3 de 1cm de diámetro*, como se puede observar en la Tabla N° 36 y Figura N° 65 la resistencia al corte con 3 unidades de fibras de paja trenzada de 1cm de diámetro es de 24.39% y para 4 unidades de fibras de paja trenzada de 1cm de diámetro es de 52.92% con respecto a la pila patrón, lo cual indica que el número recomendable de fibras de paja trenzada colocada entre el mortero y la unidad de adobe es de 4 unidades.



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN N° 01

Se recomienda emplear 4 unidades de fibras de paja trenzada de 1 cm de diámetro embebidas entre el mortero y la unidad de adobe en construcción de muros de adobes, por ser éste el que incrementa más el valor de resistencia al corte.

RECOMENDACIÓN N° 02

Evaluar el comportamiento de la resistencia al corte con la adición de más de 4 unidades de fibras de paja trenzada tanto para 1 cm y 0.5 cm de diámetro en pilas de albañilería de adobe.

RECOMENDACIÓN N° 03

Se recomienda realizar una investigación similar para muretes de albañilería de adobe utilizando las fibras de paja trenzada.

RECOMENDACIÓN N° 04

Realizar estudios del comportamiento estructural de muros de adobe tomando como referencia esta investigación ante eventos sísmicos de corto y largo período.

RECOMENDACIÓN N° 05

Se recomienda realizar más estudios físico-químicos-mecánicos de las fibras de paja, para tener mayor conocimiento sobre las propiedades de dicho insumo para su empleo.



REFERENCIAS

- Badillo, J., & Rodriguez, R. (2005). *Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. Mexico: Limusa Noriega.
- Beer. (2004). *Mecánica de Materiales*. México: McGrawHill.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación. Tercera Edición*. Colombia: Pearson Educación.
- Bowles, J. E. (1978). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogotá: Mc Graw Hill Americana SA.
- Bowles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. México: McGRAW-Hill.
- CFGS, C. M. (s.f.). *U.T.2. Resistencia de materiales. Tracción*. Recuperado el 16 de Agosto de 2015, de Resistencia de Materiales: <http://roble.pntic.mec.es/jlec0009/pdfs/UT02%20Traccion.pdf>
- Erreyes Padilla, A. R., & Gómez Gómez, T. C. (2015). *Construcción Sostenible a Partir de Panlenes Prefabricados de Caña Guadua y Poliuretano*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Hernández, R. (2003). *Metodología de la Investigación*. Mexico: MG Graw.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2013). *Manual de Construcción - Edificaciones Antisísmicas de Adobe*. Lima: Megabyte.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2013). *Proyecto de Actualización - Versión 1 Norma E.080 Construcción con Tierra*. Lima: Dirección Nacional de Construcción.
- Miurraqui Zambrano, A. (2011). *El uso de la guadua como madera alternativa para la construcción y su aplicación en la elaboración de tablas para encofrado*. E.S.P.O.L.



- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Candiotti, C. (1993). *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe*. Lima: UNI.
- Oshiro Higa, F. (2005). *Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado*. Lima.
- Pytel, A., & Singer, F. L. (2008). *Resistencia de Materiales*. Mexico: Oxford.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2013). *E.080*. Lima: Megabyte.
- Salazar Trujillo, J. (2007). *Resistencia de Materiales Básica para Estudiantes de Ingeniería*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Tejada Schmidt, U., Mendoza García, A., & Torrealva Dávila, D. (2013). *Buena Tierra - Apuntes para el diseño y Construcción con Adobe*. Lima: Centro de Investigación, Documentación y Asesoría Poblacional.
- Urzúa, N. P. (2011). *Apuntes de Laboratorio*. Chile: Universidad de Chile.
- Yana, A. (2014). *Procedimientos Constructivos en Edificaciones*. Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

ANEXOS

Figura N° 67: Remojado de las fibras de paja



Figura N° 68: Trenzado de los diferentes diámetros de las fibras de paja



Figura N° 69: Trenzado de las fibras de paja de 1cm de diámetro



Figura N° 70: Trenzado de las fibras de paja de 0.5cm de diámetro



Figura N° 71: Cortado de las fibras de paja trenzada de 1cm de diámetro



Figura N° 72: Cortado de las fibras de paja trenzada de 0.5cm de diámetro



Figura N° 73: Preparado de la mezcla de barro para la elaboración de las unidades de adobe



Figura N° 74: Dormido de la mezcla de barro por 48 horas



Figura N° 75: Elaboración de las unidades de adobe



Figura N° 76: Colocado de las fibras de paja trenzada en las unidades de adobe



Figura N° 77: Secado de las unidades de adobe



Figura N° 78: Volteado de las unidades de adobe



Figura N° 79: Apilado de las unidades de adobe



Figura N° 80: Toma de datos de variabilidad dimensional



Figura N° 81: Tamizado de la tierra para el mortero de barro



Figura N° 82: Dosificación de la mezcla de barro para el mortero



Figura N° 83: Mezclado del barro para el mortero



Figura N° 84: Pisado del barro para mortero



Figura N° 85: Armado de las pilas de albañilería de adobe



Figura N° 86: Ensayo de límite líquido



Figura N° 87: Ensayo de límite plástico



Figura N° 88: Moldeado de cubos de mortero



Figura N° 89: Ensayo de resistencia a compresión de las unidades de adobe



Figura N° 90: Muestras del mortero de barro



Figura N° 91: Peso del cubo de mortero de barro



Figura N° 92: Ensayo de resistencia a compresión de los cubos de mortero de barro



Figura N° 93: Ensayo de resistencia a corte de las pilas de albañilería



Figura N° 94: Falla de la resistencia al corte de la albañilería con 3 trenzas de 1cm de diámetro



Figura N° 95: Pilas después de someterlo a resistencia al corte



Figura N° 96: Falla de la resistencia al corte de la albañilería con 4 trenzas de 1cm de diámetro



Figura N° 97: Pruebas de laboratorio con presencia de nuestro asesor Ing. Mgt. Víctor Chacón Sánchez



Figura N° 98: Pruebas de laboratorio con presencia del dictaminante Ing. Heiner Soto Flóres

