



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-0.80, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DE CUSCO.

Línea de investigación:

Ciencia y Tecnología de Materiales y Biomateriales.

Presentado por:

Bach. OLAZABAL BAIRO, Katerine.

Bach. GUEVARA VERA, Dharyl Manuel.

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil.

Asesor:

Ing. Mitzy Elena Gudiel Cárdenas.

CUSCO – PERÚ.

2019



DEDICATORIA

A Dios, quien está incondicionalmente a mi lado dándome fortaleza y sabiduría para seguir adelante en todos los pasos que doy y dejar que pueda culminar mi carrera profesional.

A mis padres Guillermo S. Olazabal Castillo, Vilma M. Bairo Salazar y mis hermanas Meliza y Pamela, quienes estuvieron apoyándome y aconsejándome en todas las decisiones que tome a lo largo de mi vida, dándome su confianza y cariño para no rendirme nunca.

Al amor de mi vida, el sentido de todos mis esfuerzos, mi hijo Thiago Samuel Guevara Olazabal, que fue la mejor decisión de mi vida y quien es el que me hace ser una mejor persona de lo que merezco.

Atte.: Katerine Olazabal Bairo



DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres Francisca Noemí Vera Guevara y Maximiliano T. Guevara Zapata, por el esfuerzo y apoyo brindado en cada paso del desarrollo de mi carrera y mi persona gracias, los quiero mucho.

A esa personita que me da mucha fuerza para seguir adelante y ser mejor cada día Thiago S. Guevara Olazabal.

A mis hermanos Patricia, Sheomara, Jessica y Yogeli, que estuvieron junto a mí en mis tropiezos y aciertos, gracias hermanos lindos.

Atte.: Dharyl Manuel Guevara Vera



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sin duda alguna a Dios, por permitirnos culminar con una de las etapas de nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por la confianza, paciencia y el apoyo económico y moral que nos brindaron a lo largo de nuestra carrera profesional.

A nuestro hijo Thiago Samuel Guevara Olazabal que es el motor y motivo en nuestras vidas, que con su presencia después de mucho tiempo nos dio las energías para culminar con esta etapa en nuestra vida profesional.

A nuestra asesora Ing. Mitzy Elena Gudiel Cárdenas por el apoyo y aliento que nos brindó para lograr culminar esta Tesis de investigación.

Y a todos nuestros amigos que fueron un apoyo en el desarrollo de nuestra carrera de Ingeniería Civil.

Atte.: Katerine Olazabal Bairo y Dharyl Manuel Guevara Vera



RESUMEN

La investigación tiene por nombre: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-0.80, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DE CUSCO.” En la investigación se propone una nueva tecnología para la fabricación de unidades de adobe, obteniendo como producto final una unidad de adobe estabilizado capaz de resistir las diversas adversidades que no soportan las construcciones de adobe en el Perú y la Región de Cusco, como son: la erosión por efecto de las fuertes lluvias, la humedad por efecto de las inundaciones prolongadas en muros de adobe, la humedad del medio ambiente y la resistencia a la compresión frente a las cargas de gravedad que son las cargas muertas y las cargas vivas. La metodología que contiene la investigación es de: enfoque cuantitativo, nivel descriptivo con implicancias correlaciones, método hipotético-deductivo y diseño cuasi experimental. Para esto se fabricó y estudió adobes tradicionales y adobes estabilizados, teniendo en cuenta que el método de muestreo que desarrollo la investigación fue por conveniencia puesto que se elaboraron los elementos muestrales, donde el número de población es igual al número de la muestra, siendo en total 200 adobes, 40 adobes tradicionales y 160 adobes estabilizados. Se fabricó adobes estabilizados con las adiciones de: 10% - 7%, 10% - 9%, 15% - 7%, 15% - 9% de Cemento Portland tipo IP y Mucilago de Gigantón respectivamente, también se fabricó adobes tradicionales según la Norma E-0.80. Con ello, se buscó mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe. Mediante el uso de formatos de recolección de datos, guías de observación de campo, guías de observación de laboratorio, e instrumentos de ingeniería, se evaluaron siguientes aspectos: variación dimensional, alabeo, absorción de agua, succión de agua, resistencia a la compresión y erosión acelerada de Swinburne (SAET) en las unidades de adobes en laboratorio de suelos, materiales, concreto y asfalto de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco. Al realizar los ensayos de laboratorio se pudo apreciar que las unidades de adobe estabilizado con 15% de Cemento y 7% de Mucilago de Gigantón mejoran sustancialmente las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobe. Arribamos a la conclusión que la adición de Cemento y Mucilago de Gigantón en el porcentaje propuesto es determinante porque mejoró las propiedades físicas y mecánicas de una unidad de adobe.



Palabras Claves: Adobe estabilizado, Adobe tradicional, Norma E-0.80, Mucilago de Gigantón, porcentaje de adición, Variación dimensional, Absorción, Succión, Resistencia a la compresión, Erosion acelerada de Swinburne (SAET).



ABSTRACT

The investigation is by name: "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICAL PROPERTIES – MECHANICS OF THE ADOBE STABILIZED WITH CEMENT AND MUCILAGE OF GIGANTON MANUFACTURED ACCORDING TO THE NORM E-0.80, COMPARED WITH THE TRADITIONAL ADOBE OF THE DISTRICT OF SAN JERÓNIMO OF THE REGION OF CUSCO." The research proposes a new technology for the manufacture of adobe units, obtaining as final product a unit of stabilized adobe able to resist the various adversities that do not support the adobe constructions in Peru and the Region of Cusco, as they are: the erosion by effect of the heavy rains, humidity due to prolonged flooding on adobe walls, humidity of the environment and resistance to compression against the gravity loads which are dead loads and live loads. The methodology contained in the research is: Quantitative approach, descriptive level with correlation implications, hypothetical-deductive method and quasi-experimental design. For this purpose traditional adobes and stabilized adobes were manufactured and studied, taking into account that the sampling method that developed the research was for convenience since the sample elements were developed where the population number is equal to the number of the sample, with a total of 200 adobe units, 40 traditional adobes and 160 stabilized adobes. Adjusted stabilized adobe units were manufactured with: 10% - 7%, 10% - 9%, 15% - 7%, 15% - 9% of Portland Cement type IP and gigantón mucilage respectively, traditional adobes were also manufactured according to Standard E-0.80. The aim was to improve the physical and mechanical properties of adobe. Through the use of data collection formats, field observation guides, laboratory observation guides, and engineering instruments, the following aspects were assessed: dimensional variation, scaling, water absorption, water suction, compression resistance and accelerated erosion of Swinburne (SAET) in the adobe units in laboratory of floors, materials, concrete and asphalt of Civil Engineering of the Andean University of Cusco. Laboratory tests showed that the stabilized adobe units with 15% Cement and 7% gigantón mucilage substantially improve the physical and mechanical properties of the adobe units. We come to the conclusion that the addition of Cement and gigantón mucilage in the proposed percentage is decisive because it improved the physical and mechanical properties of an adobe unit.

Keywords: Adobe stabilized Traditional Adobe, Norm E-0.80, Gigantón mucilage, percentage of addition, Dimensional variation, Absorption, Suction, Compression resistance Swinburne accelerated Erosion (SAET).



INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Cusco se puede observar un gran número de construcciones de adobe, puesto que es un material de construcción accesible a la población y de gran demanda en el rubro de la autoconstrucción, existen otras alternativas de materiales de construcción, sin embargo, las construcciones de adobe aún tienen gran demanda siendo estas en las zonas rurales, según las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del 2017 las construcciones alcanzan hasta una 64.50%. También se sabe que en la Región de Cusco los fuertes acontecimientos climatológicos como: inundaciones por las intensas precipitaciones pluviales, la humedad, entre otros, exigen mejores tecnologías que atiendan los efectos en las construcciones de adobe.

Por ello, esta investigación propuso una unidad de adobe estabilizado que sea resistente a los factores climatológicos, donde su resistencia a la compresión se incrementa hasta alcanzar o superar la resistencia a la compresión mínima que exige la Norma E-0.80, como también, mejorar la resistencia a la erosión y disminuir la capacidad de absorción y succión de agua; de otro lado se aspira que las unidades de adobe estabilizadas con Cemento Portland tipo IP y Mucilago de Gigantón sigan siendo accesibles económicamente en el mercado.

Para el desarrollo de la presente investigación se tomó en cuenta los siguientes antecedentes: “Análisis de la variación de magnitudes de las propiedades resistentes y físicas de un adobe estabilizado con Cemento Portland tipo IP respecto a un adobe tradicional.” Autor: Huamán Patiño, Zenaida Y “Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo – cemento en la ciudad de Trujillo.” Autor: Abanto Flores, Peter Jheryes y Akarley Poma, Luis Martin; de donde se concluye que la adición del Cemento a las unidades de adobe incrementa la resistencia a la compresión; “Evaluación del comportamiento físico – mecánico del adobe elaborado según la Norma E-0.80, adicionado con Mucilago de Gigantón, utilizando insumos de la Región de Cusco, comparado con el adobe tradicional artesanal elaborado en el sector de adoberos, distrito de San Jerónimo – Cusco.” Autores: Tapia Paredes, Thalía Joselyn y Huancachoque Usca, José, “Evaluación del comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna”. Autores: Carlos Bravo A. y Jocelyn Ramsey Y “Efecto de la impermeabilidad del Mucilago de Nopal en bloques de tierra comprimidos.” Autores: Aranda Jiménez, Yolanda Guadalupe y Suarez Domínguez, Edgardo Jonathan; de donde se concluye que el uso del Mucilago de Gigantón, tuna o nopal, tiene efectos de impermeabilidad. Por los antecedentes mencionados se propone unidades de adobe estabilizados con Cemento Portland tipo IP para que mejore su resistencia y Mucilago de



Gigantón para que mejore su impermeabilidad, siendo esté adicionado en diferentes porcentajes; para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un adobe tradicional.

Al fabricar los adobes estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón se tomaron en cuenta: Las Normas Técnicas E-0.70 y E-0.80 para los criterios técnicos de fabricación de una unidad de adobe, la NTP 331.202 Elementos de suelo crudo para el ensayo de resistencia a la compresión con cubos de adobe, las NTP 399.613 y 399.604 para la determinación de la Variación dimensional de las unidades de albañilería, alabeo, absorción de agua y succión de agua. El Manual de Ensayo de Materiales, El Manual de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento para realizar las pruebas de campo y el procedimiento de la fabricación de adobes y la UNE 41410:2008 para el ensayo de erosión acelerada de Swinburne Aceletate Erosion Test (SAET).

El objetivo fundamental en la presente investigación fue identificar la cantidad de porcentajes de adición de Cemento Portland tipo IP y de Mucilago de Gigantón óptimos que debe ser agregado en la fabricación de un adobe estabilizado, para que la unidad de adobe mejore su magnitud de propiedades físicas y mecánicas de resistencia a la compresión, resistencia a la erosión, variación dimensional, succión y absorción de agua.

Finalmente la investigación está conformada por lo siguiente:

Capítulo I Planteamiento del Problema, podemos encontrar la Identificación del Problema, Justificación e Importancia de la Investigación, Limitaciones de la Investigación y Objetivos de la Investigación.

Capítulo II Marco Teórico, encontramos los Antecedentes de la Tesis, Bases Teóricas Pertinentes, Hipótesis y Definición de Variables.

Capítulo III Metodología, encontramos la Metodología de la Investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, Instrumentos, Procedimientos de recolección de datos y Procedimiento de Análisis de Datos.

Capítulo IV Resultados, donde se presentan los resultados de análisis de datos obtenidos en la investigación, tanto en las pruebas de campo y en los ensayos de laboratorio, estos resultados mostraran las mejoras obtenidas al realizar la estabilización del adobe.

Capítulo V Discusión de los resultados, donde se compara, se contrasta y discute los resultados obtenidos en la presente investigación, para poder reconocer las debilidades o limitaciones y fortalezas o aportes de la investigación, esto para poder extraer conclusiones y formular recomendaciones.

Para concluir se encontrará en la investigación: Glosario, Conclusiones, Recomendaciones, Referencias y Anexos.



ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen	iv
Abstract	vi
Introducción	vii
Índice General	ix
Índice de Tablas	xiii
Índice de Figuras	xxiii
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	28
1.1 Identificación del problema.....	28
1.1.1 Descripción del problema.....	28
1.1.2 Formulación interrogativa del problema	33
1.2 Justificación e importancia de la investigación	34
1.2.1 Justificación técnica	34
1.2.2 Justificación social	35
1.2.3 Justificación por viabilidad	35
1.2.4 Justificación por relevancia.....	36
1.3 Limitaciones de la investigación	36
1.3.1 Limitaciones geográficas.....	36
1.3.2 Limitaciones económicas	37
1.3.3 Limitaciones de estudio.....	37
1.3.4 Limitaciones de materiales.....	38
1.4 Objetivo de la investigación.....	38
1.4.1 Objetivo general	38
1.4.2 Objetivos específicos.....	38
Capitulo II: Marco teórico.....	39
2.1 Antecedentes de la tesis.....	39
2.1.1 Antecedentes a nivel local.....	39
2.1.2 Antecedentes a nivel nacional	41



2.1.3	Antecedente a nivel internacional	44
2.2	Bases teóricas pertinentes.....	45
2.2.1	Adobe	45
2.2.2	Características del adobe	47
2.2.3	Ventajas del adobe	48
2.2.4	Clasificación del adobe	49
2.2.5	Formas y dimensiones	49
2.2.6	Componentes del adobe	50
2.2.7	Proceso y consideraciones para la fabricación de adobes	56
2.2.8	Adobe estabilizado con Cemento Portland	71
2.2.9	Adobe estabilizado con mucilago de Gigantón.....	74
2.2.10	Curado de adobe estabilizado.....	78
2.2.11	Ensayos de laboratorio	78
2.3	Hipótesis.....	100
2.3.1	Hipótesis general	100
2.3.2	Sub Hipótesis.....	100
2.4	Definición de variables.....	101
2.4.1	Variables independientes.....	101
2.4.2	Variables dependientes.....	101
2.4.3	Cuadro de operacionalización de variables	103
Capitulo III: Metodología.....		104
3.1	Metodología de la investigación	104
3.1.1	Enfoque de la investigación	104
3.1.2	Nivel o alcance de la investigación	104
3.1.3	Método de investigación	104
3.2	Diseño de la investigación.....	105
3.2.1	Diseño metodológico.....	105
3.2.2	Diseño de ingeniería.....	106
3.3	Población y muestra	108
3.3.1	Población.....	108
3.3.2	Muestra.....	108
3.3.3	Criterios de inclusión	111



3.4	Instrumentos	112
3.4.1	Instrumentos de recolección de datos.....	112
3.4.2	Instrumentos de ingeniería	128
3.5	Procedimientos de recolección de datos.....	129
3.5.1	Encuesta de elaboración de adobe tradicional.....	129
3.5.2	Extracción del Gigantón.....	132
3.5.3	Extracción del mucilago de Gigantón	134
3.5.4	Ensayo de viscosidad al mucilago de Gigantón	135
3.5.5	Pruebas de campo al suelo	142
3.5.6	Pruebas de laboratorio	154
3.5.7	Preparación de testigos.....	168
3.5.8	Pruebas de laboratorio a las unidades de adobe	174
3.6	Procedimiento y análisis de datos	223
3.6.1	Encuesta de elaboración de adobe tradicional.....	223
3.6.2	Ensayo de viscosidad al mucilago de Gigantón	225
3.6.3	Pruebas de campo al suelo	238
3.6.4	Ensayo de laboratorio al suelo	248
3.6.5	Ensayo de laboratorio a las unidades de adobe	270
Capitulo IV: Resultado.....		315
4.1	Resultado de encuesta de elaboración de adobe tradicional	315
4.2	Resultado del ensayo de viscosidad al mucilago de Gigantón.....	315
4.3	Resultado de las pruebas de campo al suelo	316
4.4	Resultado de las pruebas de laboratorio al suelo.....	317
4.4.1	Resultado del ensayo de contenido de humedad.....	317
4.4.2	Resultado del ensayo límites de Atterberg.....	317
4.4.3	Resultado del ensayo análisis granulométrico	318
4.5	Resultado de los ensayos de laboratorio a las unidades de adobe.....	319
4.5.1	Resultado del ensayo de variación dimensional.....	319
4.5.2	Resultado del ensayo de alabeo.....	320
4.5.3	Resultado del ensayo de absorción de agua	321
4.5.4	Resultado del ensayo de succión de agua.....	322
4.5.5	Resultado del ensayo de resistencia a la compresión.....	323



4.5.6	Resultado de ensayo de erosión acelerada de Swinburne (SAET).....	326
	Capítulo V: Discusión	328
5.1	Contraste de resultados con referentes del marco teórico	328
5.2	Interpretación de los resultados encontrados en la investigación	329
5.3	Comentarios de la demostración de la hipótesis	332
5.4	Aporte de la investigación.....	333
5.5	Incorporación de temas nuevos que se han presentado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos de la investigación	335
	Glosario	345
	Conclusiones	349
	Recomendaciones.....	353
	Referencias	355
	Anexos.....	359
	Matriz de Consistencia	359
	Fichas de recolección de datos - Resistencia a la compresión	360
	Fichas de recolección de datos – Erosion acelerada de Swinburne (SAET).....	368
	Fichas de recolección de datos – Absorción de agua.....	372
	Fichas de recolección de datos – Succión de agua.....	374
	Validación del ensayo de viscosidad al mucilago de Gigantón	376
	Panel fotográfico	378



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Clasificación de Suelos Según el Tamaño de sus Partículas*..... 51

Tabla 2: *Tamaños de Mallas Estándar* 80

Tabla 3: *Factor para Limite Liquido*..... 85

Tabla 4: *Índice de Precisión para Limite Plástico*..... 86

Tabla 5: *Símbolo de Grupos (SUCS)*..... 87

Tabla 6: *Tipología de Suelos (SUCS)*..... 88

Tabla 7: *Clasificación de Material Granular AASHTO*..... 91

Tabla 8: *Cuadro de Operacionalización de Variables*..... 103

Tabla 9: *Cuantificación de la Muestra*..... 109

Tabla 10: *Formato – Encuesta para Determinar las Características en la Elaboración de Adobes Tradicionales* 113

Tabla 11: *Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Gigantón* 115

Tabla 12: *Formato – Prueba de Campo – Prueba del Olor* 116

Tabla 13: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Mordedura*..... 116

Tabla 14: *Formato – Prueba de Campo – Prueba del Color* 117

Tabla 15: *Formato – Prueba de Campo – Prueba del Tacto*..... 117

Tabla 16: *Formato – Prueba de Campo – Prueba del Brillo*..... 118

Tabla 17: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de Sedimentación* 118

Tabla 18: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Cintilla*..... 119

Tabla 19: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Caída de la Bola*..... 119

Tabla 20: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de la resistencia seca de la Bola* 120

Tabla 21: *Formato – Prueba de Campo – Prueba de lavado de Manos* 120

Tabla 22: *Formato – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad* 121

Tabla 23: *Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Limite Liquido* 121

Tabla 24: *Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Limite Plástico* 122

Tabla 25: *Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Índice de Plasticidad* 122

Tabla 26: *Formato – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico por Tamizado*..... 123

Tabla 27: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Variación Dimensional* 124

Tabla 28: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Alabeo* 124

Tabla 29: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Absorción de Agua*..... 125



Tabla 30: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Succión de Agua* 126

Tabla 31: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Resistencia a la Compresión* 127

Tabla 32: *Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Erosión Acelerada Swinburne (SAET)* 128

Tabla 33: *Encuesta para Determinar las Características en la Elaboración de Adobes Tradicionales*..... 130

Tabla 34: *Cantidad de Unidades de Gigantón Extraídas* 133

Tabla 35: *Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 01* 138

Tabla 36: *Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 02* 139

Tabla 37: *Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 03* 140

Tabla 38: *Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 04* 141

Tabla 39: *Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 05* 142

Tabla 40: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Olor* 144

Tabla 41: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Mordedura*..... 145

Tabla 42: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Color*..... 146

Tabla 43: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Tacto* 147

Tabla 44: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Brillo*..... 148

Tabla 45: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de Sedimentación*..... 149

Tabla 46: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Cintilla*..... 150

Tabla 47: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Caída de la Bola*..... 151

Tabla 48: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Resistencia Seca de la Bola* 152

Tabla 49: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de Lavado de Manos* 153

Tabla 50: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 01* 155

Tabla 51: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 02* 155

Tabla 52: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 03* 156

Tabla 53: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 01* 158

Tabla 54: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 02* 159

Tabla 55: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 03* 159

Tabla 56: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Plástico – Suelo 01* 162

Tabla 57: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Plástico – Suelo 02* 162



Tabla 58: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Plástico – Suelo 03* 163

Tabla 59: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Índice de Plasticidad*..... 164

Tabla 60: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 01* 166

Tabla 61: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 02* 167

Tabla 62: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 03*..... 168

Tabla 63: *Cálculo de la Cantidad de Material para la Elaboración de Adobes Tradicionales y Estabilizados* 170

Tabla 64: *Recolección de Datos – Variación Dimensional – Adobes Tradicionales* 175

Tabla 65: *Recolección de Datos – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 176

Tabla 66: *Recolección de Datos – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 177

Tabla 67: *Recolección de Datos – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 178

Tabla 68: *Recolección de Datos – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 179

Tabla 69: *Recolección de Datos – Alabeo – Adobes Tradicionales*..... 180

Tabla 70: *Recolección de Datos – Alabeo - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 181

Tabla 71: *Recolección de Datos – Alabeo - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 181

Tabla 72: *Recolección de Datos – Alabeo - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 182

Tabla 73: *Recolección de Datos – Alabeo - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 182

Tabla 74: *Recolección de Datos – Absorción de Agua – Adobes Tradicionales* 186

Tabla 75: *Recolección de Datos – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 187

Tabla 76: *Recolección de Datos – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 188

Tabla 77: *Recolección de Datos – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 189



Tabla 78: *Recolección de Datos – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 190

Tabla 79: *Recolección de Datos – Succión de Agua – Adobes Tradicionales* 193

Tabla 80: *Recolección de Datos – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 194

Tabla 81: *Recolección de Datos – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 194

Tabla 82: *Recolección de Datos – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 195

Tabla 83: *Recolección de Datos – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 195

Tabla 84: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión – Adobes Tradicionales – 7 días* 199

Tabla 85: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 7 días* 200

Tabla 86: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 7 días* 201

Tabla 87: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 7 días* 202

Tabla 88: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 7 días* 203

Tabla 89: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Tradicionales - 15 días* 204

Tabla 90: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 15 días* 205

Tabla 91: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 15 días* 206

Tabla 92: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 15 días* 207

Tabla 93: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 15 días* 208

Tabla 94: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Tradicionales - 30 días* 209

Tabla 95: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 30 días* 210

Tabla 96: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 30 días* 211



Tabla 97: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón - 30 días* 212

Tabla 98: *Recolección de Datos – Resistencia a la Compresión - Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón - 30 días* 213

Tabla 99: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Tradicionales – 7 días* 216

Tabla 100: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 216

Tabla 101: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 217

Tabla 102: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 217

Tabla 103: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 218

Tabla 104: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Tradicionales – 15 días* 218

Tabla 105: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 219

Tabla 106: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 219

Tabla 107: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 220

Tabla 108: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 220

Tabla 109: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Tradicionales – 30 días* 221

Tabla 110: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 221

Tabla 111: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 222

Tabla 112: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 222

Tabla 113: *Recolección de Datos – Erosion Acelera Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 223

Tabla 114: *Procesamiento de la Encuesta para Determinar las Características en la Elaboración de Adobes Tradicionales* 224

Tabla 115: *Cálculo – Ensayo de Viscosidad – Muestra 01* 228



Tabla 116: <i>Cálculo – Ensayo de Viscosidad – Muestra 02</i>	230
Tabla 117: <i>Cálculo – Ensayo de Viscosidad – Muestra 03</i>	232
Tabla 118: <i>Cálculo – Ensayo de Viscosidad – Muestra 04</i>	234
Tabla 119: <i>Cálculo – Ensayo de Viscosidad – Muestra 05</i>	236
Tabla 120: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba del Olor</i>	238
Tabla 121: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de la Mordedura</i>	239
Tabla 122: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba del Color</i>	240
Tabla 123: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba del Tacto</i>	241
Tabla 124: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba del Brillo</i>	242
Tabla 125: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de Sedimentación</i>	243
Tabla 126: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de la Cintilla</i>	244
Tabla 127: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de la Caída de la Bola</i>	245
Tabla 128: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de la Resistencia Seca de la Bola</i>	246
Tabla 129: <i>Cálculo – Prueba de Campo – Prueba de Lavado de Manos</i>	247
Tabla 130: <i>Resumen del Cálculo – Pruebas de Campo</i>	248
Tabla 131: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 01</i>	249
Tabla 132: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 02</i>	250
Tabla 133: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 03</i>	251
Tabla 134: <i>Resumen – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad</i>	252
Tabla 135: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Líquido – Suelo 01</i>	253
Tabla 136: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Líquido – Suelo 02</i>	254
Tabla 137: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Líquido – Suelo 03</i>	255
Tabla 138: <i>Resumen – Ensayo de Laboratorio – Límite Líquido</i>	256
Tabla 139: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Plástico – Suelo 01</i>	258
Tabla 140: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Plástico – Suelo 02</i>	259
Tabla 141: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Límite Plástico – Suelo 03</i>	260
Tabla 142: <i>Resumen – Ensayo de Laboratorio – Límite Plástico</i>	261
Tabla 143: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Índice de Plasticidad</i>	262
Tabla 144: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 01</i>	264
Tabla 145: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 02</i>	266
Tabla 146: <i>Cálculo – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico – Suelo 03</i>	268
Tabla 147: <i>Cálculo de Valores – Variación Dimensional – Adobes Tradicionales</i>	271



Tabla 148: *Cálculo de Valores – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 272

Tabla 149: *Cálculo de Valores – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 273

Tabla 150: *Cálculo de Valores – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 274

Tabla 151: *Cálculo de Valores – Variación Dimensional – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 275

Tabla 152: *Cálculo de Valores – Alabeo – Adobes Tradicionales* 276

Tabla 153: *Cálculo de Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 276

Tabla 154: *Cálculo de Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 277

Tabla 155: *Cálculo de Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 277

Tabla 156: *Cálculo de Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 278

Tabla 157: *Cálculo de Valores – Absorción de Agua – Adobes Tradicionales* 279

Tabla 158: *Cálculo de Valores – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 280

Tabla 159: *Cálculo de Valores – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 281

Tabla 160: *Cálculo de Valores – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón* 282

Tabla 161: *Cálculo de Valores – Absorción de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón* 283

Tabla 162: *Cálculo de Valores – Succión de Agua – Adobes Tradicionales* 284

Tabla 163: *Cálculo de Valores – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 285

Tabla 164: *Cálculo de Valores – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 285

Tabla 165: *Cálculo de Valores – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 286

Tabla 166: *Cálculo de Valores – Succión de Agua – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 286

Tabla 167: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Tradicionales – 7 días* 288



Tabla 168: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 289

Tabla 169: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 290

Tabla 170: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 291

Tabla 171: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 292

Tabla 172: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Tradicionales – 15 días* 293

Tabla 173: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 294

Tabla 174: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 295

Tabla 175: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 296

Tabla 176: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 297

Tabla 177: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Tradicionales – 30 días* 298

Tabla 178: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 299

Tabla 179: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 300

Tabla 180: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 301

Tabla 181: *Cálculo de Valores – Resistencia a la Compresión – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 302

Tabla 182: *Nivel de Oquedad (SAET)* 306

Tabla 183: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Tradicionales – 7 días* 306

Tabla 184: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 307

Tabla 185: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 307

Tabla 186: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 7 días* 308



Tabla 187: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 7 días* 308

Tabla 188: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Tradicionales – 15 días* 309

Tabla 189: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 309

Tabla 190: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 310

Tabla 191 : *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 15 días* 310

Tabla 192: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 15 días* 311

Tabla 193: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Tradicionales – 30 días* 311

Tabla 194: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 312

Tabla 195: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 312

Tabla 196: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – 30 días* 313

Tabla 197: *Cálculo de Valores – Erosión Acelerada Swinburne – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón – 30 días* 313

Tabla 198: *Resultado – Ensayo de Viscosidad al Mucilago de Gigantón* 316

Tabla 199: *Resultado – Pruebas de Campo de Selección del Suelo* 317

Tabla 200: *Resultado – Análisis Granulométrico – Sistema AASHTO*..... 318

Tabla 201: *Resultado – Gradación del Suelo*..... 318

Tabla 202: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes – Variación Dimensional*..... 319

Tabla 203: *Análisis Comparativo – Variación Dimensional* 320

Tabla 204: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes - Alabeo*..... 321

Tabla 205: *Análisis Comparativo - Alabeo* 321

Tabla 206: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes – Absorción de agua* 321

Tabla 207: *Análisis Comparativo – Absorción de Agua* 322

Tabla 208: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes – Succión de Agua* 322

Tabla 209: *Análisis Comparativo – Succión de Agua*..... 323

Tabla 210: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes – Resistencia a la Compresión* .324



Tabla 211: *Análisis Comparativo – Norma E-0.80 y Adobe Tradicional - Resistencia a la Compresión* 325

Tabla 212: *Análisis Comparativo – Norma E-0.80 y Adobe Estabilizado 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – Resistencia a la Compresión* 325

Tabla 213: *Análisis Comparativo – Adobe Tradicional y Adobe Estabilizado 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón – Resistencia a la Compresión* 325

Tabla 214: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobes – Erosión Acelerada de Swinburne* 326

Tabla 215: *Análisis Comparativo – Erosión Acelerada de Swinburne*..... 327

Tabla 216: *Cargas del Primer Agrietamiento – 7 días* 336

Tabla 217: *Cargas del Primer Agrietamiento – 15 días* 337

Tabla 218: *Cargas del Primer Agrietamiento – 30 días* 338

Tabla 219: *Resultado de las Cargas del Primer Agrietamiento* 338

Tabla 220: *Tiempo de Ruptura – 7 días* 339

Tabla 221: *Tiempo de Ruptura – 15 días* 340

Tabla 222: *Tiempo de Ruptura – 30 días* 341

Tabla 223: *Resultado del Tiempo de Ruptura* 341

Tabla 224: *Valores – Alabeo – Adobes Tradicionales* 342

Tabla 225: *Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 342

Tabla 226: *Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 10% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 343

Tabla 227: *Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 7% Mucilago de Gigantón*..... 343

Tabla 228: *Valores – Alabeo – Adobes Estabilizados con 15% Cemento y 9% Mucilago de Gigantón*..... 344

Tabla 229: *Resultado – Ensayo a las Unidades de Adobe - Alabeo* 344

Tabla 230: *Matriz de Consistencia* 359



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias..... 30

Figura 2. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias..... 30

Figura 3. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias..... 31

Figura 4. Inundación de Viviendas por Fuertes Lluvias..... 31

Figura 5. Inundación de Viviendas por Fuertes Lluvias..... 32

Figura 6. Ubicación Provincial..... 33

Figura 7. Adobe 46

Figura 8. Dimensiones del Adobe 49

Figura 9. Perfil del Suelo 50

Figura 10. Textura del Suelo 52

Figura 11. Clasificación del Suelo..... 54

Figura 12. La Paja..... 55

Figura 13. Agua Potable 56

Figura 14. Fabricación del Adobe 56

Figura 15. Selección del Suelo 57

Figura 16. Prueba del Olor 59

Figura 17. Prueba de la Mordedura 59

Figura 18. Prueba de Color..... 60

Figura 19. Prueba del Tacto..... 61

Figura 20. Prueba del Brillo 61

Figura 21. Prueba de Sedimentación 62

Figura 22. Prueba de la Cintilla..... 63

Figura 23. Prueba de la Caída de la Bola 63

Figura 24. Prueba de la Resistencia Seca de la Bola 64

Figura 25. Lavado de Manos 64

Figura 26. Gavera 66

Figura 27. Moldeado de Adobes..... 67

Figura 28. Secado del Adobe..... 67

Figura 29. Almacenamiento del Adobe 68

Figura 30. Gigantón..... 75



<i>Figura 31.</i> Tamices para Zarandeo	81
<i>Figura 32.</i> Ejemplo de Porcentaje Retenido	82
<i>Figura 33.</i> Límites de Atterberg	83
<i>Figura 34.</i> Secciones del Aparato de Límite Líquido	83
<i>Figura 35.</i> Carta de Casagrande para Suelos de Grano Fino	89
<i>Figura 36.</i> Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	90
<i>Figura 37.</i> Vaso de Fluido	92
<i>Figura 38.</i> Cronometro	92
<i>Figura 39.</i> Tipo de Alabeo	94
<i>Figura 40.</i> Medición Cóncava	94
<i>Figura 41.</i> Medición Convexa	95
<i>Figura 42.</i> Ensayo de Succión de Agua	96
<i>Figura 43.</i> Compresión sobre la Unidad de Albañilería	97
<i>Figura 44.</i> Ensayo de Erosión	100
<i>Figura 45.</i> Metodología de la Investigación	105
<i>Figura 46.</i> Diseño de Ingeniería	107
<i>Figura 47.</i> Encuesta a los Fabricantes de Adobes Tradicionales	129
<i>Figura 48.</i> Materiales Usados para la Extracción del Gigantón	132
<i>Figura 49.</i> Ubicación del Gigantón	132
<i>Figura 50.</i> Extracción de las Unidades de Gigantón	133
<i>Figura 51.</i> Extracción de Espinas	133
<i>Figura 52.</i> Materiales Usados en la Extracción del Mucilago de Gigantón	134
<i>Figura 53.</i> Retiro de la Cascara de Gigantón	134
<i>Figura 54.</i> Corte del Gigantón en Cubos	135
<i>Figura 55.</i> Materiales Usados en el Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Gigantón	135
<i>Figura 56.</i> Recipiente para el Mucilago de Gigantón	136
<i>Figura 57.</i> Medición y Peso de la Canica	136
<i>Figura 58.</i> Ensayo de Viscosidad al Mucilago de Gigantón	137
<i>Figura 59.</i> Muestras de Suelos de Diferentes Fábricas de Adobes	143
<i>Figura 60.</i> Muestras Representativas del Suelo	143
<i>Figura 61.</i> Prueba del Olor	143
<i>Figura 62.</i> Prueba de la Mordedura	144



Figura 63. Prueba del Color..... 145

Figura 64. Prueba del Tacto..... 146

Figura 65. Prueba del Brillo 147

Figura 66. Prueba de Sedimentación 148

Figura 67. Prueba de la Cintilla 149

Figura 68. Prueba de la Caída de la Bola 151

Figura 69. Prueba de la Resistencia Seca de la Bola 152

Figura 70. Prueba de Lavado de Manos 153

Figura 71. Materiales Usados en el Ensayo de Contenido de Humedad..... 154

Figura 72. *Ensayo de Contenido de Humedad* 154

Figura 73. Materiales Usados en el Ensayo de Límite Líquido..... 156

Figura 74. Calibración del Equipo de Casagrande 157

Figura 75. Muestra del Ensayo de Limite Liquido 158

Figura 76. Materiales Usados en el Ensayo de Límite Plástico..... 160

Figura 77. Suelo Humedecido para el Ensayo de Límite Plástico..... 160

Figura 78. Cilindros Realizados para el Ensayo de Límite Plástico..... 161

Figura 79. *Muestras del Ensayo de Límite Plástico* 161

Figura 80. Materiales Usados en el Ensayo de Análisis Granulométrico 164

Figura 81. Lavado de Material por el Tamiz N° 200..... 165

Figura 82. Ensayo de Análisis Granulométrico..... 165

Figura 83. Suelo Tamizado..... 165

Figura 84. Materiales Utilizados para la Preparación de Testigos – Unidades de Adobes ... 169

Figura 85. Cantidad de Suelo para un Adobe 169

Figura 86. Tamizado de Suelo para Elaboración de Adobe 171

Figura 87. Mezcla de Suelo y Cemento..... 172

Figura 88. Adición del Mucilago de Gigantón al Suelo solo y con Cemento 172

Figura 89. Moldeado de Adobes Tradicionales y Estabilizados 173

Figura 90. Curado de Adobes Estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón 173

Figura 91. Prueba de Flexión y Resistencia de Adobes Tradicionales y Estabilizados 174

Figura 92. Materiales Usados en el Ensayo de Variación Dimensional..... 174

Figura 93. Materiales Usados en el Ensayo de Alabeo 179

Figura 94. Ensayo de Alabeo..... 180



Figura 95. Materiales Usados en el Ensayo de Absorción de Agua..... 183

Figura 96. Adobes Tradicionales y Estabilizados en el Horno Eléctrico 183

Figura 97. Corte de Adobes Tradicionales y Estabilizados a la Mitad..... 184

Figura 98. Medición de Temperatura del Agua que Contiene a los Adobes..... 184

Figura 99. Ensayo de Absorción de Agua a los Adobes Tradicionales y Estabilizados 185

Figura 100. Pesado de los Adobes Ensayados..... 185

Figura 101. Materiales Usados en el Ensayo de Succión de Agua..... 191

Figura 102. Nivelación de la Bandeja para el Ensayo de Succión de Agua..... 191

Figura 103. Pesado de Adobes Tradicionales y Estabilizados 192

Figura 104. Ensayo de Succión de Agua a los Adobes Tradicionales y Estabilizados 192

Figura 105. Pesado de los Adobes Tradicionales y Estabilizados ya Ensayados..... 193

Figura 106. Materiales Utilizados en el Ensayo de Resistencia a la Compresión..... 196

Figura 107. Trazo y Corte de los Adobes en Cubos..... 196

Figura 108. Perfilado y Medida de los Cubos de Adobe..... 197

Figura 109. Calibrado de la Máquina de Compresión..... 197

Figura 110. Ensayo de Resistencia a la Compresión a los Cubos de Adobes Tradicionales y Estabilizados..... 198

Figura 111. Toma de Datos y Limpieza 198

Figura 112. Materiales Usados en el Ensayo de Erosion Acelerada Swinburne..... 214

Figura 113. Calibración de la Máquina de Erosion Acelerada de Swinburne..... 214

Figura 114. Ensayo de Erosion Acelerada de Swinburne a los Adobes Tradicionales y Estabilizados..... 215

Figura 115. Medida de la Oquedad Generada por el Goteo 215

Figura 116. Grafica del Ensayo de Viscosidad – Muestra 01 229

Figura 117. Grafica del Ensayo de Viscosidad – Muestra 02 231

Figura 118. Grafica del Ensayo de Viscosidad – Muestra 03 233

Figura 119. Grafica del Ensayo de Viscosidad – Muestra 04 235

Figura 120. Grafica del Ensayo de Viscosidad – Muestra 05 237

Figura 121. Diagrama de Barras - Contenido de Humedad - Suelo 01 249

Figura 122. Diagrama de Barras - Contenido de Humedad - Suelo 02..... 250

Figura 123. Diagrama de Barras - Contenido de Humedad - Suelo 03 251

Figura 124. Grafica – Limite Liquido – Suelo 01 254



Figura 125. Grafica – Límite Líquido – Suelo 02 255

Figura 126. Grafica – Límite Líquido – Suelo 03 256

Figura 127. Diagrama de Barras – Límite Plástico – Suelo 01 258

Figura 128. Diagrama de Barras – Límite Plástico – Suelo 02 259

Figura 129. Diagrama de Barras – Límite Plástico – Suelo 03 260

Figura 130. Curva Granulométrica – Suelo 01 265

Figura 131. Gradación del Suelo 01 265

Figura 132. Curva Granulométrica – Suelo 02..... 267

Figura 133. Gradación del Suelo 02 267

Figura 134. Curva Granulométrica – Suelo 03..... 269

Figura 135. Gradación del Suelo 03 269

Figura 136. Grafica de Curvas del Ensayo de Viscosidad al Mucilago de Gigantón..... 316

Figura 137: Diagrama de Barras – Resultado – Contenido de Humedad 317

Figura 138. Diagrama de Barras – Resultado – Ensayo de Variación Dimensional 319

Figura 139. Diagrama de Barras – Resultado – Ensayo de Alabeo..... 320

Figura 140. Diagrama de Barras – Ensayo de Absorción de agua 322

Figura 141. Diagrama de Barras – Ensayo de Succión de Agua..... 323

Figura 142. Diagrama de Barras – Ensayo de Resistencia a la Compresión..... 324

Figura 143. Diagrama de Barras – Ensayo de Erosión Acelerada de Swinburne 326

Figura 144. Grafica de Variación Lineal – Variación Dimensional..... 349

Figura 145. Grafica de Variación Lineal – Absorción de Agua..... 349

Figura 146. Grafica de Variación Lineal – Succión de Agua..... 350

Figura 147. Grafica de Variación Lineal – Resistencia a la Compresión..... 350

Figura 148. Grafica de Variación Lineal – Erosión Acelerada de Swinburne 350



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación del problema

1.1.1 Descripción del problema

Una solución para las viviendas en el Perú y en la Región de Cusco aún siguen siendo la autoconstrucción con unidades de adobe tradicional en especial en zonas rurales, gracias a su fácil accesibilidad en cuanto a los materiales que lo componen como es el suelo de carácter inerte y el costo que este implica, sin embargo sabemos que por las características del adobe y la vulnerabilidad frente a la exposición de humedad y erosión pierde resistencia frente a cargas de gravedad y exigencias externas.

Se conoce que antiguamente para que las construcciones coloniales puedan soportar grandes cargas de gravedad se fabricaban unidades de adobe de grandes dimensiones; actualmente la Norma E-0.80 establece resistencias mínimas que deben cumplir las unidades de adobe, pero la fabricación de éstas no se realizan con un rigor técnico ni de acuerdo a la Norma por lo que estas unidades no llegan a la resistencias mínimas establecidas.

Se sabe también que en la Zona Sur del País según los Censos Nacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI – 2017) las construcciones de adobe alcanzan hasta un 64.50%, esto hace que la importancia de generar nuevas alternativas de solución para mejorar la magnitud de sus propiedades físicas y mecánicas en la fabricación de los adobes en la Región de Cusco tenga aun una mayor importancia por lo que se propone la estabilización de unidades de adobe con Cemento Portland tipo IP y Mucilago de Gigantón.

Otros problemas en las construcciones de adobe son: la erosión, absorción y succión de agua, que los adobes tradicionales presentan en la Región de Cusco por los fenómenos climatológicos y las fuertes lluvias que lo azotan, teniendo como antecedente negativo algunos incidentes pasados, en el año 2010 en un fenómeno climatológico de intensas lluvias, las viviendas en diversas Provincias se vieron afectadas haciendo que la vulnerabilidad de las construcciones de adobe hayan provocado el colapso de dichas estructuras así lo informan diferentes fuentes como son:

- INDECI, al 09 de Febrero del 2010 reporto efectos importantes en 10 departamentos del Perú por deslizamientos, incrementos importantes de caudal en los ríos,



viviendas destruidas, los departamentos afectados son: Apurímac, Ayacucho, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, Lambayeque, Lima, Puno y San Martín. Según el INDECI al 09 de Febrero existen 20.479 damnificados, 81.614 afectados, 26 fallecidos, 7 desaparecidos, 888 heridos, **9.165 viviendas destruidas y 20.688 viviendas afectadas**. (INEI, 2010)

- **INFORME DE EMERGENCIA N° 056 26/01/2010/COEN-SINADECI/22:30 HORAS.**

El sábado 23 de enero 2010 como consecuencia de las **intensas precipitaciones pluviales** han ocasionado: incremento del caudal y desborde del río Vilcanota afecto viviendas y áreas de cultivo en el sector de Angostura, AA.HH. 21 de Julio del distrito de Urcos Provincia de Quispicanchis; también afecto a los Distritos de Calca, Pisac, Coya y Lamay de la Provincia de Calca. **Derrumbes de viviendas** en la Urbanización Ayuda Mutua. Distrito de Santiago, Provincia de Cusco. Desborde de la Laguna Huacarpay que ha afectado a varias viviendas, colapso de viviendas por inundación, sistema de agua y desagüe en la Localidad de Huacarpay y Lucre. Distrito de Lucre Provincia de Quispicanchi. EVALUACION DE DAÑOS PRELIMINAR: El Gobierno Regional, a través del Jefe de la Oficina de Defensa Nacional, ha registrado información de daños en el SINPAD cuyo código es: 00036297, esta información será validada con los equipos técnicos de campo y con el apoyo de especialistas de INDECI. Los daños registrados consisten en: 6,295 personas damnificadas, 10,650 personas afectadas, 04 personas fallecidas, **1,259 viviendas destruidas, 2,130 viviendas afectadas por inundaciones**, 900mts. Carretera destruida, 345 mts. Carretera afectada, 09 puentes destruidos, 01 puente afectado, 8,395 has cultivo de extensión (maíz y papa) y 434 animales afectados. Instituto Nacional de Defensa Civil/ fenómenos hidrometeorológicos afectan al Departamento del Cusco. (COEN - SINADECI, 2010)

- La República, al 27 de enero 2010 una decena de muertos, diez mil damnificados y **dos mil viviendas colapsadas** son la catastrófica cifras de las inundaciones registradas en los últimos dos días en la Provincia de Urubamba, en la Región de Cusco. De acuerdo a los reportes del equipo Provincial de Defensa Civil, has más de **500 casas colapsadas**, particularmente entre las localidades de Huayllabamba y Ollantaytambo. (LA REPUBLICA, 2010)



Figura 1. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias
Recuperado del Instituto Nacional de Defensa Civil



Figura 2. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias
Recuperado del Instituto Nacional de Defensa Civil



Figura 3. Colapso de Viviendas por Fuertes Lluvias
Recuperado del Instituto Nacional de Defensa Civil



Figura 4. Inundación de Viviendas por Fuertes Lluvias
Recuperado del Instituto Nacional de Defensa Civil



Figura 5. Inundación de Viviendas por Fuertes Lluvias
Recuperado del Instituto Nacional de Defensa Civil

La ubicación política de la zona de estudio es la siguiente:

- Distrito : San Jerónimo.
- Provincia : Cusco.
- Departamento : Cusco.

Geográficamente está ubicada en las coordenadas UTM:

- Norte 8 504,60.
- Este 177.737

En las coordenadas Geográficas siguientes:

- De 13° 30'56" a 13° 36'50" de Latitud Sur
- De 72° 01'12" a 72° 50'14" de Longitud Oeste



Figura 6. Ubicación Provincial
Recuperado de Blog Geozoco – Geografía

1.1.2 Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1 Formulación del problema general

¿Cómo será la variación en las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón fabricado según la Norma E-0.80, respecto a las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional del Distrito de San Jerónimo de la Región de Cusco?

1.1.2.2 Formulación de los problemas específicos

Problema específico N° 1.- ¿Cuál será la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, con la que se obtendrá mejor resistencia a la compresión, respecto a la resistencia a la compresión del adobe tradicional?

Problema específico N° 2.- ¿Cuál será la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, con la que se obtendrá menor valor de erosión, respecto al valor de erosión del adobe tradicional?

Problema específico N° 3.- ¿Cuál será el porcentaje de adición ideal para los adobes estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón con el que se obtendrá menor variación dimensional, respecto a la variación dimensional del adobe tradicional?



Problema específico N° 4.- ¿Cuál será la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá el menor valor en el índice de succión de agua, respecto al valor de índice de succión de agua del adobe tradicional?

Problema específico N° 5.- ¿Cuál será la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con el que se obtendrá el menor porcentaje de absorción de agua, respecto al porcentaje de absorción de agua del adobe tradicional?

1.2 Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación tiene una justificación teórica y práctica. Con referencia a la parte teórica se utilizara el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Normas Técnicas Peruanas (NTP), la Norma del adobe E-0.80, con relación a la parte práctica, en esta investigación se comparará las propiedades físicas y mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, comparado con el adobe tradicional mediante ensayos realizados en laboratorio de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, para proponer una unidad de adobe estabilizada que pueda ser usada en la Región de Cusco.

1.2.1 Justificación técnica

La utilización de unidades de adobes en las construcciones de viviendas aun representa un alto porcentaje respecto de las construcciones de concreto, según los censos nacionales realizados por el INEI en el sur del País existe un 64.50% de construcciones de adobe.

El trabajo de investigación que pertenece a la rama de construcciones de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, busca mejorar la calidad de estas unidades de adobe a partir de realizar la estabilización con un material comercial como el Cemento y otro de origen natural como el Gigantón que se encuentra en las zonas andinas de la Región de Cusco.

La investigación propone porcentajes de adición de Cemento y Mucilago de Gigantón, obedece a que se revisó antecedentes en los que se manifiesta la falta de perfeccionar parámetros y proponer nuevas alternativas que mejoren cada vez más las magnitudes de las propiedades mecánicas y físicas de unidades de adobes estabilizadas.

La investigación compara las propiedades físicas y mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, respecto a las unidades de adobes tradicionales ensayados a los 30 días de maduración, con el fin de mejorar diversas propiedades como



son mayor resistencia a la compresión, menor erosión, menor absorción de agua, menor succión de agua y menor variación dimensional. Por lo que los ensayos se realizaran bajo los lineamientos que están establecidas en las NTP y la Norma E-0.80.

1.2.2 Justificación social

La investigación busca ser una guía para futuras investigaciones en la Universidad Andina del Cusco, así como en otras universidades del país, en la medida de que se pueda fomentar una publicación Normativa.

En la Región de Cusco, personas de bajo recursos económicos buscan mejorar su calidad de vida construyendo viviendas a base de unidades de adobes, sin embargo, también buscan que su inversión pueda ser duradera y segura en el tiempo, la realización de esta investigación ayudara a mejorar el material base para la construcción de viviendas, por lo que el presente trabajo de investigación es socialmente relevante, puesto que se atenga nuevos valores para que una unidad de adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón mejore sus magnitudes físicas y mecánicas respecto a un adobe tradicional, así utilizarlos en la construcción de viviendas tanto en zonas urbanas como en zonas rurales cuidando la economía y proponiendo materiales de uso comercial y de fácil acceso.

1.2.3 Justificación por viabilidad

El presente trabajo de investigación es viable debido a que cuenta con el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que tiene los equipos necesarios para realizar los ensayos correspondientes al tema de investigación.

Así mismo, esta investigación se basa en las siguientes Normativas, guías y manuales para la realización de los adobes y ensayos, los cuales son:

- La Norma E-0.80 y E-0.70, para los criterios técnicos de fabricación de una unidad de adobe.
- La NTP 331.202 Elementos de suelo sin coser, para el ensayo de resistencia a la compresión con cubos de adobe.
- La NTP 399.613 y NTP 399.604 para la determinación de la variación dimensional de unidades, alabeo, absorción de agua y succión de agua.
- Manual de ensayo de materiales



- Manual de construcción del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, para realizar las pruebas de campo y el procedimiento de fabricación de unidades de adobe.
- La UNE 41410:2008 para el ensayo de erosión acelerada de Swinburne Acceletate Erosion Test (SAET).

También es viable puesto que los insumos requeridos son materiales que se encuentran en abundancia en la Región de Cusco, tanto el Cemento que es de uso comercial así como el Gigantón que se encuentra en cantidades significativas en zonas andinas de ésta Región de Cusco.

1.2.4 Justificación por relevancia

La importancia de realizar la presente investigación, no solo es comprar el adobe estabilizado respecto a las unidades de adobe tradicional, ensayados a los 30 días de maduración, si no, de innovar y buscar porcentajes de estabilización óptimos que aporten a las magnitudes de las propiedades físico - mecánicas del adobe tradicional, la investigación realizada será de gran importancia por el aporte transmitido a la Universidad Andina del Cusco, que contara con un tema económico, nuevo e innovador para la estabilización de unidades de adobe que podrán ser fabricados para la utilización en la Región de Cusco así como en otras Regiones del Perú.

De esta manera la Universidad Andina del Cusco contara con estudios reales que puedan servir para resolver algunos problemas en estructuras de adobe en la Región de Cusco.

1.3 Limitaciones de la investigación

La presente investigación se limita a lo siguiente:

1.3.1 Limitaciones geográficas

- La investigación fue realizada en la Región de Cusco.
- La investigación fue realizada en la Universidad Andina del Cusco.
- El suelo para la elaboración de las unidades de adobe fue procedente del distrito de San Jerónimo de la Región de Cusco.
- Agua potable de la red pública del distrito de San Jerónimo a temperatura ambiente.
- La paja para la elaboración de las unidades de adobe fue procedente de la zona de Piñipampa.
- El gigantón fue procedente de la zona de Huchuy Qosqo de la Provincia de Calca.



1.3.2 Limitaciones económicas

- Se limitó al financiamiento económico propio de los tesisistas para la investigación.
- La investigación se limitó a la utilización de laboratorio de suelos, materiales, concreto y asfalto de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco.

1.3.3 Limitaciones de estudio

- La investigación estudio unidades de adobe.
- Los adobes fueron elaborados con las dimensiones de 40x20x10 cm. de acuerdo a lo establecido en la Norma E-0.80.
- Para la elaboración de las unidades de adobe tradicional y estabilizado se utilizó la misma mano de obra.
- Los adobes estabilizados tuvieron un mínimo de 7 días y un máximo de 30 días de secado y curado.
- El uso óptimo del Mucilago de Gigantón estuvo sujeto por el ensayo de viscosidad.
- La presente investigación considero la adición de Cemento Portland tipo IP en la cantidad de 10% y 15% respecto al peso de una unidad de adobe.
- La presente investigación considero la adición de Mucilago de Gigantón en la cantidad de 7% y 9% respecto al peso de una unidad de adobe.
- Se analizó las propiedades físicas de las unidades de adobe mediante los ensayos de:
 - Variación dimensional y alabeo regido por la NTP 399.613 y 399.604.
 - Absorción de agua regido por la NTP 399.604.399.613.
 - Succión de agua regido por la NTP 399.613.
- Se analizó las propiedades mecánicas de las unidades de adobe mediante los ensayos de:
 - Resistencia a la compresión de acuerdo a la Norma E-0.80 y NTP 399.202.
 - Resistencia a la erosión por caída de agua de acuerdo a la Norma Española UNE 41410:2008.
- La presenta investigación uso las Normas técnicas peruanas (NTP), la Norma E-0.80, la Norma E-0.70 y la Norma Española UNE 41410.
- En el capítulo 4 referido a resultados se consideró los valores de resistencia a la compresión f'_{cb} para el diagrama de barras.



1.3.4 Limitaciones de materiales

- El cemento para la estabilización de los adobes fue el Cemento Portland tipo IP
- La obtención del Mucilago de Gigantón se realizó manualmente.
- Para la extracción del Mucilago de Gigantón se picó las pencas de gigantón en cubos de 1 cm. de arista.
- Se estabilizó las unidades de adobe con Mucilago de Gigantón con 7 días de reposo a temperatura ambiente.
- El agua que se utilizó es agua potable de la red pública para la fabricación de los adobes y para el Mucilago de Gigantón.

1.4 Objetivo de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Analizar comparativamente la variación en las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón fabricado según la Norma E-0.80, respecto a las magnitudes de las propiedades físico-mecánicas del adobe tradicional del Distrito de San Jerónimo de la Región de Cusco.

1.4.2 Objetivos específicos

Objetivo específico N° 1.- Determinar la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, con la que se obtendrá mejor resistencia a la compresión, respecto a la resistencia a la compresión del adobe tradicional.

Objetivo específico N° 2.- Determinar la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón, con la que se obtendrá menor valor de erosión, respecto al valor de erosión del adobe tradicional.

Objetivo específico N° 3.- Determinar el porcentaje de adición ideal para los adobes estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón con el que se obtendrá menor variación dimensional, respecto a la variación dimensional del adobe tradicional.

Objetivo específico N° 4.- Determinar la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá menor valor en el índice de succión de agua, respecto al valor de índice de succión de agua del adobe tradicional

Objetivo específico N° 5.- Determinar la dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con el que se obtendrá el menor porcentaje de absorción de agua, respecto al porcentaje de absorción de agua del adobe tradicional.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la tesis

2.1.1 Antecedentes a nivel local

A nivel local se tomó como antecedentes tesis en las que se utilizan como agente de estabilización del adobe al Cemento Portland tipo IP, y de manera aislada existen otras investigación que consideran como agente de estabilización del adobe al Mucilago de Gigantón, por lo que se propuso realizar la mezcla de estos materiales para poder obtener una unidad de adobe estabilizado que mejore su comportamiento en sus magnitudes mecánicas y físicas, para lo cual describiremos estos antecedentes:

Antecedente local N° 01

Título: ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE MAGNITUDES DE LAS PROPIEDADES RESISTENTES Y FÍSICAS DE UN ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO IP RESPECTO A UN ADOBE TRADICIONAL.

Autor: Huamán Patiño, Zenaida

Universidad: Universidad Andina del Cusco.

Lugar: Cusco – Perú.

Año: 2015.

Resumen:

En la investigación análisis de la variación de magnitudes de las propiedades resistentes y física de un adobe estabilizado con Cemento Portland tipo IP, propone el uso de Cemento como estabilizante para mejorar las características físicas y mecánicas del adobe utilizando suelo – cemento al 5% y 10% en peso.

En esta investigación se evaluó la mejora del adobe usando como material estabilizante al Cemento, para así compararlo con un adobe tradicional con el objetivo de mejorar su resistencia a la compresión y sus propiedades físicas.

Entre las conclusiones de ésta investigación se llega a validar la hipótesis en la medida que se logra una adecuada dosificación de suelo – cemento, comprobando que con la adición de 10% de Cemento como estabilizante del adobe es que se obtiene mejores propiedades físicas respecto a un adobe tradicional. En cuanto a los ensayos realizados en laboratorio correspondientes a: límites de Atterberg, granulometría, resistencia a la compresión, succión y absorción determinaron que el adobe estabilizado con 10% de Cemento es el óptimo frente al adobe tradicional y al adobe estabilizado con 5% de



Cemento. En cuanto al alabeo el adobe estabilizado con Cemento no presenta alabeo puesto que se fabricaron en máquinas de compresión. El adobe estabilizado con 10% de Cemento presenta menos succión frente a un adobe tradicional.

Conclusión:

En la investigación análisis de variación de magnitudes de las propiedades resistentes y físicas de un adobe estabilizado con Cemento Portland tipo IP, utilizan dos porcentajes de estabilización que son 5% y 10%. Recomienda estabilizar los adobes con Cemento en un porcentaje de adición de 10% en peso.

Aporte:

La investigación cuenta con resultados reales que mejoraron las propiedades físicas y mecánicas del adobe tradicional. Se propone realizar una nueva investigación en porcentaje de estabilización de Cemento Portland tipo IP de 10% por las conclusiones a las que arriba y de un porcentaje de adición mayor para la elaboración de adobes estabilizados.

Antecedente local N° 02

Título: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO – MECÁNICO DEL ADOBE ELABORADO SEGÚN LA NORMA E-0.80, ADICIONADO CON MUCILAGO DE GIGANTÓN, UTILIZANDO INSUMOS DE LA REGIÓN DEL CUSCO, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL ARTESANAL ELABORADO EN EL SECTOR DE ADOBEROS, DISTRITO DE SAN JERÓNIMO – CUSCO.

Autores: Tapia Paredes, Thalía Joselyn y Huancachoque Usca, José.

Universidad: Universidad Andina del Cusco.

Lugar: Cusco – Perú.

Año: 2016.

Resumen:

Este trabajo de investigación propone el uso del Mucilago de Gigantón como estabilizante natural para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adobe adicionando porcentajes de Mucilago de Gigantón de 3%, 5%, 7% y 9%.

Al realizar la comparación de adobes tradicionales, adobes tradicionales ciñéndose a la Norma E-0.80 y con los porcentajes de adición de Mucilago de Gigantón de 3%, 5%, 7% y 9%, evaluándolas en diferentes propiedades físicas y mecánicas en laboratorio.



Una vez realizados los ensayos en laboratorio y al realizar la comparación de resultados llegaron a las siguientes conclusiones: La primera conclusión de esta investigación es que el adobe estabilizado con 7% de Mucilago de Gigantón presenta una mejora en cuanto a variación dimensional respecto a otros porcentajes de adición de Mucilago de Gigantón. En cuanto refiere a la resistencia a la compresión el adobe estabilizado con un porcentaje de 9% resulta ser el adobe que tiene mayor resistencia a la compresión. El adobe con la adición de 7% de Mucilago de Gigantón disminuye la absorción y succión de agua respecto a los otros adobes. Y finalmente el adobe estabilizado con 9% de Mucilago de Gigantón incrementa su resistencia a la compresión saturada.

Conclusión:

En la investigación recomiendas el uso de Mucilago de Gigantón como estabilizante natural en la fabricación de adobes.

Aporte:

De la investigación usamos como referencia los porcentajes con que se pudo obtener los mejores resultados en las propiedades físicas y mecánicas, así poder realizar una investigación utilizando datos verídicos para la estabilización de adobes con Mucilago de Gigantón los cuales serán de 7% y 9%, por otro lado la investigación sirvió como guía en la obtención de mucilago de Gigantón.

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional**Antecedente nacional N° 01**

Título: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ECOLÓGICAS FABRICADAS CON SUELO – CEMENTO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO.

Autores: Abanto Flores, Peter Jheryes y Akarley Poma, Luis Martin.

Universidad: Universidad Privada Antenor Orrego.

Lugar: Trujillo – Perú.

Año: 2014.

Resumen:

En la presente investigación se determinó las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas, en la ciudad de Trujillo. Los objetivos fueron determinar las características del suelo, realizar el diseño de mezcla, elaborar el prototipo y realizar las pruebas experimentales respectivas que indiquen las



características de la unidad suelo – cemento. Se realizaron los ensayos requeridos en el laboratorio al suelo – cemento como son ensayo de granulometría, peso específico, límite líquido y límite plástico, determinando datos válidos y confiables. Para así elaborar unidades de albañilería sin coser muy parecidas al ladrillo tradicional King Kong, como resultado se llegó a superar todas las características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal King Kong.

Conclusión:

El trabajo de investigación comparo unidades de albañilería con adobes estabilizados con Cemento, pero reduciendo sus dimensiones asemejándolas a las de un ladrillo King Kong 9x13x24 cm. siendo el adobe estabilizado de las siguientes dimensiones 7.5x13x23 cm. La investigación emplea un diseño de mezcla de: Cemento, suelo, arena y agua 1:5:0.5:1. Se lograron unidades a una resistencia a la compresión 74.78 kg/cm², mayor en 36% a la resistencia mínima exigida por la Norma E-0.70 (55 kg/cm²), para ladrillos de arcilla King Kong artesanal.

Aporte:

La adición de Cemento en la fabricación de adobes, mejora significativamente las magnitudes de las propiedades mecánicas y físicas, esto hace que la alternativa del uso de cemento como estabilizante tenga fundamentos demostrados en la investigación, teniendo así que definir el porcentaje de adición de cemento.

Antecedente nacional N° 02

Título: EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CAL Y GOMA DE TUNA.

Autores: Carlos Bravo A y Jocelyn Ramsey.

Universidad: Universidad Nacional Agraria la Molina.

Lugar: Lima – Perú.

Año: 2007.

Resumen:

La presente investigación evaluó el comportamiento físico mecánico del adobe estabilizado con cal y goma de tuna, se elaboraron testigos sin estabilizar y estabilizados con cal y goma de tuna, en proporciones, respecto al peso del suelo seco, de 2%, 5% y 8% y 1.5%, 3% y 5% respectivamente. A manera de avaluar el comportamiento de cada uno de los tratamientos, luego de un mes de secado, los testigos fueron sometidos a las



pruebas de variación de dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, humedecimiento, secado y erosión. El análisis de resultados se realizó mediante las pruebas estadísticas de análisis de varianza, Duncan y dunnett. Luego de evaluar los resultados obtenidos, compararlos entre sí y con las Normas vigentes en el Perú, se concluyó: En el proceso de secado se demostró que los adobes estabilizados con cal a partir de 2% disminuye la variación dimensional. La estabilización de los adobes con cal y goma de tuna disminuye el porcentaje de absorción de agua del adobe, siendo el estabilizado con cal el que presenta mejores resultados. En los adobes estabilizados con goma de tuna, la trabajabilidad se vio disminuida por la adición de la goma, y es por esto que los grados de compactación obtenidos no fueron uniformes. Esto explica las variaciones obtenidas en los ensayos de erosión. El adobe estabilizado con cal tuvo mejor resistencia a la erosión que el adobe estabilizado con tuna y sin estabilizar.

La investigación recomienda la estabilización con cal puesto que mejora considerablemente todas las propiedades evaluadas de resistencia y durabilidad del adobe. También recomienda seguir con las investigaciones del uso de la cal en la estabilización del adobe, a modo de comprobar el incremento de la resistencia a la fuerza compresiva con el tiempo, aspecto que no pudo ser evaluado en la presente investigación.

Conclusión:

Se comprobó que el adobe estabilizado con cal y goma de tuna incrementa las magnitudes físicas y mecánicas del adobe, recomendando que se siga investigando el uso de cal en la estabilización de adobe, así como de ver evaluar en el tiempo su comportamiento.

Por lo que, en la investigación que se pretende realizar se usa un material de mejor comportamiento que la cal, que es el Cemento en diferentes porcentajes para la evaluación y comparación con un adobe tradicional para ser evaluados a los 30 días de maduración.

Aporte:

La investigación propone el uso de goma de tuna material similar al mucilago de Gigantón y cal, con estos materiales lograron resultados óptimos en la estabilización de adobes. Por lo cual, una vez más comprobamos la necesidad de tener resultados reales de adobes estabilizados con mucilago de Gigantón y Cemento Portland tipo IP en los porcentajes propuestos.



2.1.3 Antecedente a nivel internacional

Antecedente internacional N° 01

Título: EFECTO DE LA IMPERMEABILIDAD DEL MUCILAGO DE NOPAL EN BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS.

Autores: Aranda Jiménez, Yolanda Guadalupe y Suarez Domínguez, Edgardo Jonathan.

Universidad: Universidad de la Salle Bajío León.

Lugar: Guanajuato – México.

Año: 2013.

Resumen:

La investigación evalúa los bloques de tierra comprimido (BTC), que son elementos constructivos con un potencial elevado para ser utilizado en las construcciones de vivienda en México, principalmente por su similitud con los bloques tradicionales, siendo conveniente mejorar sus características a partir de un estabilizante. Se realizó el estudio de BTC estabilizados con Cemento y una sustancia proveniente de las pencas maduras de nopal. Se encontró que al añadir Mucilago de Nopal se observa un incremento significativo de la resistencia a la compresión húmeda y seca, lo cual está relacionado con una disminución de la porosidad; se ofrecen algunas relaciones del efecto de Mucilago en el sólido analizado.

Conclusión:

En cuanto a las relaciones establecidas: se encontró que los bloques de tierra comprimido (BTC) incrementa significativamente la resistencia a la compresión seca y húmeda hasta en un $61.5 \pm 4.6\%$.

Relación volumen/porosidad: la porosidad disminuye conforme se incrementa la concentración de Mucilago.

Aporte:

Una vez más se comprueba la importancia de la investigación para tener parámetros de las magnitudes físicas y mecánicas del adobe estabilizado con Mucilago de Gigantón y Cemento así obtener valores reales de la estabilización de adobes.



2.2 Bases teóricas pertinentes

2.2.1 Adobe

2.2.1.1 Aspectos históricos

El hombre, desde los inicios de la historia de las civilizaciones ha empleado el material tierra para la construcción, por ello obedece a un principio inmediato que fue adoptado a partir de momento en que se decidió asentarse permanentemente en un territorio. El empleo de tierra resulta además como necesidad de utilizar un aglomerante capaz de unir piedras de diversos tamaños y de dar mayor solidez y resistencia a las edificaciones. El empleo de tierra en la construcción se ha extendido en todos los continentes es así que alrededor de 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra, aproximadamente el 50% de la población de los países en desarrollo, incluyendo la mayoría de la población rural y por lo menos el 20% de la población urbana y urbano marginal, viven en casas de tierra, allí la importancia de su estudio. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997)

La tradición de construcción con tierra en el Perú

Por su ubicación geográfica en América del Sur, el Perú se constituye como uno de los países de mayor potencial sísmico, y es aquí donde confluyeron sucesivamente tres culturas con tradición de construcción de tierra: la Pre- Inca, la Inca y la española.

Las tecnologías imperantes fueron la mampostería de adobe, el tapial (mampostería de tierra apisonada) y la quincha (bastidores de madera rellenos con caña y tierra).

Las edificaciones de tierras coloniales y de la primera etapa republicana que han prevalecido, a pesar de la alta sismicidad, se caracterizan por ser robustas y tener muchos anchos (en densidad suficiente en las dos direcciones principales). Siendo los muros de esbeltez (relación altura/ancho) baja, menor a seis y tiene escasas ventanas, pequeñas y centradas, las habitaciones son de largo y ancho semejante y están distribuidas simétricamente. Por otra parte, los techos superiores sin usualmente de madera, recubiertos por una capa de barro y los entrepisos de madera tienen una capa interna de barro comprendida entre dos entablados.

2.2.1.2 Definición

Se define al adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore resistencia, durabilidad y estabilidad frente a agentes externos. (NORMA TECNICA E-080, 2017).

La relación al suelo, su composición se basa en una mezcla de limo, arena y arcilla que al combinarse con el agua producen barro, pero aún existe el problema de que el material no se encuentre apto para preparar la mezcla, debe verificarse que el suelo utilizado es de tipo inorgánico, el color será claro brillante.

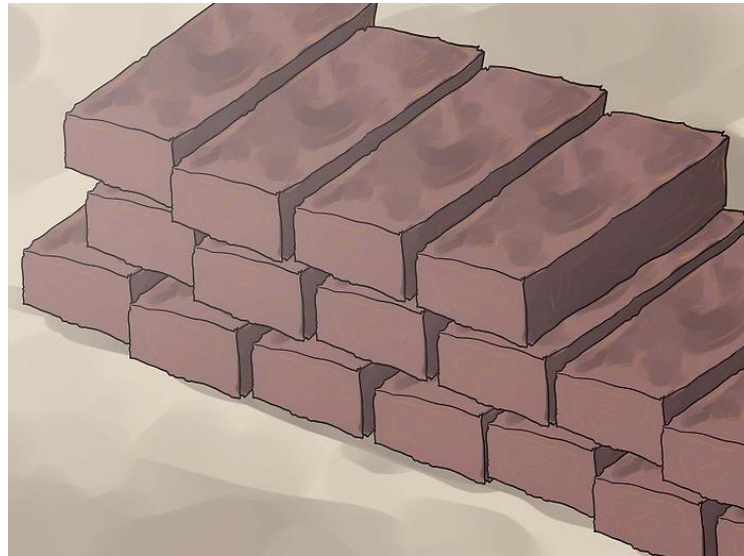


Figura 7. Adobe

Recuperado de <http://www.construtierra.org>

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

Para adobes rectangulares el largo será aproximadamente el doble del ancho. La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1, y en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

Existen diferentes métodos para verificar la factibilidad de dicho material en la fabricación de los adobes, como también hay métodos para establecer si un suelo es apto para dicha fabricación, estos están basados en ensayos de campo que permiten finalmente determinar su nivel de calidad.

2.2.1.3 Especificaciones técnicas

Las características de los suelos que tiene mayor influencia en la resistencia de la albañilería de adobe son aquellas relacionadas con la resistencia seca del material o el proceso de contracción por secado.



La (NORMA TECNICA E-080, 2017), determina la gradación de suelo que debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10 – 20%, limo 15 – 25% y arena 55 – 70%. Seguir este lineamiento de gradación es importante, puesto que de incrementar el porcentaje de arcillas se generarían grietas internas por contracción de secado, de incrementar el porcentaje de arena se perdería cohesión y de utilizar suelos orgánicos se perdería resistencia a la compresión y a la humedad, por otra parte, estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. Los aditivos, la paja y en una menor proporción arena gruesa son aditivos que controlan la microfisuración del mortero durante la contracción por secado y por ende mejoran la resistencia de la albañilería de adobe.

Las especificaciones técnicas que debe seguir la unidad de adobe son las siguientes:

- Gradación del suelo: Arcilla 10 – 20%, Limo 15 – 25% y Arena 55 – 70%.
- Control de microfisuración.
- Calidad de control de mano de obra.
- Suelos limosos y arcillosos con baja plasticidad: límite líquido entre 20 y 40 e índice de plasticidad menor que 20.
- Dimensiones de 40x20x10 cm
- Peso aproximado de 18.00 kg.
- Paja entre 10 y 15 cm de longitud, contenido de paja 0.5 partes, contenido de barro 8.50 partes.
- Representa 0.90 kg de paja por cada 18.00 kg de barro.
- El porcentaje de sales solubles no debe superar al 0.2%.
- Granulometría: porcentaje que pasa tamiz 3” (100%), tamiz N° 4 (100% – 50%), tamiz N° 40 (100% – 15%), tamiz N° 200 (50% - 10%).
- Color: es de color tierra.
- Estado sólido y respectivamente seco.
- Resistencia a la compresión: valor no menor que 100 kg/cm². (TOIRAC CORRAL, 2008).

2.2.2 Características del adobe

Una de las características del adobe es su bajo costo, ya que la materia prima, la tierra es generalmente obtenida localmente en canteras cercanas a la obra; mientras que los materiales no locales que se requieren en algunos casos son relativamente pocos y su



costo no incide mucho en el monto total de una obra. Por otro lado, elaborar adobes y construir con ellos requiere solo del empleo de energía humana y de la solar. El bajo costo es pues una razón determinante para su profusa utilización, por ello esta técnica constructiva es empleada, en su mayoría, por las personas de bajo recursos económicos en nuestro país. Además, el uso de materiales disponibles localmente confiere a las construcciones de adobe adecuadas características ecológicas y ambientales. (CACERES LUJAN, 2010).

2.2.3 Ventajas del adobe

- *Económico:* Porque los materiales que se usan en su elaboración son fáciles de conseguir.
- *Térmico:* Guarda el calor en temporada fría y mantiene el ambiente fresco en temporada de calor
- *Aislante Sonoro:* Las viviendas construidas con tierra cruda quedan más aisladas de los ruidos exteriores, resultando más silenciosas que otras construidas con materiales industriales convencionales.
- *Aislante de las Plagas:* La madera que está envuelta en adobe resiste mejor a la infección de hongos y la polilla, dado que el adobe absorbe la humedad de la madera.
- *Manejable:* El adobe permite trabajar de manera flexible (nichos, aperturas y pequeñas alteraciones de las estructuras que se realizan con facilidad). Se puede dar casi cualquier forma al adobe, como curvas, parábolas, etc.
- *Reciclable:* Solamente se tritura y se remoja con agua para poder trabajar de vuelta con el mismo material.
- *Resistencia del Material:* Un edificio de adobe y tapial correctamente construido y mantenido puede llegar a superar fácilmente los 100 años de vida útil en buen estado. En teoría y con el mantenimiento adecuado, un edificio de adobe podría resistir de manera indefinida.
- *Resistentes al Fuego:* Debido a su naturaleza física – química, la tierra cruda presenta una gran estabilidad y resistencia al fuego, resultando está claramente superior a otros industriales como el acero y el ladrillo. (QUIROZ, VASQUEZ, LINGAN, & QUEVEDO, 2011).

2.2.4 Clasificación del adobe

Para poder referirnos a la construcción con adobes, es conveniente conocer la clasificación de estos:

- *Sin Molde*: Son las que se realizan sin molde alguno, son moldeadas a mano.
- *Adobe*: Son unidades cortadas de suelo, con moldes y tierra muy húmeda para luego lograr compactación.
- *Tapial*: Se da una compactación artesanal o mecanizada, las estructuras son de madera o caña con cerramiento de barro continuo y también de 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. (QUIROZ, VASQUEZ, LINGAN, & QUEVEDO, 2011).

2.2.5 Formas y dimensiones

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales. Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- Para adobes rectangulares el largo aproximadamente será el doble de ancho.
- La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm. (MANUAL DE CONTRUCCION , 2010)

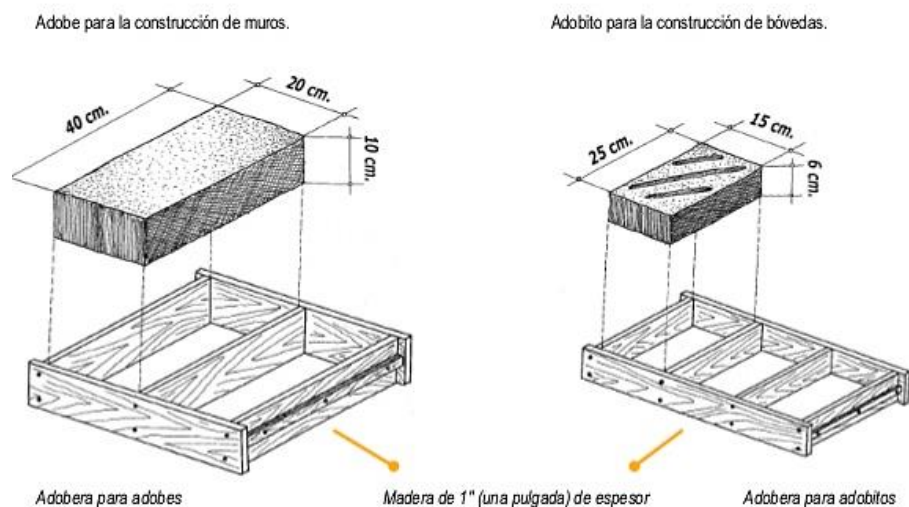


Figura 8. Dimensiones del Adobe
Recuperado de Viñuales et al. (1994)

2.2.6 Componentes del adobe

Como se conoce, el adobe es una mezcla a base de suelo con un contenido balanceado de materiales finos como la arcilla y gruesos como la arena, así como de agua que será bebible, limpia y libre de materia orgánica. Esta mezcla nos va a permitir la elaboración del adobe comúnmente llamado “adobe simple”.

Una de las variables que más influye en las propiedades del adobe es la relación arcilla/arena, pues si no existe arcilla la mezcla del suelo con el resto de los componentes, incluyendo el agua no será suficientemente fuerte como para lograr la consistencia necesaria que debe presentar el adobe para soportar las acciones a las que estará sometido. La arcilla, actúa como aglomerante manteniendo unida la masa, mientras que la arena sirve de esqueleto interno de la masa. Es por eso que la combinación óptima entre ambos constituyentes influye en un mejor comportamiento del material. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997)

2.2.6.1 Suelo

Los suelos son por definición el material que se localiza en las capas superficiales de la corteza terrestre, resultado de la desintegración de las rocas a través del tiempo, afectados por los fenómenos naturales y la vida animada que se da en la superficie. (DE LA PEÑA ESTRADA, 1997).

2.2.6.1.1 Perfil

La superficie terrestre está dividida en diferentes capas llamadas horizontes como son el suelo superficial de material desintegrado, bajo suelo y roca madre.

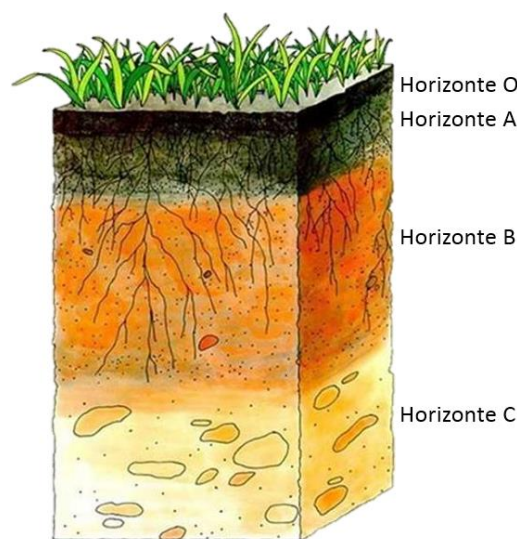


Figura 9. Perfil del Suelo
Recuperado de “El Perfil del Suelo”, Juan José Ibáñez (2008)

2.2.6.1.2 Composición física del suelo

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.

2.2.6.1.3 Características físicas del Suelo

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

2.2.6.1.3.1 Textura

Se considera partículas de suelo a las partículas minerales cuyo tamaño es menor a 2 mm. Esta partícula de suelo se clasifica según su tamaño en arena, limo y arcilla, las partículas de tamaño superior a 2 mm se consideran fragmentos gruesos de suelo, y se clasifican según su tamaño en grava, piedra o roca.

Tabla 1: Clasificación de Suelos Según el Tamaño de sus Partículas

FRACCIONES DE SUELO	SUBDIVISIONES	SÍMBOLO	TAMAÑO DE PARTÍCULAS
			mm
Suelos muy gruesos	Grandes Piedras	Lbo	> 630
	Piedras	Bo	> 200 a 630
	Gujarros	Co	> 63 a 200
Suelos gruesos	Grava	Gr	> 2,0 a 63
	Grava gruesa	CGr	> 20 a 63
	Grava media	MGr	> 6,3 a 20
	Grava fina	FGr	> 2,0 a 6,3
	Arena	Sa	> 0,063 a 2,0
	Arena gruesa	Csa	> 0,63 a 2,0
	Arena media	Msa	> 0,2 a 6,3
	Arena fina	Fsa	> 0,063 a 0,2
Suelos finos	Limos	Si	>0,002 a 0,063
	Limos gruesos	Csi	> 0,02 a 0,063
	Limos medios	Msi	> 0,006 a 0,02
	Limos finos	Fsi	> 0,002 a 0,0063
	Arcillas	Cl	≤ 0,002

Nota. Recuperado de UNE-EN ISO 14688-1.

Simplificando el contenido de la *Tabla 1*, las porciones son:

A. Gravas

Son el componente de los suelos más estables en presencia del agua, son las partículas con un tamaño superior a los 2 mm. Los granos son observables con un simple vistazo

y no retienen agua por la falta de actividad de su superficie y el elevado número de huecos que existe entre las partículas.

B. 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. Son las partículas comprendidas entre 2 – 0,063 mm, al igual que las gravas, todavía se pueden diferenciar. En contacto con el agua no forman grandes agregados, si no que se separan de ella con facilidad.

C. Arcillas

Son las partículas inferiores a 0,002 mm. Es el componente que da la cohesión a los suelos uniendo a los suelos más gruesos, pero en las arcillas humedad se presentan cambios muy severos en la estructura del suelo, por su inestabilidad a diferencia de las arenas.

La arcilla está formada por minerales finamente divididos, principalmente silicatos de aluminio, de estructura cristalizada laminar, las arcillas difieren en composición características y grado de pureza. La explotación, Normalmente, se efectuó a cielo abierto, utilizando medios mecánicos convencionales. La potencia del recubrimiento a remover varía de unos yacimientos a otros, pero generalmente en la mayor parte de las explotaciones son inferiores a los 15 m. (ANDRADE RIOS, MAGALLON ARIZABA, & GONZALES SAN PABLO, 2012)

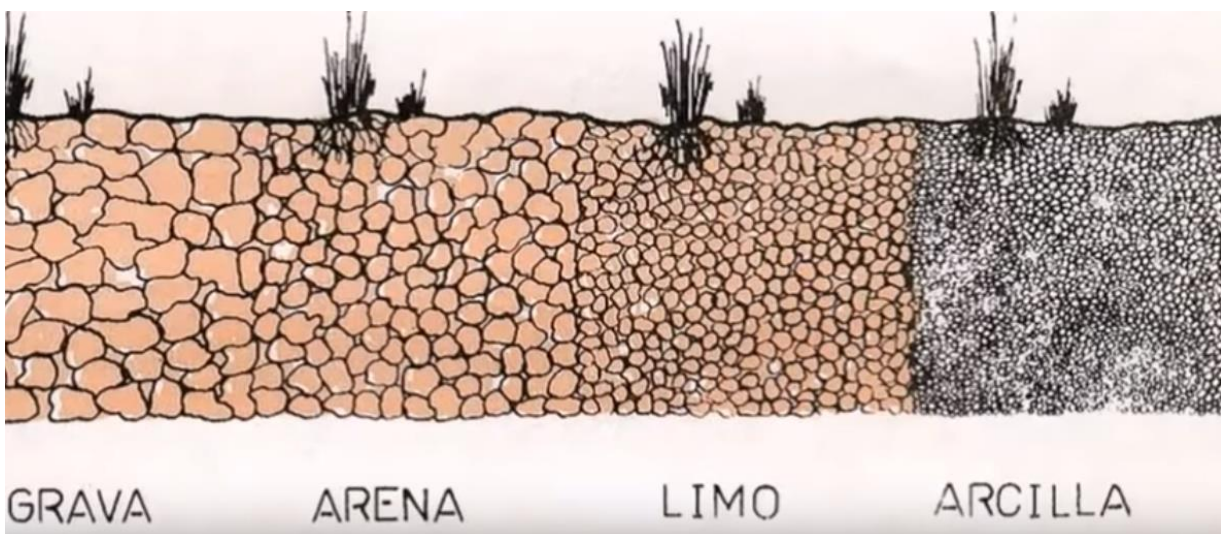


Figura 10. Textura del Suelo
Recuperado de Arcilla de D. Magallon y L. Gonzales (2012)



C.1 Propiedades de las arcillas

Las arcillas se caracterizan por su capacidad aglomerante, de endurecimiento al secarse, de contracción y refractaria.

- *Plasticidad y capacidad aglomerante:* La arcilla, amasada con cierta cantidad de agua, forma la pasta arcillosa que posee coherencia y plasticidad. Al mojar la arcilla seca, se percibe un olor característico de tierra mojada y el desprendimiento de calor. Las moléculas de agua (dipolos) se adentran entre las partículas lenticulares de caolinita y la cuñan provocando el hinchamiento de la arcilla. Las capas finas de agua entre las particulares estratiformes de minerales arcillosos condicionan las características de la pasta arcillosa. La capacidad aglomerante de la arcilla se manifiesta en la posibilidad de cohesión de los granos materiales no plásticos (arenas), al igual que en la formación después del secado de un artículo bruto con bastante resistencia mecánica. (ANDRADE RIOS, MAGALLON ARIZABA, & GONZALES SAN PABLO, 2012).
- *Capacidad de endurecimiento al secarse:* Una particularidad de la pasta de arcilla es su capacidad de endurecer al secarla al aire. La resistencia mecánica de la arcilla secada viene condicionada con la acción de las fuerzas de van der Waals y la cementación de los granos de minerales por los iones de impurezas. Las fuerzas de presión capilar atraen a las partículas de arcilla impidiendo su corrosión, a consecuencia de lo que tiene lugar la contracción aérea. Durante la saturación de agua desaparecen los meniscos, cesa la acción de las fuerzas capilares, las fuerzas se desplazan libremente en el exceso de agua y la arcilla se empapa. (ANDRADE RIOS, MAGALLON ARIZABA, & GONZALES SAN PABLO, 2012)
- *Contracción:* la contracción consiste en que se reducen las dimensiones lineales y el volumen de la materia bruta de arcilla durante se secado (contracción térmica). La contracción aérea transcurre en el proceso de evaporación del agua a partir de la materia bruta, como consecuencia de la disminución del espesor de las capas acuosas alrededor de las partículas de arcilla, aparición en los poros de la materia bruta de meniscos y fuerzas de presión capilar, tendientes a acercar las partículas. La contracción térmica sucede a causa de que en el proceso de cocción los componentes fusibles de la arcilla se funden y las partículas de esta

se aproximan en los lugares de su contacto. (ANDRADE RIOS, MAGALLON ARIZABA, & GONZALES SAN PABLO, 2012).

- *Capacidad refractaria:* La capacidad refractaria de la arcilla es la propiedad de la arcilla de soportar altas temperaturas sin fundirse.

D. Limos

Son las partículas comprendidas entre 0,063 – 0,002 mm. Al contactar con el agua se forma una pasta, pero si esta se hace una bola y se aplasta, el agua se exuda fácilmente.



Figura 11. Clasificación del Suelo

Recuperado de Adobe, Características y principales usos en la Construcción- Diego de la Peña Estrada (1997)

2.2.6.2 Paja

Su empleo es indispensable en la preparación de las tortas de barro, que usan mucho en los techos y muros, 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. 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 10 cm a 15 cm y de preferencia en porcentaje de 1% en peso, el porcentaje excesivo puede reducir la resistencia del adobe.

Cuando se utiliza adobe estabilizado con asfalto, ya no es necesario usar paja para fines de control de fisuras. Sin embargo podría considerarse su empleo para mejorar adobe – mortero, en ese caso la paja debe introducirse en el suelo hidratado, después que este haya sido mezclado con el asfalto. De lo contrario el asfalto se adherirá en gran parte a la paja, impidiendo obtener los efectos estabilizantes que da el material. La paja es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de

caña (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etc.), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla.

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. (CARDENAS, 2008).



Figura 12. La Paja

Recuperado de <https://www.ambientum.com>

2.2.6.3 Agua

El agua es un material esencial para la fabricación de adobe, se agrega una cantidad relativa de ella para su manejabilidad en la fabricación de este.

Remojamos el suelo en agua para retirar las piedras mayores de 5 mm u otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo durante 24 horas, lo cual facilitara el mezclado. (QUIROZ, VASQUEZ, LINGAN, & QUEVEDO, 2011).

2.2.6.3.1 Agua de mezcla

El agua de mezcla en el adobe tiene como funciones las siguientes:

- Reaccionar con la tierra para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla es Normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del adobe.

Para la utilización del agua de mezcla nos basamos en obra la utilización del agua potable, apta para consumo humano, que siendo en Perú muy pocas de estas cumplen

con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos.



Figura 13. Agua Potable

Recuperado de <http://www.google.com.pe/imagenes/aguapotable>

2.2.7 Proceso y consideraciones para la fabricación de adobes

El (MANUAL DE CONTRUCCION , 2010), establece las siguientes consideraciones en la fabricación de unidades de adobe:



Figura 14. Fabricación del Adobe

Recuperado de Adobe, Características y principales usos en la Construcción- Diego de la Peña Estrada (1997).

2.2.7.1 Selección del suelo

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 caso por su alto contenido de material orgánico o suelos mal drenados 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 (MINKE, 2005), 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, Construcción y Saneamiento). Es por esto se recomienda que su contenido no se eleve más allá del 3%.

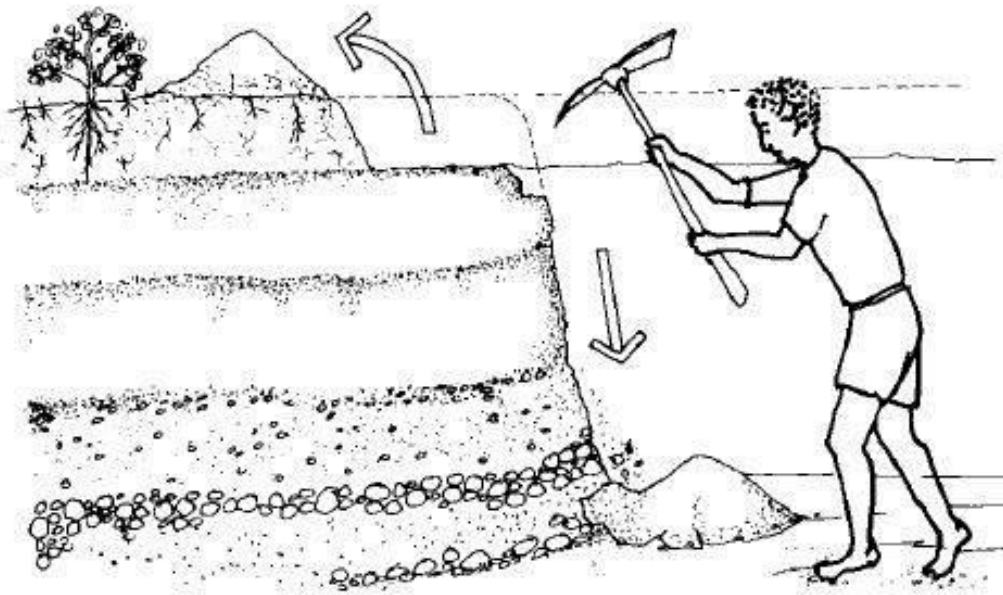


Figura 15. Selección del Suelo
Recuperado de Manual de Adobe 2010

Por otro lado, según (MINKE, 2005), 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, Bautista, y el Instituto Internacional de Tecnología de la Vivienda, recomienda que el contenido máximo sea de 0.2%. Sin embargo, otros



autores como (OLARTE TEJADA, 2000), 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 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. (CASABONNE, 1976) , recomienda utilizar un suelo con un contenido de arena que fluctúe entre 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, Morales y 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. (CASABONNE, 1976), recomienda que se eliminen por completo las gravas (con diámetro mayor a 0.5 cm), mientras que la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco considera que debería mantenerse un % de grava. Son muchos los autores que han establecido las características que debe tener un suelo para poder utilizarlo en la fabricación de adobes, algunos discrepan en ciertos aspectos y coincide otros; pero, el “suelo ideal” no varía drásticamente de un autor a otro. Los ingenieros Manuel Morales y Florencio Bautista, expusieron en el X Congreso Nacional de Ingeniería Civil los resultados que obtuvieron de su investigación “El comportamiento del Adobe de Ayacucho”, estableciendo una serie de características que debe tener el “suelo ideal” para la fabricación de adobes. Estas condiciones se muestran a continuación:

- Contenido de arena 55% - 75%.
- Contenido de limo y arcilla 25% - 45%.
- Contenido de arcilla 15% - 75%.
- Contenido máximo de materia orgánica 0.3%.
- Limite líquido 20% - 40%.
- Limite plástico menor a 20%. (BRAVO & ROMSAY, 2007)

2.2.7.1.1 Pruebas de campo de selección del suelo

2.2.7.1.1.1 Prueba de olor

Se trata de un ensayo muy sencillo que consiste en identificar a través del olor la existencia o no de materia orgánica en la tierra. Para ello hay que tomar un poco de material en estado húmedo y olerlo simplemente. Existirá materia orgánica si la tierra tiene cierto olor a moho u olor rancio. (BLONDETH, 2005)



Figura 16. Prueba del Olor

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.2 Prueba de la mordedura

Con esta prueba se pretendía determinar la existencia o no de arenas y limos mediante el rechino del material entre los dientes. Es necesario que se tome un trozo de la muestra para aplastarla con los dientes.

- Si rechina mucho y sensación desagradable se tratara de un suelo arenoso.
- Si rechina ligeramente y la textura no es del todo desagradable será un suelo limoso.
- Si no rechina corresponderá a un suelo arcilloso.



Figura 17. Prueba de la Mordedura

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.3 Prueba de color

Al igual que las anteriores se trata de una prueba sensorial para distinguir entre los diferentes suelos en función del color que presentan. Es conveniente realizar este ensayo con la muestra seca, pues en estado humedecido puede dar lugar a confusiones. De forma general:

- Los colores claros y brillantes corresponden a suelos inorgánicos.
- Los colores oscuros (negros, marrones – verdes), son más propios de los suelos orgánicos.
- Los colores grises son propios de suelos limosos con carbonato de calcio, son suelos poco cohesivos.

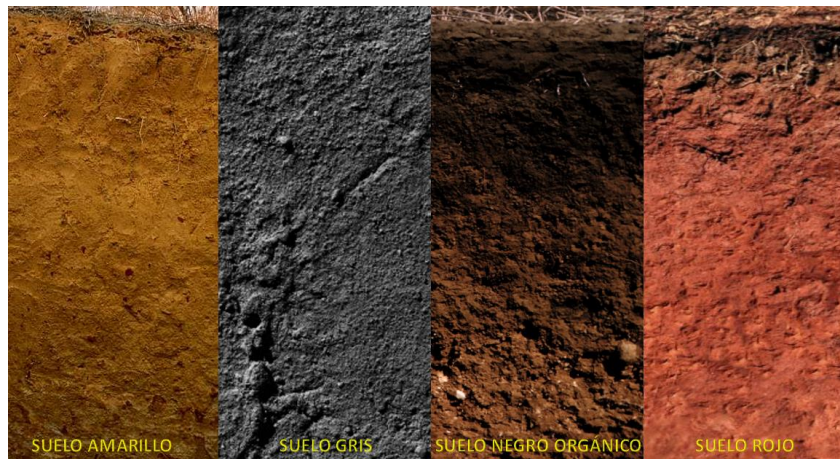


Figura 18. Prueba de Color

Recuperado de Adobe, Características y principales usos en la Construcción- Diego de la Peña Estrada (1997)

2.2.7.1.1.4 Prueba de tacto

Con este ensayo se pone en manifiesto la existencia de partículas de diferente tamaño a través del tacto. Es necesario tomar un poco de tierra de la muestra en la palma de la mano. Utilizando el dedo pulgar de la otra se aplasta esa tierra, asociando las partículas con mayor tamaño, a una mayor rugosidad y las de menor, a una menor rugosidad.

- *Tierra orgánica:* rugoso, quebradizo, poco pegajoso
- *Tierra arenosa:* fino, fácil de reducir en polvo, pegajoso
- *Tierra limosa:* difícil de romper, lento para deshacerse en el agua, muy pegajoso y fino.
- *Tierra arcillosa:* proceso por el cual se incorporan dos o más productos. En la arcilla, la absorción de la humedad hace que se expanda y que aumente de peso, lo que produce agrietamientos y roturas.

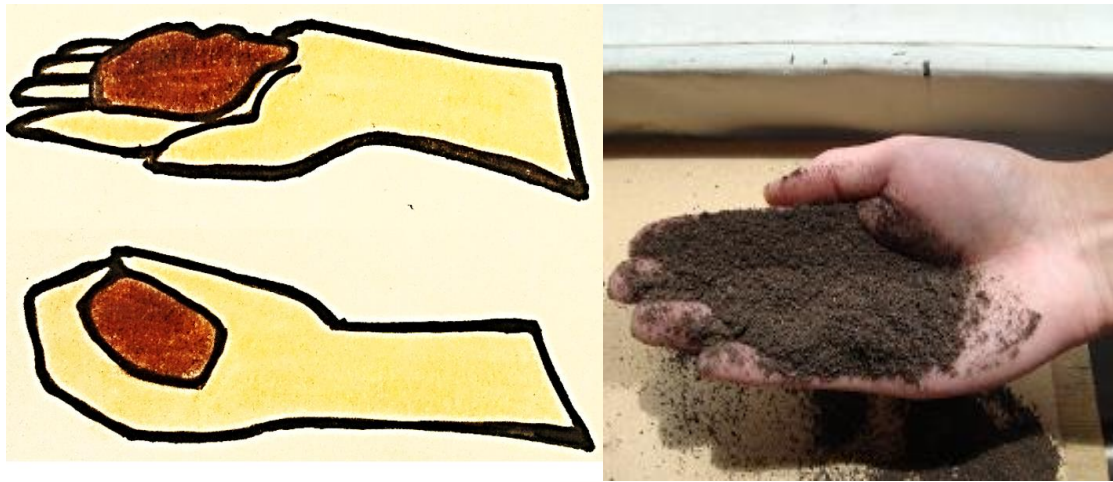


Figura 19. Prueba del Tacto

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.5 Prueba del brillo

Se realiza para detectar la presencia de arcilla entre los componentes de la tierra, se toma un poco de material y se desmorona con ayuda de una maza, posteriormente se añade una cantidad de agua tal que se pueda formar una bola del tamaño de la mano aproximadamente. Esa bola se corta por la mitad con un cuchillo y se observa as superficies recién cortadas.

- Una superficie brillante se corresponderá con una gran presencia de arcillas
- Un brillo intermedio o mate corresponde a una mayor presencia de limos y poca arcilla
- Un poco brillante u opaco se considera con un predominio de arenas.



Figura 20. Prueba del Brillo

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.6 Prueba de sedimentación

Esta prueba da a conocer de una manera más clara la presencia de los distintos componentes en la muestra extraída. Para ello es necesario tomar una porción de la tierra, esta tierra se verterá en una botella que contendrá agua, se agitará todo vigorosamente y se dejará reposar, hay que tener en cuenta que:

- Las arenas, al poseer más masa, son las que se depositan antes.
- Luego los limos reposan a los pocos minutos.
- Por último las arcillas requieren reposar durante 5 horas.

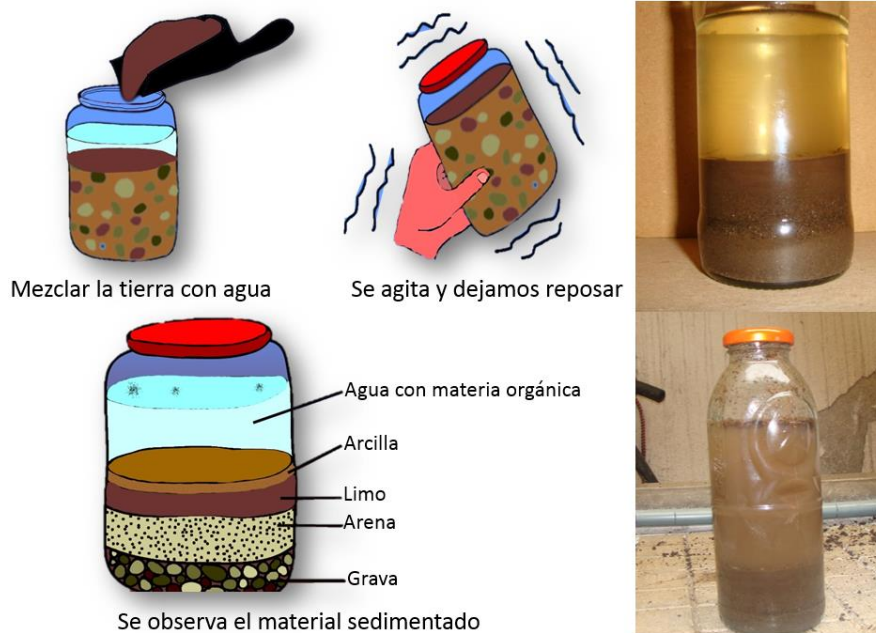


Figura 21. Prueba de Sedimentación

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.7 Prueba de la cintilla

Con este ensayo se determina cuán plástico es un suelo, y por tanto cuál es el predominio de cada uno de los componentes. Primeramente se muele un poco de material. A este se le añade una cantidad de agua determinada que permita su trabajabilidad. Se elabora una bola que se convertirá a continuación en una cinta de unos 20 cm. de longitud y de 1.50 cm. de diámetro aproximadamente. Se alza la cinta y se sujeta con la mano en vertical para que la gravedad actuara rompiéndola a una determinada longitud.

- Si la cinta se rompe a una longitud mayor a 15 cm. el suelo será arcilloso.
- Si se rompe entre 5 y 10 cm. será limoso y el contenido de arena es el adecuado.
- Si la longitud es menor a 5 cm. será arenoso.

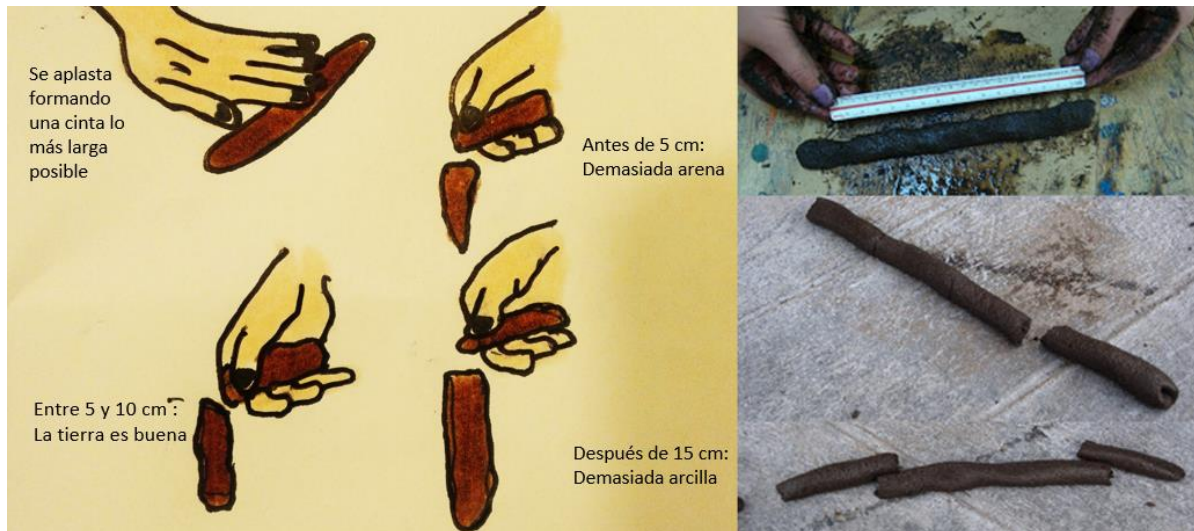


Figura 22. Prueba de la Cintilla

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.8 Prueba de la caída de la bola

De esta manera se puede determinar a grosso modo el contenido óptimo de humedad. Se muele parte de la muestra y se mezcla con agua para hacer una bola de 5 cm. aproximadamente. Esta bola se deja caer al suelo con el brazo extendido, a una distancia aproximada de 1.20 m.

- Si la bola se desmorona en trozos pequeños, estará a falta de agua.
- Si no se desmorona tendrá demasiada agua.
- Si lo hace en trozos grandes, se habrá dado con el contenido óptimo de humedad.

Esta prueba se hace para especificar el agua en la elaboración de adobes, en los morteros para revestimientos, el contenido de humedad siempre suele ser ligeramente superior.



Figura 23. Prueba de la Caída de la Bola

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.9 Prueba de la resistencia seca de la bola

Se preparan de dos a tres muestras de bolitas de 2 cm. de diámetro y se deja secar durante 24 horas. Luego se presionan entre el dedo pulgar y el dedo índice.

- Si las bolitas no se rompen, significaría que el contenido de arcilla confiera adecuada resistencia a los morteros.
- Si se rompe el suelo será de baja resistencia.



Figura 24. Prueba de la Resistencia Seca de la Bola

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>

2.2.7.1.1.10 Prueba de lavado de manos

Se realiza como paso ultimo a los anteriormente descritos. Define mediante el lavado de manos (al contener restos del material manipulado), si hay más presencia de arenas, limo o arcillas.

Si al lavarse las manos se notan jabonosas y presentan cierta dificultad para ser lavadas, el suelo manipulado será arcilloso, mientras que si no cuesta absolutamente nada, el suelo es arenoso; limoso será en el caso intermedio. (BLONDETH, 2005).



Figura 25. Lavado de Manos

Recuperado de <https://www.cosanher.com/single-post/prueba-de-seleccion-de-tierras-para-fabricar-adobe>



2.2.7.2 Hidratación previa

Muchos autores, recomiendan hidratar el suelo; es decir, mezclarlo saturándolo, y dejándolo reposar o “dormir” de uno a tres días antes de moldear los adobes. A este proceso, que mejora la trabajabilidad del suelo, disminuye el agrietamiento durante el secado y mejora las características del adobe, se le conoce como la hidratación previa, “fermentación” o “podrido” del suelo.

El objetivo de la hidratación previa de la mezcla es saturar las partículas arcillosas y deshacer completamente los terrones para asegurar que la arcilla desarrolle su poder cohesivo. Además, se cree que este proceso produce un efecto bacteriano que al fermentar al suelo se forma una sustancia gelatinosa que confiere al suelo una mayor cohesión aumentando las propiedades de aglutinamiento. (BRAVO & ROMSAY, 2007).

2.2.7.3 Preparación de la mezcla

La tierra seleccionada está limpia y sin elementos extraños, piedras, restos de plantas, basuras, etc. Enseguida se tamizara por una malla de abertura 1/4” de pulgada. Luego se acomodara en rumas y se echara agua hasta formar el barro, finalmente se dejara dormir por 24 horas, esta operación es denominada comúnmente “podrido o dormido del barro”. Dos días después, se debe echar paja en una proporción 1:5 es decir volumen de paja por 5 volúmenes de barro. Estos materiales deben ser mezclados durante el batido. Se puede usar paja de caña, trigo, cebada, ichu, césped, etc. Finalmente se deberá batir el barro con los pies.

2.2.7.4 El tendal

Es el terreno donde se fabricaran los adobes, debe ser plano y estar limpio de malezas, piedras, basura, etc. Primero se debe nivelar compactar el terreno, luego se cubrirá la superficie con una capa de arena gruesa. El tendal siempre deberá ser de tierra para favorecer un equilibrio entre el secado del adobe por filtración y evaporación de agua.

2.2.7.4.1 Gaveras

Son moldes hechos en madera o metal, con fondo o sin fondo.



Figura 26. Gavera

Recuperado de “Buena tierra – Apuntes para el diseño y construcción con adobe” - Tejada Achmidt (2001)

2.2.7.5 Procedimiento de moldeado

Una vez preparada la mezcla, el moldeado de los adobes es bastante sencillo. Se humedece la gavera y se espolvorea con arena fina en el interior, para que el barro no se pegue en el molde. Se coloca la gavera en el piso y se introduce el material, tirándolo con fuerza intentando llenarlo con un solo golpe. Luego se presiona prestando especial atención a las esquinas y se enrasa en la parte superior. Finalmente, se desmolda teniendo cuidado de no deformar el adobe recién hecho y se deja secar. Para empezar a preparar un nuevo adobe, se deberá lavar el molde cuidadosamente.

Para el moldeo pueden utilizar gaveras de diversas dimensiones, considerando el peso óptimo para el transporte del bloque, el aislamiento térmico y resistencia de la mampostería. La PUCP, recomienda tres tamaños de adobe: 30x30x12.5, 40x40x17 y 50x50x22.

Además, las gaveras pueden ser con o sin fondo. Según lo indicado por Nacarino los adobes moldeados en gaveras con fondo alcanzan densidades mayores, siendo más resistentes, más presentables y de mejor rendimiento general. (MANUAL DE CONTRUCCION , 2010).

Para moldear los adobes y adobitos, se debe seguir el procedimiento siguiente:

1. Limpiar el molde con trapo mojado para evitar que el barro se pegue a la madera y llenarlo.
2. Compactar el barro con las manos especialmente en las esquinas.
3. Emparejar el barro del molde con regla de madera, mejor si es de metal, y mientras más delgado sea el espesor de la regla, más fácil será emparejar la superficie.
4. Retirar el molde, evitando deformar los adobes o adobitos.
5. Hacer tres surcos con los dedos en los adobitos, para que se unan mejor unos a otros en la construcción de la bóveda.

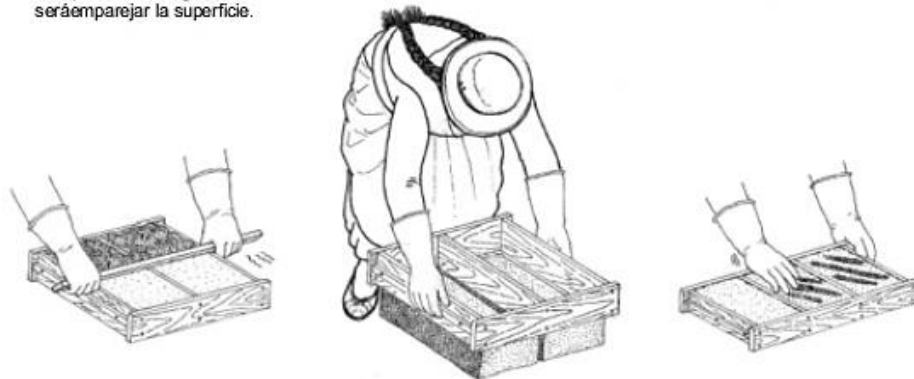


Figura 27. Moldeado de Adobes

Recuperado de Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010)

2.2.7.6 Secado

El secado varía dependiendo del clima local. Una vez terminado, los adobes deberán ser cubiertos con una capa de paja o arena gruesa o plástico, se recomienda dejarlos 2 a 3 días en el mismo lugar de preparación, y luego colocarlos de canto y bajo sombra durante 30 días más para que seque. Otros autores, recomiendan no utilizar los adobes hasta que lleguen a un contenido de humedad de 2.5 y 4% respecto al peso del suelo seco. (BRAVO & ROMSAY, 2007).

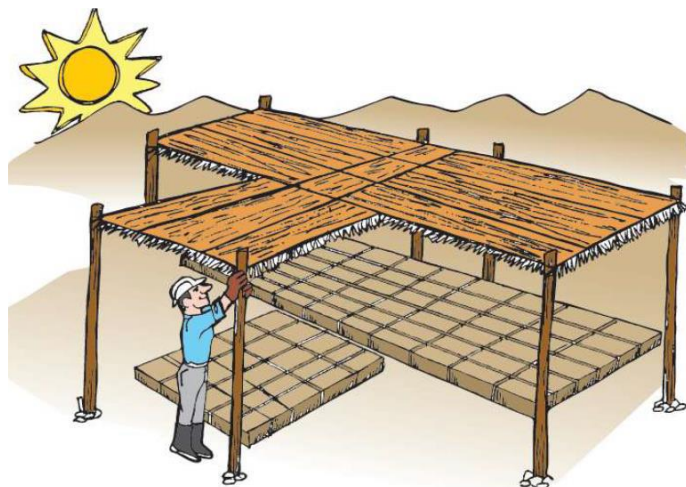


Figura 28. Secado del Adobe

Recuperado de Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010)



Figura 29. Almacenamiento del Adobe

Recuperado de Manual de Construcción Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010)

2.2.7.7 Pulido

La labor del pulido de la cara exterior de las paredes de adobe, que se acostumbra en algunas zonas rurales, le da al material un mejor acabado que lo hace más resistente ante los agentes erosivos.

Para el pulido del adobe, deberá frotarse los especímenes con una piedra de granito u alguna otra superficie áspera, luego se deberá humedecer y proceder a frotar con una piedra de superficie lisa, como el basalto, por ejemplo.

Las fisuras en el adobe originan zonas débiles donde se concentran los daños y el deterioro causado por las lluvias y el viento. Al pulir la cara exterior del bloque, damos un acabado liso, sellando estas fisuras y otros espacios vacíos; es por, que los adobes alcanzan una durabilidad mayor. (BRAVO & ROMSAY, 2007).

2.2.7.8 Estabilizado

2.2.7.8.1 Generalidades

La unidad de adobe no estabilizada, tiene una serie de debilidades que pueden traer problemas serios a las construcciones. Entre las más importantes están:

- La absorción de agua excesiva.
- La mala resistencia a la abrasión y al impacto.
- La baja resistencia a la tracción.

Estos problemas pueden ser resueltos de dos maneras: adaptando los diseños arquitectónicos de la edificación de acuerdo a las exigencias del adobe, lo cual se puede hacer solo en ciertos casos muy específicos, y/o mejorando la unidad de adobe, mortero y enlucidos.

La cohesión del suelo esta esencialmente asegurada por su contenido de arcilla, pero su capacidad de aglomerante decrece significativamente cuando esta se pone en contacto directo con el agua. Adicionalmente, la arcilla se expande al estar en contacto con el agua, accionando movimiento en la estructura de tierra. Es por esto, que se considera como un aglomerante natural, económico, pero inestable.

Existen varios tipos de arcillas, entre las principales están: la Kaolinita, que es relativamente estable; Illita, que tiene una estabilidad media; y la Montmorillonita con la mayor sensibilidad al agua. El comportamiento de cada tipo de arcilla esta dado a su grado de adherencia y el nivel de ésta se determina por la estructura de sus capas. (BRAVO & ROMSAY, 2007)

2.2.7.8.2 Definición

Muchos autores definen la estabilización como un proceso técnico, que tiene como objetivo neutralizar, o por lo menos restringir el desgaste de las arcillas presentes y, de ese modo, reducir la sensibilidad que tiene el suelo frente al agua. Por otro lado, el Reglamento Nacional de Construcciones define al adobe estabilizado como aquel al que se le ha incorporado otros materiales (asfalto RC – 250, goma de Tuna, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de estabilidad ante la presencia de humedad.

En ambos casos, el estabilizado es un proceso que mejora la resistencia del adobe ante la humedad. Sin embargo, otros autores, definen la estabilización como el mejoramiento de una o más propiedades del suelo para cumplir determinado fin.

Para Houben y Guillaud, “la estabilización de un suelo implica la modificación de las propiedades del suelo – agua – aire para obtener propiedades duraderas que sean compatibles con una aplicación particular”.

En todos los casos, se define la estabilización del adobe como un proceso que mejora la calidad, actuando sobre alguna de sus propiedades.

2.2.7.8.3 Procedimiento de estabilización

Existen dos tipos de estabilización principales:

- *La estabilización física:* Puede lograrse corrigiendo el suelo a utilizar adicionando cierto tamaño de partículas, o compactando la mezcla de tal modo



durante la preparación, que disminuyan los espacios vacíos que agravan el efecto del agua.

- *La estabilización física – química:* Se produce cuando se afectan las características de las capas de las arcillas directamente, durante el proceso de elaboración, mediante la adición de una estabilizante.

Ningún método de estabilización impide el uso de otro; por el contrario, los bloques de tierra de mayor resistencia son resultado de un uso racional de varios métodos de estabilización.

2.2.7.8.3.1 Modos de estabilización

Existen seis principales modos de realizar una estabilización:

- *Estabilización por Densificación:* Consiste en crear un medio denso bloqueando los poros y capilaridad. Esto puede obtenerse de dos maneras: comprimiendo el suelo de modo que se redistribuyan los granos, o llenándolos con otros granos; es decir mejorando la gradación del suelo.
- *Estabilización por Refuerzo:* Con ella se crea una red que limita el movimiento, puede lograrse con fibras animales, vegetales o sintéticas. Por ejemplo, la adición de paja.
- *Estabilización por Cementación:* Se logra usando una matriz inerte que se oponga al movimiento. Consiste en llenar los vacíos con un aglutinante insoluble que cubra los granos. Ejemplo el Cemento Portland. En este caso, las principales reacciones de la estabilización se dan en el estabilizante mismo y entre la parte arenosa del suelo, aunque podría encontrarse también una reacción entre el estabilizante y la fracción arcillosa del suelo.
- *Estabilización mediante Enlace:* Consiste en crear ligazones químicas estables entre los cristales de arcilla. Este modo de estabilización puede darse de dos maneras:
 - Utilizando las cargas positivas y negativas de las placas de arcilla o su composición química para unir las por medio de un estabilizante creando con las arcillas una matriz inerte. Esto se logra con algunos ácidos, polímeros y floculantes.



- El estabilizante reacciona con la arcilla y precipita una material nuevo, insoluble e inerte que es un tipo de cementante. Esta es una reacción puzolana y se obtiene principalmente de la cal.
- *Reducción de la Permeabilidad:* se logra rodeando las partículas del suelo con una película impermeable que ayuda a reducir la erosión hídrica, y la hinchazón y retracción por humedecimiento y secado. Puede lograrse de dos maneras:
 - Llenado de vacíos, poros, rajaduras y micro rajaduras con un material que no se vea afectado por el agua; como el bitumen, por ejemplo.
 - Dispersando en el suelo un material que se expanda ante el contacto con al agua y previene la infiltración a los poros. Ejemplo. Bentonita.
- *Impermeabilización:* Consiste en eliminar la absorción y succión del suelo. Puede lograrse de 3 maneras:
 - Secando el suelo y adicionándole cloruro de calcio, lo que incrementa la tensión superficial, reduce la presión del vapor de agua, la velocidad de evaporación y la variación en el contenido de humedad.
 - Reemplazando los iones por otros hasta que los iones estén bien fijados a ls placas de arcilla y el agua no sea capaz de diluirlos. Esto puede lograrse con algunos ácidos.
 - Fijando moléculas en los extremos de las placas de arcilla en la parte exterior de agregados compactos. Los otros lados de estas moléculas son repelentes al agua. Algunas resinas trabajan de esta manera.

2.2.8 Adobe estabilizado con Cemento Portland

2.2.8.1 Cemento

2.2.8.1.1 Definición

Se define como Cemento Portland: Cemento Hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda. (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2005).

El Cemento portland es un aglomerante o Cemento Hidráulico que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada concreto. Es el más usual en la construcción y es utilizada como aglomerante para la preparación de concreto.

Como Cemento Hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes. (GOMA Y GINESTA, 1979).

2.2.8.1.2 Clasificación

La NTP 334.009, se aplica a los siguientes tipos de cemento adicionado que generalmente son concebidos para el uso indicado.

Tipos de Cemento según su uso:

- *Tipo I*: Cemento de uso general, no se requiere de propiedades y características especiales.
- *Tipo II*: Resistente a ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje (muros de contención, pilas, presas).
- *Tipo III*: Altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días.
- *Tipo IV*: Muy bajo calor de hidratación (presas). (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2005)

Cementos Portland adicionados para construcción de concreto en general:

- *Tipo IS*: Cemento Portland con escoria de alto horno. Producido mediante molienda conjunta de Clinker y escoria (contenido de escoria 25 % - 70%).
- *Tipo IP*: Cemento Portland puzolanico. Producido mediante molienda conjunta de Clinker y puzolana (15% -40%).
- *Tipo I (PM)*: Cemento Portland puzolanico modificado. Producido mediante molienda conjunta de Clinker y puzolana (contenido de puzolana: menor del 15%).
- *Tipo IT*: Cemento adicionado ternario
- *Tipo ICo*: Cemento Portland compuesto. Cemento Portland obtenido por pulverización conjunta de Clinker, Portland, materiales calizas y/o inertes hasta un máximo de 30%. (JUDITH, 2008).

2.2.8.1.3 Cualidad del Cemento

- Resistencia a la compresión es afectada fuertemente por la relación agua/cemento y la edad o la magnitud de la hidratación.
- Durabilidad y flexibilidad: ya que es un material que no sufre deformación alguna.



- El Cemento es hidráulico porque la mezclarse con agua, reacciona químicamente hasta endurecer. El Cemento es capaz de endurecer en condiciones secas y humedad e incluso, bajo el agua.
- El cemento es notablemente moldeable: al entrar en contacto con el agua y los agregados, como arena y la grava, el cemento es capaz de asumir cualquier forma tridimensional.
- El Cemento (y el hormigón o concreto hecho con el) es tan durable como la piedra. A pesar de las condiciones climáticas, el cemento conserva la forma y volumen, y su durabilidad se incrementa con el paso del tiempo.
- El Cemento es un adhesivo tan efectivo que una vez que fragua, es casi imposible romper su enlace con los materiales tales como el ladrillo, el acero, la grava y la roca.
- Los edificios hechos con productos de Cemento son más impermeables cuando la proporción de Cemento es mayor a la de los materiales agregados.
- El cemento ofrece una excelencia aislante contra los ruidos cuando se calculan correctamente los espesores de pisos, paredes y techos de concreto. (GOMA Y GINESTA, 1979).

2.2.8.1.4 Mezclado de Cemento con suelo seco:

Este trabajo puede efectuarse en forma manual hasta obtener una distribución uniforme de Cemento Portland en el suelo. Se aconseja efectuar la mezcla sobre un piso firme y limpio. Se considera terminado el mezclado cuando se ha obtenido uniformidad de color en la mezcla. El suelo se deberá mezclar con su humedad natural.

2.2.8.1.4.1 Suelo ideal

Un suelo ideal para la mezcla de suelo – cemento debe cumplir con varios requisitos con los cuales diríamos que nuestra mezcla fuera casi perfecta y el volumen de cemento fuera el mínimo debido a que las deficiencias del suelo fueran mínimas también.

El suelo ideal para la mezcla de suelo – cemento debe cumplir las siguientes características para que dicha mezcla sea de buen funcionamiento y posea cantidades mínimas de cemento:

- Máximo agregado de arena 80% (optimo 55% - 75%).
- Máximo agregado de limo 30% (optimo del 0% - 28%).
- Máximo agregado de arcilla 25% (optimo del 15% - 18%).



- Máximo agregado de materia orgánica 3% y sales solubles no debe superar el 0.2%.
- Granulometría: porcentaje que pasa tamiz 3” (100%), tamiz N° 4 (100% - 50%), tamiz N° 40 (100% - 15%), tamiz N° 200 (50% - 10%)
- Suelo limosos y arcillosos con baja plasticidad: límite líquido entre 20 y 40 e índice de plasticidad menor que 20.
- Estado sólido y respectivamente seco. (CERNA JAMAICA, 2014).

2.2.9 Adobe estabilizado con mucilago de Gigantón

2.2.9.1 Gigantón

El Gigantón, conocido como *Trichocereus Pachanoi*, es un cactus columnar largo y de crecimiento rápido que contiene, entre otros alcaloides, mezcalina, originario de las laderas occidentales de los Andes del Perú, se encuentra a una altitud de entre 2000 a 3000 msnm. El Gigantón es una planta arbustiva, ramificada de porte variable, desde rastrero hasta arborescente grande, y que llega a alcanzar hasta los cuatro metros de altura. (ROWLEY, 1974).

El en presente estudio, cuando se habla de Giganton, se está considerando una especie en particular, la *Trichocereus Peruvianus* (Antorcha Peruana).

El Gigantón, ailanto o árbol del cielo, es una de las pocas especies aquí conocidas de la exótica familia de las Simarubáceas, todas las cuales son amargas y generalmente de hojas pinnado – compuestas. Su nombre científico *Trichocereus Peruvianus*, en el que la parte genérica alude al malayo aylanto, que significa “árbol del cielo”, y la parte específica alude a rápido crecimiento en altura, cuyas ramas se dice que ocultan las nubes; de hecho uno de sus nombres castellanos es “Gigantón” por la misma razón. No se conoce en nuestra región ninguna otra especie importada de este mismo género, por lo que es inconfundible, aunque en su forma arbustiva ha sido confundida con el zumaque (*Rhus coriaria*), pese a que esta es de una familia completamente diferente.



Figura 30. Gigantón

Recuperado el 08/09/2015 [Http://Sanpedrolandia.Com/Cultivo/Cultivo-De-Trichocereus/](http://Sanpedrolandia.Com/Cultivo/Cultivo-De-Trichocereus/)

2.2.9.1.1 Hábitat

En su hábitat natural, esta planta parece muy adaptable a climas extremos, tanto secos como muy fríos, prefiriendo suelos ligeros y algo húmedos, encontrándose generalmente próxima a cursos fluviales, fuentes, lagunas, conducciones de agua, etc. Respecto a su fenología, como perennifolia, la planta siempre está verde y la floración se produce en primavera, madurando los frutos finales del verano, si bien tardan bastante tiempo en desprenderse y diseminar sus semillas, que gracias al vilano son transportadas por el viento.

Planta de origen oriental, encontrándose de forma natural en regiones de China y Japón, desde donde ha sido exportada a numerosos países por su gran adaptabilidad y rapidez de crecimiento, ideal para alineaciones. En la Península Ibérica se considera que esta naturalizada desde el siglo XIX, llegando a formar bosquetes en algunos puntos de nuestro país, como en ciertas zonas de Alicante. En la capital malagueña lo podemos ver en Gibralfaro, Ciudad Jardín, Plaza de Hospital Civil, etc. En la comarca de la Axarquía es un árbol muy frecuente a los lados de muchas carreteras, como la carretera de Vélez a El Trapiche, pero está presente por toda la comarca, unas veces en jardines y paseos, y otras veces de manera asilvestrada, próxima a ríos y arroyos, acequias, fuentes, pozos, etc.

El principal valor de esta especie es la ornamental, por sus hijas compuestas, sus flores y, sobre todo, por sus llamativos frutos alados y colgantes, además de ser muy adaptable a todo tipo de suelos y climas, necesitar muy pocos cuidados y crecer con suma rapidez,

reproduciéndose bien por semillas o por retoños. En este sentido, se aconseja plantar más hembras pues suelen ser de olor menos desagradables que los machos. Para saberlo, el mejor método es tomar retoños de árboles hembras. Su madera es blanca, ligera, fácil de trabajar, pero poco resistente, pese a lo cual se ha utilizado en carpintería. Más apreciada es para obtener celulosa, para la industria del papel. Entre los usos medicinales, el fruto y la corteza tienen un heterosido de sabor amargo llamado quasima que en los países de origen se ha utilizado para el tratamiento de disenterías. Recientemente también se le ha encontrado propiedades antisépticas insecticidas en unas sustancias aisladas de este árbol llamadas ailantonas, que también ha revelado ser un buen remedio para el tratamiento de la leucemia y la malaria, si bien su uso está limitado por su gran toxicidad. De hecho, se conocen datos clínicos de intoxicaciones en las que se produce inflamación del aparato digestivo, que puede afectar también a los animales domésticos e incluso algunos casos de reacciones alérgicas a personas que, como los jardineros, manipulan sus hojas. (NATIELLO, 2014).

2.2.9.1.2 Características

Su crecimiento es arbustivo emitiendo muchos vástagos erectos desde la base. Suele alcanzar una altura de 3 a 6 m., y generalmente no se puede distinguir el tronco principal. Sus tallos son cilíndricos y de color verde azulado de 5 m de largo y 8 – 18 cm de diámetro. Tiene de 6 a 8 costillas, anchas y redondeadas, con profundas muescas antes de cada aréola; el ápice tiene una hendidura en forma de “V” característica de la especie. Las aréolas son blanquecinas o amarronadas, muy cercanas entre sí. Tiene de 3 a 7 espinas radiales, grises amarronadas, una o dos radiales largas. Las flores, de color blanco, nacen cerca de la punta del tallo; se abren de noche y tiene una fuerte fragancia, miden de 19 – 24 cm x 3 – 4 cm de diámetro; pericarpelos y tubo floral con pelos negros. El fruto es oblongo, verde oscuro de 5 – 6 cm x 3 cm de diámetro. (NATIELLO, 2014).

2.2.9.1.3 Cultivo

Los parámetros de crecimiento de *Trichocereus Pachanoi* (San Pedro) y *Trichocereus Peruvianus* (Antorcha Peruana) son los mismos. Se diferencian de la mayoría de cactus columnares en su rápido crecimiento, y les gusta una mezcla rica de nutrientes en el suelo y riego más frecuentes que la mayoría de los cactus. Son bastantes duros, y crecerán bien en un amplio rango de condiciones. (NATIELLO, 2014).

2.2.9.1.4 Método de extracción

Se establece parámetros para la preparación de la goma de pencas de tuna, no existe referencia en cuanto al Gigantón, por tanto se toma como base teórica lo establecido por el autor.

Para la preparación de este estabilizante se usan las pencas eliminando las espinas y cortando en rebanadas que se ponen a remojar en agua.

El tiempo de remojo de las pencas para la fabricación influye en la resistencia del estabilizante. Para condiciones climáticas de 15 – 20° C y humedad relativa entre 82% - 92%, el tiempo de remojo óptimo se encuentra entre los 4 y 5 días, siendo 5 días el tiempo de remojo que dio mejores resultados finales. Para tiempos de remojo muchos mayores o menores, el efecto de estabilizante es nulo. Durante este tiempo la pulpa de las pencas se disuelve completamente y solo queda la cascara como material remanente. A continuación el color oscurece y se pierde consistencia gomosa.

Según se describe, el proceso de descomposición de la tuna, para elaborar la goma de tuna, se da de la siguiente manera: “los dos primeros días presenta un color verde claro, una consistencia gomosa y es transparente e inodoro. Luego cambia a un color verde, adquiere una mayor consistencia de goma, presenta un fuerte olor a materia orgánica y deja de ser transparente. Durante este periodo la pulpa de las pencas se disuelve completamente y solo queda la cascara como material remanente. A continuación el color se oscurece y la consistencia gomosa se pierde. Aproximadamente a los 60 días de remojo se obtiene un líquido negro de consistencia semejante a la del agua con fuerte olor a materia orgánica descompuesta”.

Además, se afirma que durante el verano (20 – 25° C y 78% - 88% de humedad relativa), el tiempo de remojo ideal se reduce, y está entre los 3 y 4 días. (BRAVO & ROMSAY, 2007)

2.2.9.2 Ventajas y desventajas del adobe estabilizado con mucilago de Gigantón

Ventajas:

- El mucilago de Gigantón disminuye el tiempo de hidratación del barro, mejora la trabajabilidad.
- El mucilago de Gigantón mejora las condiciones de estabilidad del adobe tradicional ante la presencia de humedad, obteniendo menor absorción y succión de agua.
- El mucilago de Gigantón reduce la aparición de bacterias y microorganismo.

- Mejora la resistencia a la compresión y a la erosión.
- Se reduce las fisuras externas y agrietamientos internos.
- Es ecológico, su proceso no interfiere con el medio ambiente.

Desventajas:

- Obtención del Gigantón debido a su habitad y a las espinas que posee.
- Tiempo que demora la obtención del mucilago de Gigantón.

2.2.10 Curado de adobe estabilizado

Los adobes deben almacenarse de preferencia bajo techo, manteniéndolos húmedos mediante riegos sucesivos de agua, durante 7 días como mínimo almacenándose luego en un lugar al abrigo del sol y a las corrientes de aire durante 20 días como mínimo.

Cuando los adobes no se curan pierden rápidamente su humedad, lo que da por resultados un material de inferior resistencia y calidad. (HUAMAN PATIÑO, 2015).

2.2.11 Ensayos de laboratorio

2.2.11.1 Ensayos de análisis de selección de suelo

2.2.11.1.1 Muestreo de suelo

Definición:

Consiste en la obtención de una porción del material con el que se pretende construir una estructura o bien material que ya forma parte de la misma, de tal manera que las características de la porción obtenida sean representativas del conjunto. El muestreo, además, incluye las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

El muestreo comprende dos tipos de muestras:

- *Muestras Alteradas:* Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que no se toman precauciones especiales para conservar las características de estructura y humedad; no obstante, en algunas ocasiones conviene conocer el contenido de agua original del suelo, para lo cual las muestras se envasan y transportan en forma adecuada. Las muestras alteradas, de suelos podrán obtenerse de una excavación, de un frente, ya sea de corte o de banco o bien, de perforaciones llevadas a profundidad con herramientas especiales. Las muestras deberán ser representativas de cada capa que se atravesase, hasta llegar a una profundidad que puede corresponder al nivel

más bajo de explotación, al nivel de aguas freáticas o aquel el cual sea necesario extender el estudio.

- *Muestras Inalteradas:* Son aquellas en las que se observa la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar en donde se obtenga la muestra. Las muestras inalteradas se obtendrán de suelos finos que puedan labrarse sin que se desintegren. La obtención puede efectuarse en el piso o en una de las paredes de una excavación, en la superficie del terreno natural o en la de una terracería.

2.2.11.1.2 Contenido de humedad

Definición:

Contenido de humedad, es la relación del peso del agua entre el peso de los sólidos de un suelo. En el cual determinar la cantidad de agua que posee una muestra de suelo, con respecto al peso seco de la muestra. (MTC-E-108, 2016).

Calculo:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W : Contenido de humedad, (%).

M_{cws} : Peso del contenido más el suelo húmedo, (gr).

M_{cs} : Peso del contenido más el suelo secado en horno, (gr).

M_c : Peso del agua, (gr).

M_s : Peso de las partículas sólidas, (gr).

Equipo:

- Horno de secado: Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno de tipo forzado, capaz de mantener la temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
- Balanzas: De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:
 - De 0.01 gr para muestras de menos de 200 gr.
 - De 0.1 gr para muestras de más de 200 gr.

2.2.11.1.3 Análisis granulométrico

Definición:

Se nos será de gran importancia para nuestro trabajo la realización de las pruebas granulométricas de los suelos, porque estos suelos son los que componen.

La granulometría es una prueba de análisis mecánico que nos da a conocer el rango de los tamaños de las partículas del suelo, expresado como un porcentaje de peso seco total. Hay dos métodos para la realización de las pruebas granulométricas, en este trabajo se realizara el método de análisis por cribado.

El análisis por cribado consiste en sacudir la muestra de suelo a través de un conjunto de mallas que tiene aberturas progresivamente más pequeñas. Los números de las mallas estándar con sus tamaños de abertura. Primero el suelo se seca en el horno, y luego todos los gramos se desintegran en partículas pequeñas antes de ser pesados por las mallas, después de que el periodo de vibración concluye, se determina la masa del suelo retenido en cada malla, cuando se analiza suelo cohesivo. (BRAJA, 2001).

Tabla 2: *Tamaños de Mallas Estándar*

MALLA N°	ABERTURA (mm)	MALLA N°	ABERTURA (mm)
4	4.75	50	0.3
6	3.35	60	0.25
8	2.36	80	0.18
10	2	100	0.15
16	1.18	140	0.106
20	0.85	170	0.088
30	0.6	200	0.075
40	0.425	270	0.053

Nota. Recuperado de Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. Braja 2001



Figura 31. Tamices para Zarandeo
Recuperado de Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. Braja 2001

Procedimiento:

- Pasar la muestra seca de suelo por la malla 3/8" y separar el material que pasa esta malla, a fin de determinar el % de finos de forma confiable posteriormente.
- Pasar el material retenido en la malla 3/8" por las mallas 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2" y 3/8" y pesar las porciones de material retenido en cada una de ellas.
- Mezclar homogéneamente al material que paso la malla 3/8" y tomar una muestra representativa.
- Colocar la muestra obtenida sobre la malla #200 y lavar el material, utilizando agua común, de tal manera que el agua arrastre los finos haciéndolos pasar por esta malla, hasta que el agua que pasa a través de la malla mantenga su transparencia.
- Verter cuidadosamente el residuo, en un recipiente desecador y permitirle sedimentar por un periodo de tiempo suficiente hasta lograr que el agua en la parte superficial de la suspensión se vuelva transparente, eliminar esta agua transparente y colocar el recipiente con la suspensión suelo y agua remanes en el horno para secado.
- Al día siguiente, regresar al laboratorio y pesar el residuo secado al horno.
- Finalmente pasar la muestra (lavada y seca) por las mallas #4 a la #200. Registrando el peso en cada malla. (URZUA, 2011).

Calculo:

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz de la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

MALLA N°. (1)	DIAMETRO (mm) (2)	MASA DE SUELO RETENIDO EN CADA MALLA (g) (3)	PORCENTAJE DE SUELOS RETENIDOS EN CADA MALLA (4)	POR CIENTO QUE PASA (5)
10	2.000	0	0	100.00
16	1.180	9.90	2.20	97.80
30	0.600	24.66	5.48	92.32
40	0.425	17.60	3.91	88.41
60	0.250	23.90	5.31	83.10
100	0.150	35.10	7.80	75.30
200	0.075	59.85	13.20	62.00
Pan		278.99	62.00	0.00

* Columna 4 = (columna 3)/(masa total de suelo) X 100
+ A esto también se llama porcentaje que pasa

Figura 32. Ejemplo de Porcentaje Retenido
Recuperado de Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. Braja 2001

2.2.11.1.4 Límites de consistencia de Atterberg

El concepto de un suelo como material que puede presentarse en varios estados, según su contenido de humedad, resulta muy útil. Cuando mayor sea la cantidad de agua que contiene un suelo, menor será la interacción entre partículas adyacentes y más se aproximara el suelo en su comportamiento al de un líquido.

De manera muy general, puede esperarse que el agua atraída por las superficies de las partículas de suelo no se comportara como un líquido. Así pues si comparamos dos suelos A y B, y si el suelo A tiene una mayor tendencia a absorber agua sobre la superficie de sus partículas, puede esperarse que la humedad para la cual ambos suelos A tendrá un límite líquido mayor que el suelo B, cabe suponer que el mismo razonamiento podría aplicarse al límite plástico y por tanto al índice de plasticidad.

Sin embargo, los límites entre los diversos estados se han fijado arbitrariamente, por lo cual es improbable que puedan interpretarse completamente. Es decir, es poco probable que la magnitud del límite líquido de un suelo determinado pueda relacionarse cuantitativamente con el espesor de la capa de agua absorbida. (URZUA, 2011).

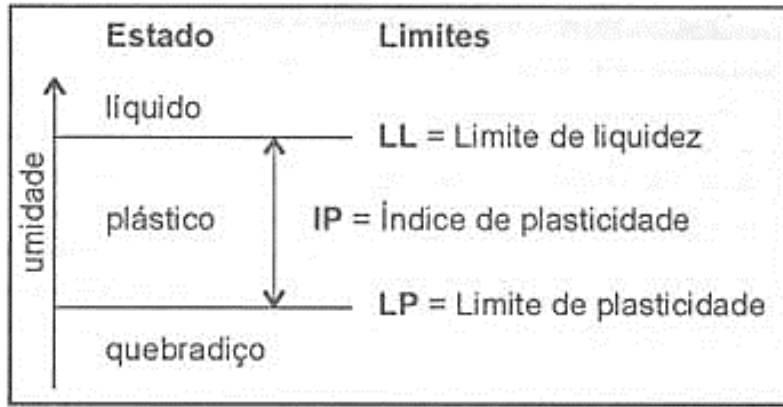


Figura 33. Límites de Atterberg
 Recuperado de Mecánica de Suelos – Lambe y Whitman 1969

2.2.11.1.4.1 Límite líquido

Definición:

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulgada) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. (MTC-E-110, 2016)

Equipos:

- Recipiente para almacenaje.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).

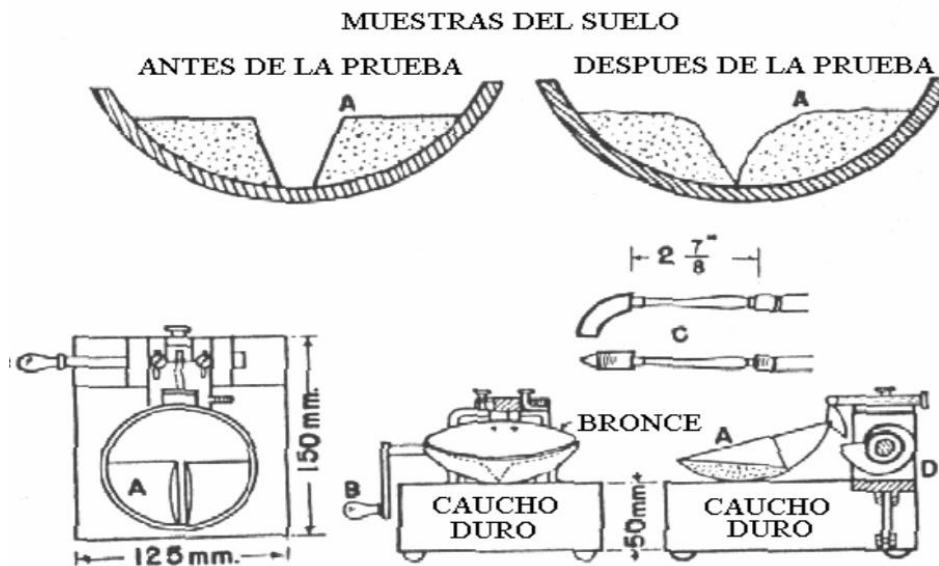


Figura 34. Secciones del Aparato de Límite Líquido
 Recuperado de Valle Rodas R., 1982

**Procedimiento:**

- Colocar una porción de suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido.
- Verificar que no existen restos de suelos por debajo de la copa. Levantar y soltar girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades estén en contacto en la base de la ranura a una longitud de 13 mm (1/2 pulgada).
- Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura.
- Una de estas pruebas se realizara para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 a 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- Determinar el contenido de humedad, Wn, del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339,127.

Calculo:

- Multipunto: representa el contenido de humedad Wn y el número de golpes correspondientes N.
- Un punto: determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = Wn \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{ó} \quad LL = kWn$$

Donde:

N : Número de golpes requeridos para cerrar la ranura en el contenido de humedad.

Wn : Contenido de humedad del suelo.

K : Factor dado en la tabla 3.

Tabla 3: Factor para Limite Liquido

N (Numero de golpes)	K (factor para limite liquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Nota. Recuperado de Manual de ensayos de materiales MTC E 110

2.2.11.1.4.2 Limite plástico

Definición:

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3.2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.

Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de los suelos y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción. El límite líquido, límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos son extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

Los plásticos de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2 mm para determinar su número de actividad. (MTC-E-111, 2016).

Procedimiento:

- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a realizar un elipsoide y a repetir el proceso, cuantas

veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

- El desmoronamiento puede presentarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.
- Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 gr de suelo y se determina la humedad de acuerdo a la Norma MTC E 108.
- Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso ya antes mencionado.

Calculo:

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad, repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 6 para la precisión de un operador.

Tabla 4: Índice de Precisión para Limite Plástico

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Limite Plástico	0,9	2,6
Precisión Multilaboratorio		
Limite Plástico	3,7	10,6

Nota. Recuperado de Manual de ensayos de materiales MTC E 111

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Limite PLastico} = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

2.2.11.1.4.3 Índice de plasticidad

Calculo:

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L. : Límite líquido (numero entero).

L.P. : Límite plástico (numero entero).

Cuando el límite líquido o el límite plástico no pueden determinarse, el índice de plasticidad se informara con la abreviatura NP (no plástico).

Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

2.2.11.1.5 Clasificación de suelos

La determinación y cuantificación de las diferentes propiedades del suelo, tienen como objetivo el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus características físicas y sus propiedades geomecánicas. A partir de las propiedades de sencilla determinación; Normalmente es suficiente con conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico. (BAÑÓN BLASQUEZ & BEVIA GARCIA, 2000).

A. Casagrande modificada

Fue Casagrande quien en 1942 ideó este sistema genérico de clasificación de suelos, que fue empleado por el cuerpo de ingenieros de EEUU para la construcción de pistas de aterrizaje en la segunda guerra mundial. Diez años más tarde, y vista de su gran utilidad de este sistema de ingeniería civil, fue íntegramente modificada por Bureau of Reclamation, naciendo el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS); este sistema fue adoptado por el ASTM (american society testing materials) como parte de sus métodos Normalizados. Dicha clasificación se vale de unos símbolos de grupo, consistente en un prefijo que designa composición del suelo y un sufijo que matiza sus propiedades. (BAÑÓN BLASQUEZ & BEVIA GARCIA, 2000).

Tabla 5: Símbolo de Grupos (SUCS)

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUB GRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Nota. Recuperado de "Fundamentos de ingeniería geotécnica" de Brajadas M. (2001).

Tabla 6: *Tipología de Suelos (SUCS)*

SÍMBOLO	Características Generales		
GW	GRAVAS (<50% en el Tamiz #4 ASTM)	Limpias	Bien graduadas
GP		(Finos <5%)	Pobrementemente graduadas
GM		Con finos	Componente limoso
GC		(Fino >12%)	Componente arcilloso
SW	ARENAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias	Bien graduadas
SP		(<5%)	Pobrementemente graduadas
SM		Con fino	Componente limoso
SC		(Finos >12%)	Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad	(LL<50)
MH		Alta plasticidad	(LL>50)
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad	(LL<50)
CH		Alta plasticidad	(LL>50)
OL	SUELOS	Baja plasticidad	(LL<50)
OH	ORGÁNICOS	Alta plasticidad	(LL>50)
Pt	TURBA	Suelos totalmente orgánicos	

Nota. Recuperado de Fundamentos de Ingeniería Geotécnica” de Brajadas M. (2001).

Como se puede apreciar en la tabla anterior, existe una clara distinción entre tres grandes grupos de suelos:

- Suelo grano grueso: formados por gravas y arenas con menos del 50% de contenido de finos, empleando el tamiz 0.080 UNE (#200 ASTM).
- Grano fino: formados con suelos con al menos 50% de contenido de limos y arcillas.
- Suelos orgánicos: constituidos principalmente por materia orgánica. Son inservibles como terreno de cimentación. Así mismo, dentro de una tipología expuesta pueden existir casos muestras de suelo grano fino, Casagrande consigue ubicarlos en un diagrama que relaciona el limite liquido (LL) con el índice de plasticidad (IP). Este diagrama conocido como carta de Casagrande intermedios, empleándose una doble nomenclatura. Tras un estudio experimental de diferentes de los tipos de suelos cohesivos, destacan dos grandes líneas que actúan a modo de limites
 - Línea A: $IP = 0.73*(LL-20)$
 - Línea B: $LL = 50$ (BAÑON BLASQUEZ & BEVIA GARCIA, 2000).

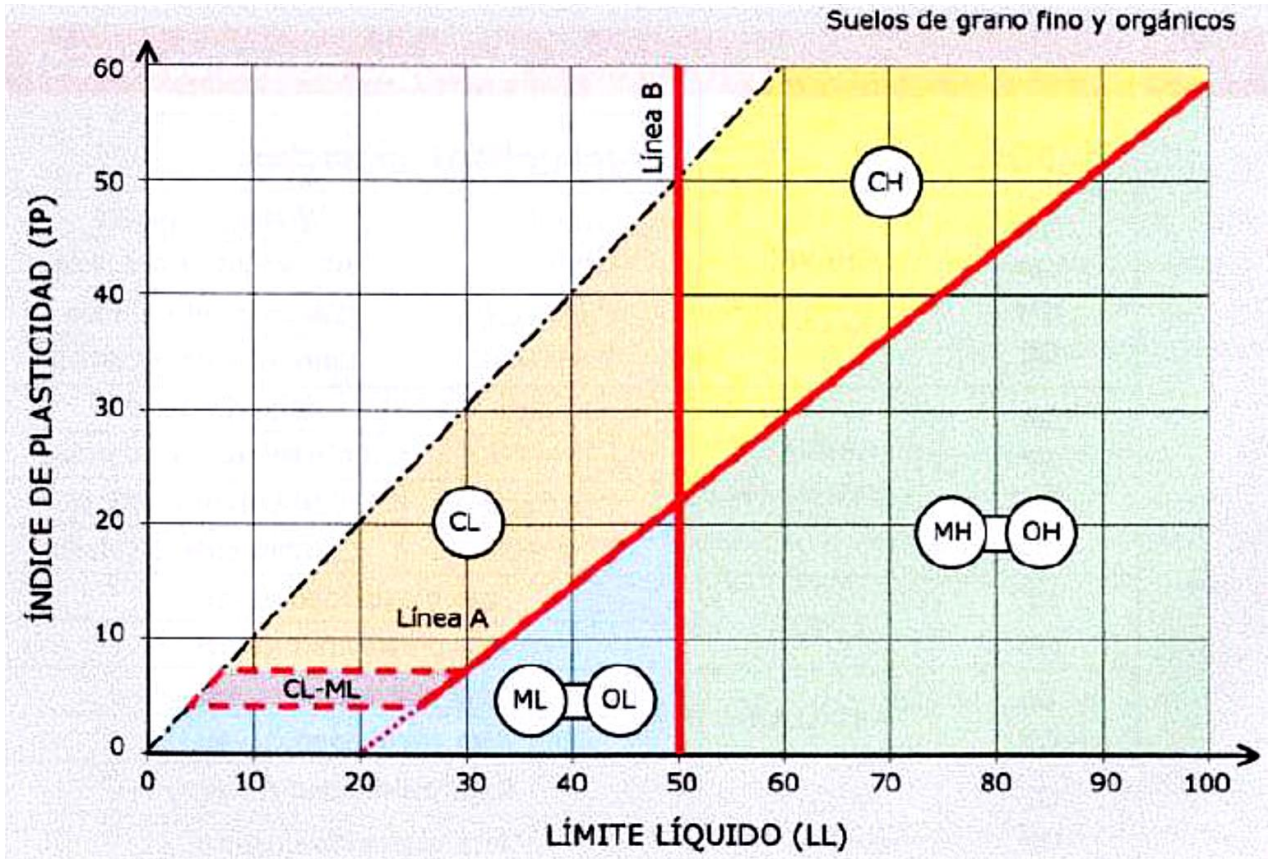


Figura 35. Carta de Casagrande para Suelos de Grano Fino
Recuperado de Manual de Carreteras” Bañón Blázquez & Bevia García 2000

DIVISIONES PRINCIPALES		Simbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
		Gravas limosas	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.
	ARENAS	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.	Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$.
		Arenas limosas	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$.
	SUELOS DE GRANO FINO	Límite líquido menor de 50	Limos y arcillas:	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limos o arcillosos, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
			Arenas con finos	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
			Arenas con finos	OL	arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.	
			Limos y arcillas:	MH	limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.	

Figura 36. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Recuperado de Geotecnia – Unidad IV – Ing Dante Bosh

La clasificación de Casagrande tiene un carácter genérico, empleándose en todo tipo de obra de ingeniería civil dada su versatilidad y sencillez. Sin embargo, esta clasificación puede quedarse corta a la hora de estudiar determinadas propiedades específicas que debe tener un suelo para ser considerado apto para carreteras. Para ello existe una serie de clasificación específica para los suelos empleados en construcción de infraestructura viales como es el AASHTO. (BAÑÓN BLASQUEZ & BEVIA GARCIA, 2000).

B. Sistema AASHTO

Este sistema clasifica el material según los granos finos granos gruesos los cuales consideran 8 tipos de suelos enumerado en números arábigos desde el número 1 hasta el 8 y usan como prefijo la letra A. este sistema es más usado en carreteras. Este sistema usa una tabla para seleccionar el material según su granulometría, límite líquido e índice de plasticidad. Se muestra a continuación. (BRAJA, 2001)

Tabla 7: Clasificación de Material Granular AASHTO

DIVISION GENERAL	Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)							Materiales Limo - arcillosos (mas del 35% por el tamiz ASTM #200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
GRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Subgrupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
ANALISIS GRANULOMETRICO (% que pasa por cada tamiz)												
Serie ASTM	# 10	≤ 50										
	# 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
	# 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fraccion de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)												
Limite liquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	> 41	> 41
Indice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
INDICE DE GRUPO	0		0	0		≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20	≤ 20	
TIPOLOGIA	fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA					ACEPTABLE A MALA						

Nota. Recuperado de Principios de Ingeniería de Cimentaciones – Baja M. D. (2006)

2.2.11.2 Ensayos de análisis de mucilago de Gigantón

2.2.11.2.1 Ensayo de viscosidad

Cálculo y procedimiento:

Para este ensayo se realizó un método muy sencillo, para el cual utilizaremos estas fórmulas:

$$Dm = \frac{m}{vol}$$

Donde:

Dm : Densidad (kg/m³)

M : Masa (kg)

Vol : Volumen (m³)

Hallamos la densidad de la canica, para ello, primero calculamos el volumen mediante la siguiente formula:

$$vol = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Donde:

Vol : Volumen (m³)

π : 3.14

r : Radio de la canica (m³)

Teniendo estos valores reemplazamos en la fórmula de densidad para halla la densidad de las canica.

Una vez con todos los datos, hallamos las velocidades, con la siguiente formula:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V : Velocidad

d : Distancia (m)

t : Tiempo

Para ello necesitaremos u n vaso de cristal donde colocaremos el líquido viscoso (500ml).



Figura 37. Vaso de Fluido

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zhi0I-hLmo4&t=111s>

Debemos soltar la canica a una altura que debemos medir y tomar el tiempo en el que la canica choca con la base.



Figura 38. Cronometro

Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=zhi0I-hLmo4&t=111s>

Una vez hallado el tiempo reemplazamos en a formula de la velocidad.

Con todos los datos obtenidos reemplazamos en la fórmula de viscosidad:

$$\text{Viscosidad} = \left(\frac{2 \times (D_{\text{canica}} \times D_{\text{mucilago}}) \times g \times r^2}{9 \times V} \right)$$

Donde:

D_{canica} : Densidad de la canica (kg/m³)

D_{mucilago} : Densidad del mucilago (kg/m³)

g : Gravedad (m/s²)

r : Radio de la canica (m)

V : Velocidad (m/s) (STOKES, 2007).

2.2.11.3 Ensayo de análisis para unidades de adobe

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, alabeo, absorción de agua y succión de agua se regirán el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. (NORMA TECNICA E-0.70, 2006).

2.2.11.3.1 Variación dimensional

El ensayo de Variación dimensional consiste en observar si los bloques presentan dimensiones que varían ligeramente respecto a las dimensiones nominales, es decir medir cada espécimen, el largo, ancho y alto, con la precisión de 1 mm, cada medida se obtendrá como promedio de las cuatro medidas entre los puntos medios de los bordes terminales de cada cara. (ABANTO FLORES & AKARLEY POMA, 2014).

La variación dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

$$\% V = \frac{\delta}{P}$$

Donde:

$\% V$: Variación de dimensión en porcentaje

δ : Desviación estándar

P : Promedio. (NTP 399.613).

2.2.11.3.2 Alabeo

El alabeo presente en las unidades que conforman un muro, pueden causar que las juntas horizontales presenten vacíos en el ancho del muro, y esto conlleva a una menor adherencia entre el mortero y la unidad.

En este ensayo, se busca comprobar cuan cóncavo o convexo es la unidad. El mayor alabeo (concavidad o convexidad) conduce a un mayor espesor de la junta; así mismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión de la unidad.

Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.

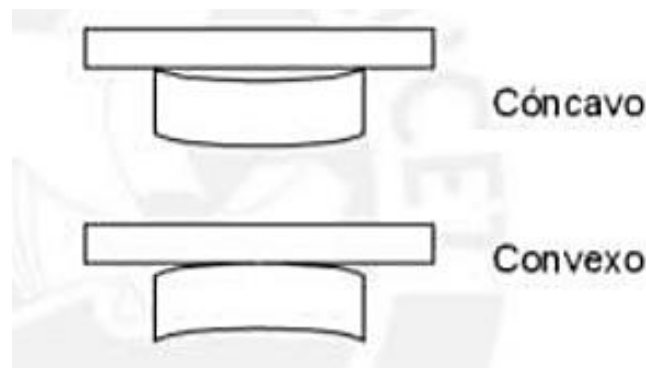


Figura 39. Tipo de Alabeo
Recuperado de Compresion y erosion de ladrillo – Cerna Jamanca

Procedimiento:

Según el alabeo se presenta como concavidad o convexidad, seguir el procedimiento que para cada caso se detalla a continuación en a dos caras mayores de la unidad.

- Medición de concavidad: Se coloca el borde recto de una regla ya sea longitudinalmente o sobre una diagonal de una de las caras mayores de la unidad. Se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima. Se efectúa con la precisión de 1 mm y se registra el valor obtenido.

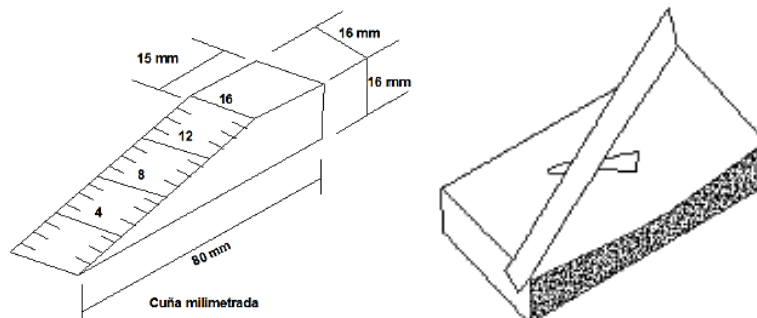


Figura 40. Medición Cóncava
Recuperado de Compresion y erosion de ladrillo – Cerna Jamanca

- Medición de convexidad: Se coloca al borde recto de la regla sea sobre una diagonal o bien sobre dos aristas opuestas de una de las caras mayores de la unidad. Se introduce en cada vértice una cuña y se busca el punto de apoyo de la regla sobre la diagonal, para el cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida.

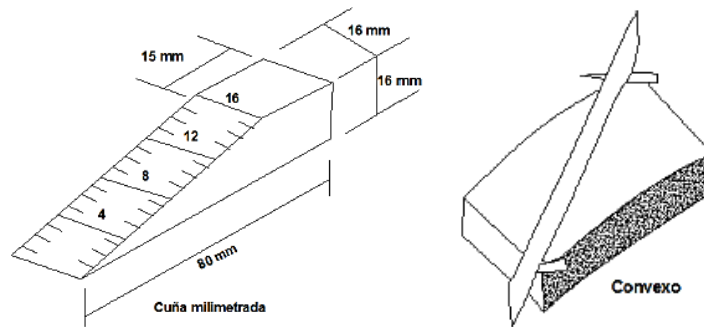


Figura 41. Medición Convexa
Recuperado de Compresion y erosion de ladrillo – Cerna Jamanca

Calculo:

Se indica el promedio de los valores correspondientes a concavidad y/o convexidad obtenidos en milímetros enteros.

2.2.11.3.3 Absorción de agua

Definición:

La prueba de Absorción en unidades de albañilería, están basadas en NTP 399.604 y 399.613. unidades de albañilería, obtendremos un índice que nos ha de reflejar la capacidad de absorción de agua de los especímenes de prueba durante 24 horas de inmersión continua en agua, el objetivo es conocer la capacidad de absorción de las muestras ensayadas cuando han de alcanzar su estado de saturación. (CABRERA ARIAS & HUAYNATE GRANADOS, 2010)

Procedimiento y cálculo:

Los especímenes de prueba son sometidos al pesado en una balanza electrónica antes y después de la prueba de absorción para registrar el peso seco del espécimen y el peso de agua en estado de saturación.

Se procede a secar el agua superficial de las muestras de adobe con un paño. Las muestras de las unidades de adobe se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados de la prueba de absorción de agua.

$$\text{Absorción \%} = 100 \times \frac{(W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

W_s : Peso del espécimen saturado

W_d : Peso seco del espécimen

Después de la inmersión en agua fría durante 24 horas. Finalmente se calcula el promedio de absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0.001 %. (ENCISO PERALTA, 2015)

2.2.11.3.4 Succión de agua

Definición:

La prueba de laboratorio de succión en unidades de albañilería, está basada en la NTP 399.613 unidades de albañilería, es la velocidad inicial con la que el ladrillo absorbe agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm^2 de superficie puesta en contacto con el agua por un minuto, que mide la capacidad de imbibición de agua por capilaridad mediante inmersión parcial del ladrillo en un periodo corto de tiempo, es decir es la cantidad de agua que puede ascender por tención capilar en una pieza de ladrillo, teniendo la prueba de sección por objetivo obtener el índice de absorción temprana del espécimen de prueba; la cantidad de agua que la unidad de adobe puede absorber en un periodo mormado de $1 \text{ min} \pm 1$ segundo.

Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de motero unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

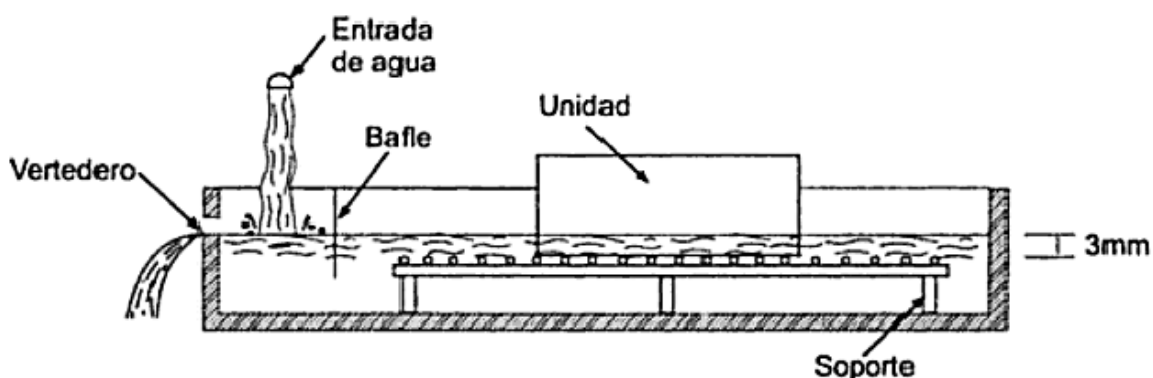


Figura 42. Ensayo de Succión de Agua
Recuperado de Albañilería Estructural, Héctor Gallegos

Calculo:

$$\text{Succión} = \frac{(P_{su} - P_{se}) \times 200}{A}$$

Donde:

P_{su} : Peso de unidad en succión

P_{se} : Peso de unidad en seco

A : Área de contacto de la unidad (NORMA TECNICA E-080, 2017)

2.2.11.3.5 Resistencia a la compresión

2.2.11.3.5.1 Esfuerzos admisibles del adobe

Definición:

La resistencia a la compresión de la unidad se determinara en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 06 cubos, definiéndose la resistencia ultima (fo) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de (fo) mínimo aceptable de 10.2 kg/cm².

El esfuerzo de compresión es la resultante de las presiones que existe dentro de un sólido deformable, en nuestro caso el sólido deformable va a ser el adobe, o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección.

Las fuerzas que se les aplica al adobe serán por las caras de mayor área que son la cara inferior y cara superior de descanso, estas fuerzas las volveremos distribuidas cuando sobre estas dos caras del adobe se les ponga placas de acero como de muestra.

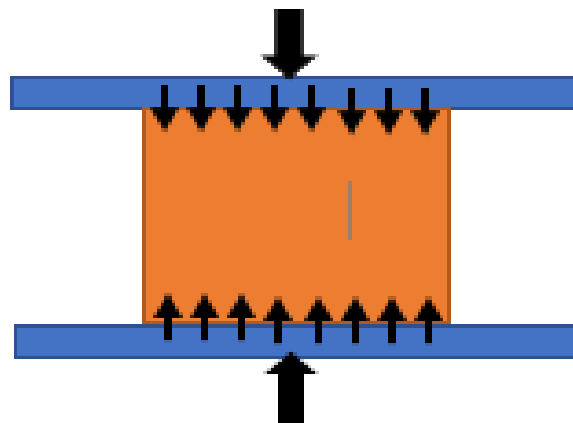


Figura 43. Compresión sobre la Unidad de Albañilería Recuperado de Albañilería Estructural, Héctor Gallegos



Las fuerzas que se le aplica en las caras de descanso del adobe harán que falle a compresión el adobe.

Calculo:

La resistencia a la compresión en unidades de adobe (f_o) se determina dividiendo la carga de rotura (F) entre el área bruta (A) de la unidad cuando esta es sólida o tubular y el área neta ($A =$ cuando es hueca o perforada); la Norma peruana, sin embargo, considera siempre como divisor el área bruta para evitar errores y poder comparar valores de resistencia directamente.

Así, se obtiene el valor:

$$f_o = \frac{F}{A}$$

Donde:

f_o : Fuerza a compresión del adobe (kgf/cm²).

F : Fuerza de rotura (kg-f)

A : Área bruta (cm²)

2.2.11.3.6 Ensayo de erosión acelerada Swinburne (SAET)

Definición:

Con este ensayo lo que se pretende estudiar es el comportamiento de las unidades de adobes a la erosión de su superficie ocasionada por el contacto continuo de gotas de agua en una de las caras de las unidades de adobes, simulando las consecuencias de una lluvia fuerte y prolongada. De esta forma se podría comparar los resultados en cada uno de los casos, verificando cuál de las unidades de adobe resultaba más erosionable.

Para el diseño de este ensayo, se tuvo como guía los establecido en la UNE 41410:2008, lo que de tierra comprimida para muros y tabiques. Basado en el ensayo de erosión acelerada de Swinburne Accelerate Erosion Test (SAET) diseñad por la Universidad Tecnológica de Swinburne, Australia. (MOSQUERA GONZALES , 2016)

Equipo:

Las herramientas y materiales utilizados en la construcción del equipo se describen a continuación:

- Madera de 1 pulgada de espesor: Se utilizó para la construcción de las bases del tanque de almacenamiento y soporte de colocación del adobe a ensayar.



- Tubería PVC: Se utilizó para la construcción del tanque de almacenamiento, de cuatro pulgadas de diámetro, y como medio de conexión de entrada y rebose del mismo, de 0,5 pulgadas de diámetro.
- Mangueras: Se utilizó como medio de conexión de entrada del fluido al tanque de almacenamiento y como un medio de rebose del mismo tanque.
- Conexiones de PVC: Utilizados para conectar la tubería de entrada y rebose al tanque de almacenamiento.
- Estructura metálica: Utilizado como marco de soporte del equipo a utilizar en el ensayo para sostener la tubería de almacenamiento.
- Hule: Reciclado de neumático de vehículo. Con el que se elaboraron los empaques que se coloca en la entrada y rebose del tanque de almacenamiento, con el fin de asegurar la colocación de los accesorios en dichos puntos. Así también, evitar la salida de fluido por los mismos.
- Sorbete: Sorbete de 10 cm de largo y 5 mm de diámetro. Utilizado como salida del fluido del tanque de almacenamiento.
- Tapón PVC de 4 pulgadas: Tapón PVC para la parte superior e inferior de la tubería de 4". El tapón PVC se utilizó como fondo de dicho tanque.
- Pegamento: Se utilizó pegamento para tubería de PVC para la unión de la tubería de entrada y rebose.

Procedimiento:

Consiste en liberar una pequeña corriente de agua durante 10 minutos a través de un tubo de 5 mm de diámetro interior, desde un depósito cuyo nivel se mantiene de forma constante a 1500 mm de altura del espécimen que se encuentra inclinado a 27°. (MIDDLETON, 1897).

La profundidad del hoyo producto del goteo, se medirá con una varilla de 3 mm de diámetro.

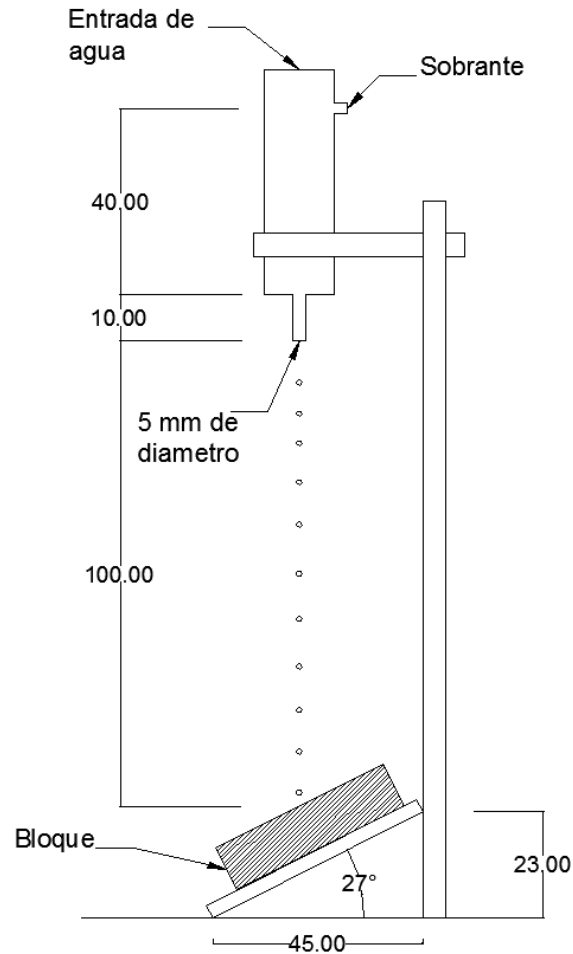


Figura 44. Ensayo de Erosión

Recuperado de Norma UNE 41410:2008, Bloque de Tierra Comprimida para Muros y Tabique

2.3 Hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

La variación en las magnitudes de las propiedades físico - mecánicas del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón fabricado según la Norma E-080 será favorable respecto a las magnitudes de las propiedades físico - mecánicas del adobe tradicional del distrito de San Jerónimo de la Región del Cusco.

2.3.2 Sub Hipótesis

Sub hipótesis N° 1.- La dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá la mejor resistencia a compresión, será aquel adobe estabilizado con 15% de Cemento y 9% de Mucilago de Gigantón.



Sub hipótesis N° 2.- La dosificación del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá menor valor de erosión, será aquel adobe estabilizado con 15% de Cemento y 9% de Mucilago de Gigantón.

Sub hipótesis N° 3.- El porcentaje de la adición ideal en la estabilización de adobe con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá menor variación dimensional será el adobe estabilizado con 15% de Cemento y 7% de Mucilago de Gigantón.

Sub hipótesis N° 4.- La dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá menor valor en el índice de succión agua, será aquel adobe estabilizado con 15% de Cemento y 7% de Mucilago de Gigantón.

Sub hipótesis N° 5.- La dosificación ideal del adobe estabilizado con Cemento y Mucilago de Gigantón con la que se obtendrá menor porcentaje de absorción de agua, será aquel adobe estabilizado con 15% de Cemento y 7% de Mucilago de Gigantón.

2.4 Definición de variables

2.4.1 Variables independientes

- Adobe estabilizado con cemento y mucilago de gigantón:

Se puede decir que la estabilización del adobe es un proceso que mejora la calidad, actuando sobre alguna de sus propiedades, siendo los estabilizantes el Cemento portland IP y el Mucilago de Gigantón

2.4.1.1 Indicadores de variables independientes

- Porcentaje de cemento (%) respecto al peso de una unidad de adobe.
- Porcentaje de mucilago de gigantón (%) respecto al peso de una unidad de adobe.

2.4.2 Variables dependientes

- Propiedades mecánicas:

Describe el comportamiento de la unidad de adobe al ser aplicado por una fuerza de compresión y erosión para poder determinar su dureza y ductilidad.

- Propiedades físicas:

Son las características visibles y propias de una unidad de adobe que pueden ser medidas.

2.4.2.1 Indicadores de variables dependientes

- Propiedades Mecánicas.



- Resistencia a la compresión
 - Esfuerzo de compresión: f_0 (kg/cm²).
- Ensayo de erosión por caída de agua.
 - Profundidad de oquedad (mm).
- Propiedades Físicas.
 - Variación dimensional y alabeo
 - Largo (cm), ancho (cm), alto (cm).
 - Succión de agua
 - Índice de succión (gr/min/cm²).
 - Absorción de agua.
 - Porcentaje de absorción (%).



2.4.3 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 8: Cuadro de Operacionalización de Variables

Tipo de Variable	Variables	Descripción de la Variable	Nivel	Indicadores	Und	Instrumentos	
Independiente	Adobe Estabilizado	Se puede decir que la estabilización del adobe es un proceso que mejora la calidad, actuando sobre alguna de sus propiedades, siendo los estabilizantes el Cemento portland IP y el Mucilago de gigantón	Adición del porcentaje de Cemento Portland IP	Peso del 10% de Cemento Portland IP	kg	*NTP 334.009	
				Peso del 15% de Cemento Portland IP	kg	*Guías de Laboratorio	
			Adición del porcentaje de Mucilago de Gigantón	Peso del 7% de Mucilago de Gigantón	kg	*Guías de Laboratorio	
				Peso del 9% de Mucilago de Gigantón	kg	*Fichas y formatos de campo	
Dependiente	Propiedades Mecánicas	Describe el comportamiento de la unidad de adobe al ser aplicado por una fuerza de compresión y erosión para poder determinar su dureza y ductilidad.	Resistencia a la compresión en unidades de adobe	Fuerza	kg	*Norma E-0.80	
				Área	cm2	*NTP 313.202 *Guías de Laboratorio	
	Propiedades Físicas	Son las características visibles y propias de una unidad de adobe que pueden ser medidas.	Erosión acelerada de Swinburne (SAET)	Profundidad de oquedad		mm	*Norma Española UNE 41410 *Guías de Laboratorio *Fichas y formatos de campo
					Variación dimensional (%V. D.)	Variación de Largo	cm
			Variación de Ancho	cm			
			Variación de Alto	cm			
			Alabeo	Cóncavo	mm		
				Convexo	mm		
			Absorción de agua	Peso en estado seco	kg	*Norma E-0.70 *NTP 399.613 *NTP 399.604 *Guías de Laboratorio	
				Peso en estado húmedo	kg		
			Succión de agua	Peso en estado seco	kg	*Norma E-0.70 *NTP 399.613 *Guías de Laboratorio	
				Peso en estado húmedo	kg		
Área	cm2						



CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Metodología de la investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

Según (HERNADEZ SAMPIERI, 2010), la investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se realizó una medición numérica de las propiedades físicas y mecánicas de adobes tradicionales y adobes estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón, siguiendo una secuencia en los procedimientos de los ensayos realizados en el laboratorio de suelos, materiales, concreto y asfalto de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, de donde se recopiló datos numéricos para comprobar la hipótesis planteada.

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación

Según (HERNADEZ SAMPIERI, 2010), la investigación es considerada con un nivel descriptivo con implicancias correlacionales:

Descriptivo: Porque describe el comportamiento que presentan las unidades de adobes tradicionales y las unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón sometidas a ensayos en el laboratorio de suelos, materiales, concreto y asfalto de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco, estableciendo una relación de conceptos y datos entre las unidades de adobes tradicionales y las unidades de adobes estabilizados con Cemento y Mucilago de Gigantón, explicando procedimientos y resultados para proponer nuevas unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón en la Región de Cusco.

Correlacional: Porque se busca mediar la influencia de las magnitudes de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón, para el uso de construcciones de la Región de Cusco, por lo que se buscará mostrar que en las unidades de adobes estabilizadas existe una relación en el incremento de Cemento y el incremento de la magnitud de la resistencia a la compresión y una disminución en la magnitud de resistencia a la erosión, absorción y succión de agua al adicionar Mucilago de Gigantón.

3.1.3 Método de investigación

Según el método de investigación es hipotético - deductivo, esto consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar los datos disponibles adquiridos experimentalmente y realizando una serie de pasos

correlacionales el cual nos permitirá deducir la relación entre las variables que permitan demostrar la hipótesis. (CEGARRA SANCHEZ, 2012).

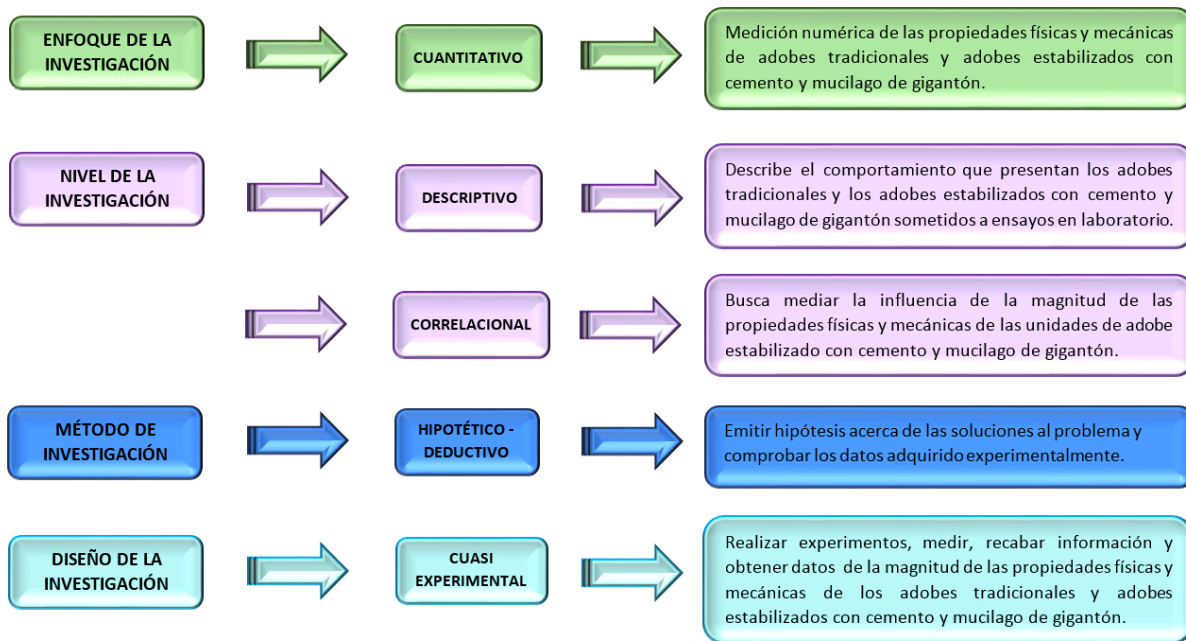


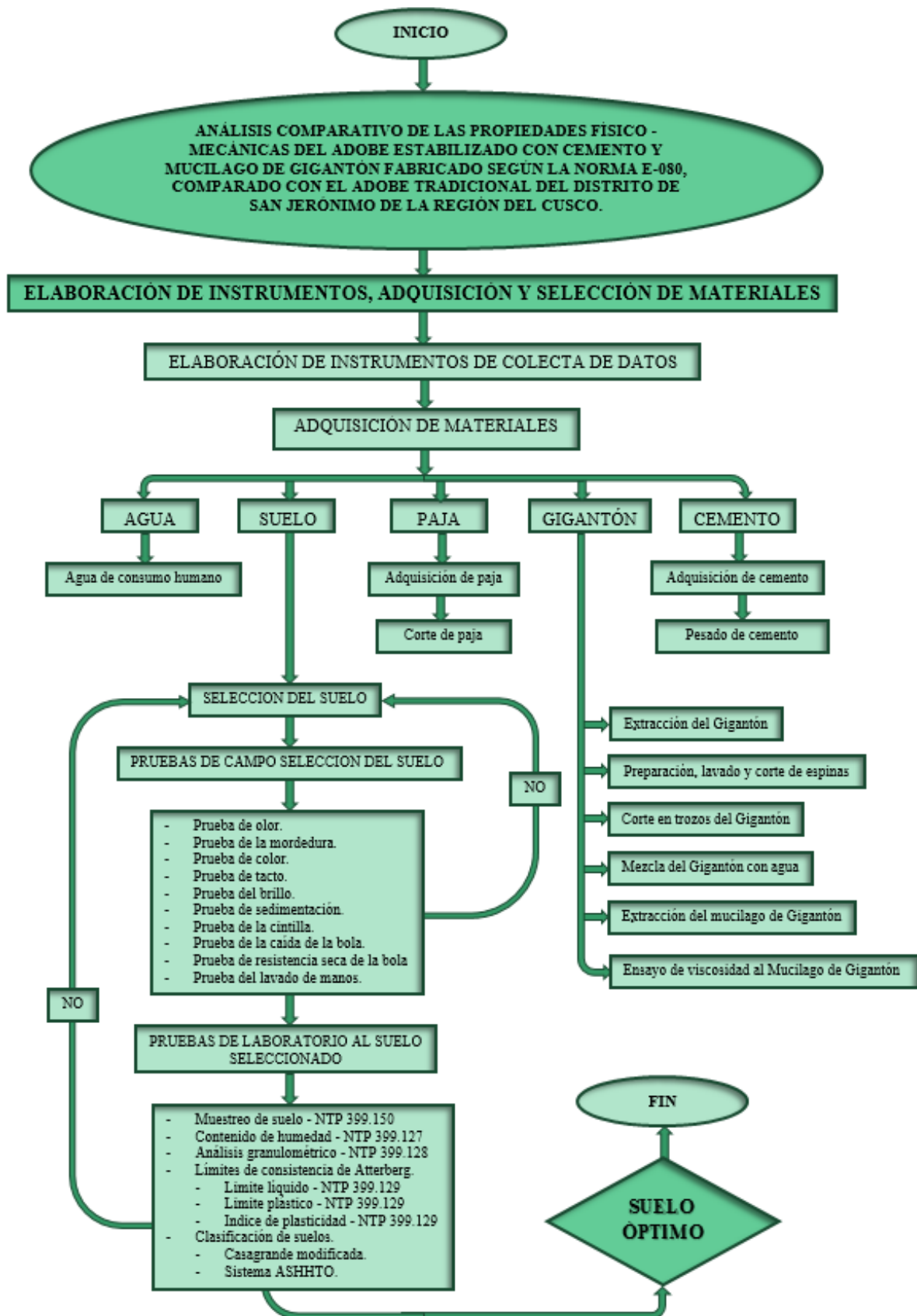
Figura 45. Metodología de la Investigación

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Diseño metodológico

Según (HERNADEZ SAMPIERI, 2010), la investigación presenta un diseño metodológico cuasi-experimental, porque se realizan experimentos metodológicos y técnicos en la magnitud de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de adobes tradicionales y las unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón con la intención de manipular la dosificación que presentan los adobes tradicionales y los adobes estabilizados, controlar y validar los ensayos realizados en el laboratorio de suelos, materiales, concreto y asfalto de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco; para recabar información y obtener datos necesarios que posteriormente serán comparados entre las unidades de adobes tradicionales y las unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón.

3.2.2 Diseño de ingeniería



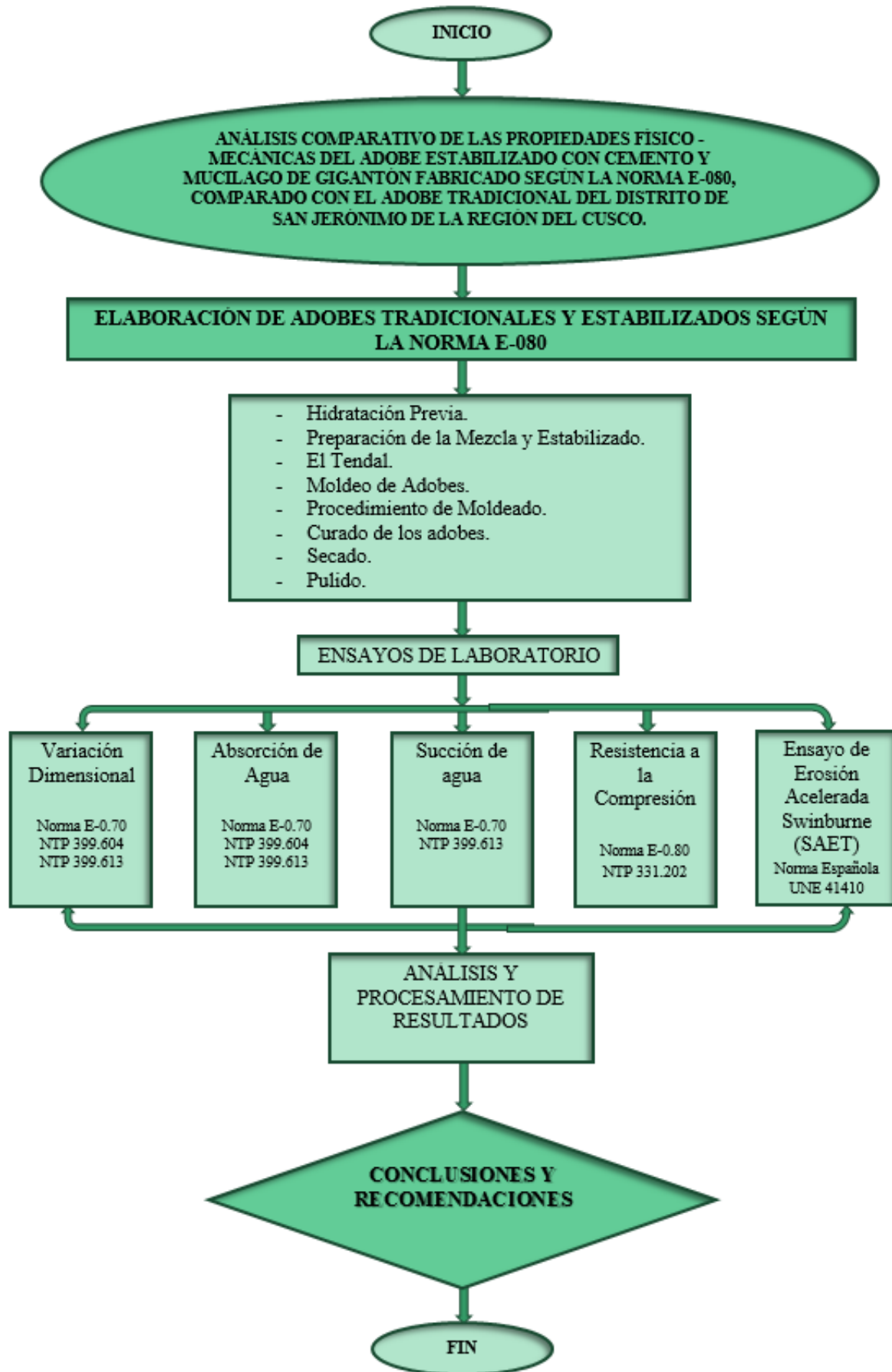


Figura 46. Diseño de Ingeniería



3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

3.3.1.1 Descripción de la población

La población la define el objetivo o propósito central del estudio, la población constituye un conjunto de elementos que forma parte del grupo de estudio, por tanto, se refiere a todos los elementos que en forma individual puede ser cobijado en la investigación. (RAMIREZ, 2005).

En la investigación la población está determinada por adobes elaborados de acuerdo a la Norma E-0.80 de dimensiones 40x20x10 cm constituido por suelo, paja, agua y estabilizado con Cemento al 10% y 15% y Mucilago de Gigantón al 7% y 9%.

3.3.1.2 Cuantificación de la población

La población consta de 200 adobes entre tradicionales y estabilizados con Cemento al 10% y 15%, Mucilago de Gigantón al 7% y 9% y elaborados según la Norma E-0.80.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Descripción de la muestra

La muestra consiste en un grupo reducido de elementos en dicha población a la cual se evalúa características particulares, aunque no siempre con el propósito de inferir tales características a toda la población. En estos casos hablamos de muestras representativas y los elementos que la componen son tomados al azar muestreos aleatorios simples, estratificado aleatorio, sistemático con inicio aleatorio u otros, en el muestreo aleatorio todos los elementos tiene las mismas probabilidades de ser incluido en la muestra. (RAMIREZ, 2005).

En la investigación la muestra está determinada por adobes elaborados de acuerdo a la Norma E-0.80 de dimensiones 40x20x10 cm constituido por suelo, paja, agua y estabilizados con Cemento al 10% y 15%, y Mucilago de Gigantón al 7% y 9% coincidentemente igual que la población de 200 unidades de adobes.

3.3.2.2 Cuantificación de la muestra

La muestra tiene un total de 200 unidades de adobes agrupados en 5 grupos, 4 grupos según la combinación de porcentajes y 1 grupo de unidades sin estabilizar conformados por 40 unidades cada grupo, como se muestra a continuación:

Tabla 9: Cuantificación de la Muestra

Unidades de Adobe	Ensayos	Variación Dimensional	Absorción de agua	Succión de agua	Resistencia a la compresión			Erosion acelerada de Swinburne (SAET)			TOTAL	
	Días	30	30	30	7	15	30	7	15	30		
1	Adobe Tradicional		4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
2	Adobe Estabilizado	Cemento 10%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
		Mucilago 7%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
3		Cemento 10%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
		Mucilago 9%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
4		Cemento 15%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
		Mucilago 7%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40
5	Cemento 15%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40	
	Mucilago 9%	4	6	6	4	4	4	4	4	4	40	
											200	

3.3.2.3 Método de muestreo

La investigación utiliza el método de muestreo por conveniencia (no probabilístico), para la selección de las muestras no se utilizan formulas estadísticas debido a que los investigadores fabrican sus elementos muestrales donde el número de población es igual al número de la muestra. (HERNANDEZ SAMPIERI, 2010).

3.3.2.4 Criterios de evaluación de la muestra

- 04 Unidades de adobe tradicional para el ensayo de Variación Dimensional regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe tradicional para el ensayo de Absorción de agua regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe tradicional para el ensayo de Succión de agua regido por la NTP 399.613.
- 12 Unidades de adobe tradicional para el ensayo de Resistencia a la Compresión regido por la Norma E-0.80 y NTP 331.202.
- 12 Unidades de adobe tradicional para el ensayo de Erosión acelerada Swinburne regido por la Norma Española UNE 41410.
- 04 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Variación Dimensional regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Absorción de agua regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Succión de agua regido por la NTP 399.613.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Resistencia a la Compresión regido por la Norma E-0.80 y NTP 331.202.



- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Erosión acelerada Swinburne regido por la Norma Española UNE 41410.
- 04 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Variación Dimensional regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Absorción de agua regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Succión de agua regido por la NTP 399.613.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Resistencia a la Compresión regido por la Norma E-0.80 y NTP 331.202.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 10% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Erosión acelerada Swinburne regido por la Norma Española UNE 41410.
- 04 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Variación Dimensional regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Absorción de agua regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Succión de agua regido por la NTP 399.613.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Resistencia a la Compresión regido por la Norma E-0.80 y NTP 331.202.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 7% para el ensayo de Erosión acelerada Swinburne regido por la Norma Española UNE 41410.
- 04 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Variación Dimensional regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Absorción de agua regido por la NTP 399.613 y 399.604.
- 06 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Succión de agua regido por la NTP 399.613.



- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Resistencia a la Compresión regido por la Norma E-0.80 y NTP 331.202.
- 12 Unidades de adobe estabilizado con cemento al 15% y mucilago de gigantón al 9% para el ensayo de Erosión acelerada Swinburne regido por la Norma Española UNE 41410.

3.3.3 Criterios de inclusión

En la investigación no se requiere criterios de inclusión ya que la muestra es de tipo censal y coincidente absolutamente con la población.

Las unidades de adobes a ser evaluadas tienen las siguientes características:

- Se analizó unidades de adobes tradicionales del sector adoberos del distrito de San Jerónimo.
- Se analizó unidades de adobes estabilizadas con Cemento y Mucilago de Gigantón.
- Las unidades de adobes fueron elaboradas según la Norma E-0.80
- Las unidades de adobes fueron de dimensiones 40x20x10cm.
- Las unidades de adobes fueron elaboradas con agua potable de la red pública.
- Las unidades de adobes fueron elaboradas con paja de la zona de Piñipampa.
- Las unidades de adobes fueron estabilizadas con Cemento Portland tipo IP
- Las unidades de adobes fueron estabilizadas con Mucilago de Gigantón de la provincia de Calca con un reposo en agua durante 7 días.
- Las evaluaciones a las unidades de adobes tradicionales y a las unidades de adobes estabilizadas fueron de: variación dimensional, absorción y succión de agua a las 30 días de su moldeado
- Las evaluaciones a las unidades de adobes tradicionales y a las unidades de adobes estabilizadas fueron de: resistencia a la compresión y resistencia a la erosión a los 7, 15 y 30 días de su moldeado.
- Para el ensayo de resistencia a la compresión se evaluaron cubos de 10 cm de arista de las unidades de adobes tradicionales y de las unidades de adobes estabilizadas regido por la Norma E-0.80.
- Las evaluaciones a las unidades de adobes tradicionales y a las unidades de adobes estabilizadas se realizaron bajo las mismas condiciones ambientales (temperatura, humedad).





3.4 Instrumentos

3.4.1 Instrumentos de recolección de datos

- Encuestas para:
 - Características del suelo y elaboración de Adobes tradicionales.
- Guías de observación para:
 - Mucilago de Gigantón.
 - Viscosidad.
- Guías de observación en campo para el Suelo:
 - Prueba de Olor.
 - Prueba de la Mordedura.
 - Prueba del Color.
 - Prueba del Tacto.
 - Prueba del Brillo.
 - Prueba de Sedimentación.
 - Prueba de la Cintilla.
 - Prueba de la caída de la bola.
 - Prueba de la resistencia seca de la bola.
 - Prueba de lavado de manos.
- Guías de observación en Laboratorio para:
 - El suelo.
 - Ensayo de Contenido de humedad.
 - Ensayo de Limites de Atterberg.
 - Ensayo de Análisis Granulométrico.
 - Unidades de Adobe tradicional y Estabilizados.
 - Ensayo de Variación Dimensional.
 - Ensayo de Alabeo.
 - Ensayo de Absorción de agua.
 - Ensayo de Succión de agua.
 - Ensayo de Resistencia a la compresión.
 - Ensayo de Erosión acelerada de Swinburne (SAET).

Tabla 10: Formato – Encuesta para Determinar las Características en la Elaboración de Adobes Tradicionales

 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 	
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.	
Encuesta de Campo: Características en la elaboración de Adobes Tradicionales	
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil	Encuesta N°: 01
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /
Nombre de los fabricantes de adobes tradicionales	
Adobera 01:	
Adobera 02:	
Adobera 03:	
Adobera 04:	
Adobera 05:	
Adobera 06:	
1.-	¿Cuál es la procedencia de la tierra que usa para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
2.-	¿Qué criterio de selección de la tierra realiza para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
3.-	¿Cuál es la procedencia de la paja y cuál es la medida que tiene para su uso en el adobe tradicional?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
4.-	¿Cuánta es la cantidad de agua que usa para la elaboración de adobes tradicionales y cuál es su procedencia?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	



5.-	¿Una vez reunidos los materiales, cuál es el procedimiento de fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
6.-	¿Cuánto tiempo se hace dormir el barro para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
7.-	¿A los cuantos días de tendido, ruma los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
8.-	¿Cuánto es el tiempo de secado de los adobes tradicionales que consideran hasta su disposición final o venta?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
9.-	¿Realiza algún control de calidad de los adobes tradicionales antes de su venta?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	
10.-	¿Cuál es el precio de los adobes tradicionales?
A - 01	
A - 02	
A - 03	
A - 04	
A - 05	
A - 06	

Tabla 11: Formato – Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Gigartón



 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 								
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGARTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.								
Ensayo de Laboratorio del Mucilago de Gigartón: Viscosidad								
Lugar: Laboratorio de Física de la Universidad Andina del Cusco							Ensayo N°: 01	
Responsables: Katherine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera							Fecha: / /	
Datos que no varían								
Descripción		Und	Valor					
Peso de la Canica		g						
Radio de la Canica		cm						
Valor de Pi		π						
Volumen de la Canica		cm ³						
Densidad de la Canica		g/cm ³						
Altura del envase		cm						
Peso del envase		g						
Volumen del envase		cm ³						
Gravedad		cm/s ²						
Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
		s	cm/s	g	g	g/cm ³	g/cm ³	g/(cm + s)
MUESTRA N° 01	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							

Tabla 12: Formato – Prueba de Campo – Prueba del Olor



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.			
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba del Olor			
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 01		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /		
	Presencia de olor rancio u olor a moho		Resultados
	SI	NO	
Muestra N° 01			
Muestra N° 02			
Muestra N° 03			
Muestra N° 04			
Muestra N° 05			
Muestra N° 06			

Tabla 13: Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Mordedura



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba de la Mordedura				
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 02			
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /			
	Suelo Arenoso	Suelo Limoso	Suelo Arcilloso	Resultado
	Si rechina mucho y sensación desagradable.	Si rechina ligeramente y la textura no es tan desagradable.	Si no rechina.	
Muestra N° 01				
Muestra N° 02				
Muestra N° 03				
Muestra N° 04				
Muestra N° 05				
Muestra N° 06				

Tabla 14: Formato – Prueba de Campo – Prueba del Color



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 																																									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.																																									
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba del Color																																									
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 03																																								
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Suelo Inorgánico</th> <th>Suelo Orgánico</th> <th>Suelo poco Cohesivo</th> <th>Resultado</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Los colores claros y brillantes.</td> <td>Los colores oscuros (negros, marrones –verdes).</td> <td>Los colores grises de suelos limosos con carbonato de calcio.</td> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Muestra N° 01</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 02</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 03</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 04</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 05</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 06</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Suelo Inorgánico	Suelo Orgánico	Suelo poco Cohesivo	Resultado		Los colores claros y brillantes.	Los colores oscuros (negros, marrones –verdes).	Los colores grises de suelos limosos con carbonato de calcio.		Muestra N° 01					Muestra N° 02					Muestra N° 03					Muestra N° 04					Muestra N° 05					Muestra N° 06				
	Suelo Inorgánico	Suelo Orgánico	Suelo poco Cohesivo	Resultado																																					
	Los colores claros y brillantes.	Los colores oscuros (negros, marrones –verdes).	Los colores grises de suelos limosos con carbonato de calcio.																																						
Muestra N° 01																																									
Muestra N° 02																																									
Muestra N° 03																																									
Muestra N° 04																																									
Muestra N° 05																																									
Muestra N° 06																																									

Tabla 15: Formato – Prueba de Campo – Prueba del Tacto



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 																																																	
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.																																																	
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba del Tacto																																																	
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 04																																																
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /																																																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th colspan="2">Tamaño</th> <th colspan="2">Rugosidad</th> <th>Resultado</th> </tr> <tr> <td></td> <th>Mayores</th> <th>Menores</th> <th>Mayores</th> <th>Menores</th> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Muestra N° 01</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 02</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 03</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 04</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 05</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Muestra N° 06</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		Tamaño		Rugosidad		Resultado		Mayores	Menores	Mayores	Menores		Muestra N° 01						Muestra N° 02						Muestra N° 03						Muestra N° 04						Muestra N° 05						Muestra N° 06					
	Tamaño		Rugosidad		Resultado																																												
	Mayores	Menores	Mayores	Menores																																													
Muestra N° 01																																																	
Muestra N° 02																																																	
Muestra N° 03																																																	
Muestra N° 04																																																	
Muestra N° 05																																																	
Muestra N° 06																																																	

Tabla 16: Formato – Prueba de Campo – Prueba del Brillo


		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.						
Prueba de Campo de selección de Suelo:				Prueba del Brillo		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo				Prueba N°: 05		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: / /		
	Presencia de Arcillas	Limos y poca Arcilla	Predominio de Arenas	Resultado		
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate	Un poco brillante u opaco			
Muestra N° 01						
Muestra N° 02						
Muestra N° 03						
Muestra N° 04						
Muestra N° 05						
Muestra N° 06						

Tabla 17: Formato – Prueba de Campo – Prueba de Sedimentación



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.						
Prueba de Campo de selección de Suelo:				Prueba de Sedimentación		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo				Prueba N°: 06		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: / /		
	Arenas	Limos	Arcillas	Material Orgánico	Resultado	
	55% - 70%	15% - 25%	10% - 20%	0%		
Muestra N° 01						
Muestra N° 02						
Muestra N° 03						
Muestra N° 04						
Muestra N° 05						
Muestra N° 06						

Tabla 18: Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Cintilla



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 																																								
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>																																								
<p>Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba de la Cintilla</p>																																								
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 07																																							
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Suelo Arcilloso</th> <th>Suelo Aceptable</th> <th>Suelo Arenoso</th> <th rowspan="2">Resultado</th> </tr> <tr> <th></th> <th>≥ a 15 cm</th> <th>15 cm y 20 cm</th> <th>≤ a 5 cm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N° 01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Suelo Arcilloso	Suelo Aceptable	Suelo Arenoso	Resultado		≥ a 15 cm	15 cm y 20 cm	≤ a 5 cm	Muestra N° 01					Muestra N° 02					Muestra N° 03					Muestra N° 04					Muestra N° 05					Muestra N° 06				
	Suelo Arcilloso	Suelo Aceptable	Suelo Arenoso	Resultado																																				
	≥ a 15 cm	15 cm y 20 cm	≤ a 5 cm																																					
Muestra N° 01																																								
Muestra N° 02																																								
Muestra N° 03																																								
Muestra N° 04																																								
Muestra N° 05																																								
Muestra N° 06																																								

Tabla 19: Formato – Prueba de Campo – Prueba de la Caída de la Bola



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 																																								
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>																																								
<p>Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba de la caída de la bola</p>																																								
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 08																																							
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: / /																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Falta de agua</th> <th>Demasiada agua</th> <th>Cantidad optima de agua</th> <th rowspan="2">Resultado</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Si la bola se desmorona en trozos pequeños</th> <th>Si la bola no se desmorona</th> <th>Si la bola se desmorona en trozos grandes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muestra N° 01</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 02</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 03</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 04</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Muestra N° 06</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Falta de agua	Demasiada agua	Cantidad optima de agua	Resultado		Si la bola se desmorona en trozos pequeños	Si la bola no se desmorona	Si la bola se desmorona en trozos grandes	Muestra N° 01					Muestra N° 02					Muestra N° 03					Muestra N° 04					Muestra N° 05					Muestra N° 06				
	Falta de agua	Demasiada agua	Cantidad optima de agua	Resultado																																				
	Si la bola se desmorona en trozos pequeños	Si la bola no se desmorona	Si la bola se desmorona en trozos grandes																																					
Muestra N° 01																																								
Muestra N° 02																																								
Muestra N° 03																																								
Muestra N° 04																																								
Muestra N° 05																																								
Muestra N° 06																																								

Tabla 20: Formato – Prueba de Campo – Prueba de la resistencia seca de la Bola



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba de la resistencia seca de la bola		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 09		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: / /		
	Tiene Arcilla	No tiene Arcilla	Resultados		
	La bola no se rompe (apto)	La bola se rompe (no apto)			
Muestra N° 01					
Muestra N° 02					
Muestra N° 03					
Muestra N° 04					
Muestra N° 05					
Muestra N° 06					

Tabla 21: Formato – Prueba de Campo – Prueba de lavado de Manos

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba de lavado de manos		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 10		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: / /		
	Suelo Arcilloso	Suelo Arenoso	Suelo Limoso	Resultado	
	Al lavarse las manos se notan jabonosas y se dificulta para ser lavadas.	No cuesta absolutamente nada lavarse	Caso intermedio entre los dos anteriores		
Muestra N° 01					
Muestra N° 02					
Muestra N° 03					
Muestra N° 04					
Muestra N° 05					
Muestra N° 06					

Tabla 22: Formato – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad



 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.			
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Contenido de Humedad	
MTC E 108 – 2016; Norma ASTM D – 2216, NTP 339.127			
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil			Ensayo N°: 01
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: / /
SUELO 01			
Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de recipiente	g		
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g		
Peso de recipiente + Muestra Seca	g		
Peso del agua	g		
Peso de la Muestra Húmeda	g		
Peso de la Muestra Seca	g		
Contenido de Humedad	%		

Tabla 23: Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Limite Liquido



 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Límites de Atterberg – Limite Liquido		
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 89, NTP 399.129				
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil			Ensayo N°: 02	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: / /	
SUELO 01				
Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Peso de recipiente	g			
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g			
Peso de la Muestra Húmeda	g			
Peso de recipiente + Muestra Seca	g			
Peso de la Muestra Seca	g			
Peso del agua	g			
Contenido de Humedad				
Numero de Golpes				

Tabla 24: Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Limite Plástico

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Ensayo de Laboratorio al Suelo: Límites de Atterberg – Limite Plástico					
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 90, NTP 399.129					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil				Ensayo N°: 03	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: / /	
SUELO 01					
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
Peso de recipiente	g				
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g				
Peso de recipiente + Muestra Seca	g				
Peso del agua	g				
Peso de la Muestra Húmeda	g				
Peso de la Muestra Seca	g				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 25: Formato – Ensayo de Laboratorio – Límites de Atterberg, Índice de Plasticidad



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Ensayo de Laboratorio al Suelo: Límites de Atterberg – Índice de Plasticidad					
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 90, NTP 399.129					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil				Ensayo N°: 04	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: / /	
Descripción		Suelo 01	Suelo 02	Suelo 03	
Limite Liquido					
Limite Plástico					
Índice de Plasticidad					

Tabla 26: Formato – Ensayo de Laboratorio – Análisis Granulométrico por Tamizado



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la Lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.						
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Análisis Granulométrico por Tamizado				
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 422, AASHT T- 88, NTP 399.128						
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil					Ensayo N°: 05	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera					Fecha: / /	
SUELO 01						
Descripción			Muestra sin Lavar			
Peso de recipiente		g				
Peso de recipiente + Muestra		g				
Peso de la Muestra		g				
Descripción			Muestra Lavada			
Peso de recipiente		g				
Peso de recipiente + Muestra		g				
Peso de la Muestra Seca		g				
Mallas		Peso (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	
N°	∅ (mm)					
# 4	4.75					
# 8	2.36					
# 10	2.00					
# 16	1.18					
# 30	0.60					
# 40	0.42					
# 50	0.30					
# 100	0.15					
#200	0.0075					
Fondo						
TOTAL						



Tabla 27: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Variación Dimensional

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>											
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.											
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe:											Variación Dimensional
Norma NTP 399.613, NTP 399.604											
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil									Ensayo N°: 01		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera									Fecha: / /		
Adobes Tradicionales											
Und N°	Dimensión	Medida Inicial (cm)	Medidas (cm)						Promedio	Desviación Estándar δ	% de V. D.
			1	2	3	4	5	6			
1	Largo	40.00									
	Ancho	20.00									
	Altura	10.00									
2	Largo	40.00									
	Ancho	20.00									
	Altura	10.00									
3	Largo	40.00									
	Ancho	20.00									
	Altura	10.00									
4	Largo	40.00									
	Ancho	20.00									
	Altura	10.00									

Tabla 28: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Alabeo

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>											
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.											
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe:											Alabeo
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil									Ensayo N°: 02		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera									Fecha: / /		
Adobes Tradicionales											
Und N°	Cara Superior		Cara Inferior		Alabeo						
	Convexo	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	Desviación Estándar	Convexo	Cóncavo	Desviación Estándar	Cóncavo	
	mm	mm	mm	mm	mm	δ	mm	mm	δ	mm	
					Promedio						

Tabla 29: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Absorción de Agua

	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>									
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>										
<p>Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe: Absorción de Agua</p>										
<p>Norma NTP 399.604, NTP 399.613</p>										
<p>Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil</p>		<p>Ensayo N°: 03</p>								
<p>Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera</p>		<p>Fecha: / /</p>								
Adobes Tradicionales										
Und N°	Dimensiones			Peso Seco kg	Peso Saturado kg	Tiempo h	Absorción %	Desviación Estándar δ	Absorción %	Promedio
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)							
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

Tabla 30: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Succión de Agua



 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 											
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>											
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe:							Succión de Agua				
Norma NTP 399.613											
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil								Ensayo N°: 04			
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera								Fecha: / /			
Adobes Tradicionales											
Und N°	Dimensiones		Área de Contacto cm ²	Peso Seco g	Peso Succionado g	Peso de Agua g	Tiempo min	Succión (g/min/200 cm ²)	Desviación Estándar δ	Succión (g/min/200 cm ²)	Promedio
	Largo	Ancho									
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Tabla 31: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Resistencia a la Compresión





	<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la Lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>						
<p>TESIS: ANALISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTON FABRICADO SEGUN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO DE LA REGION DEL CUSCO.</p>							
<p>Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe: Resistencia a la Compresión</p>							
<p>Norma E- 0.80, NTP 331.202</p>							
<p>Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil</p>		<p>Ensayo N°: 05</p>					
<p>Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera</p>		<p>Fecha: / /</p>					
Adobes Tradicionales						Día N° 07	
Und N°	Dimensiones (cm)		Área cm ²	Carga Kg	Fo kg/cm ²	Desviación Estándar δ	F' b kg/cm ²
	Largo	Ancho					
1							
2							
3							
4							
Promedio							

Tabla 32: Formato – Ensayo a las Unidades de Adobes – Erosión Acelerada Swinburne (SAET)

 <p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 					
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>					
Ensayo de Laboratorio a las Unidades de Adobe:		Erosión Acelerada Swinburne (SAET)			
Norma Española UNE 41410					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil					Ensayo N°: 06
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera					Fecha: / /
Adobes Tradicionales					Día N° 07
Und N°	Tiempo	Oquedad Máxima	Oquedad	Nivel de Resistencia	Observaciones
	min	mm	mm		
1					
2					
3					
4					

3.4.2 Instrumentos de ingeniería

- Balanza electrónica
- Horno eléctrico
- Serie de tamices
- Tamizador eléctrico
- Equipo de casa grande
- Equipo de compresión
- Equipo de SAET
- Regla metálica
- Wincha
- Vernier
- Varilla de 3mm
- Neopreno
- Termómetro
- Cronometro
- Vidrio templado
- Espátulas
- Bandejas

- Taras
- Adoberas
- Segadera
- Zaranda de 5mm
- Carretilla
- Pico
- Pala
- Romana
- Cuña
- Plástico
- Franela
- Canicas

3.5 Procedimientos de recolección de datos

3.5.1 Encuesta de elaboración de adobe tradicional

a) Procedimiento



- La encuesta se realizó a los fabricantes de adobes tradicionales, de donde se tomaron las 6 muestras de suelo.



Figura 47. Encuesta a los Fabricantes de Adobes Tradicionales

b) Toma de datos

Tabla 33: Encuesta para Determinar las Características en la Elaboración de Adobes Tradicionales

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la Lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p> 	
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTON FABRICADO SEGUN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO DE LA REGION DEL CUSCO.	
Encuesta de Campo: Características en la elaboración de Adobes Tradicionales	
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil	Encuesta N°: 01
Responsables: Katherine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: 27 / 04 / 2018
Nombre de los fabricantes de adobes tradicionales	
Adobera 01: Sr. Martin Cusi huaman Quispe	
Adobera 02: Sr. Elmer Titto Siclla	
Adobera 03: Sr. Wilfredo Huaman Flores	
Adobera 04: Sr. Victor Espinoza Yarin	
Adobera 05: Sr. Jojan Torres Quispe	
Adobera 06: Sr. Crisostomo Yupanqui Cusi	
1.-	¿Cuál es la procedencia de la tierra que usa para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	Me traen en volquetes de diferentes lugares del Cusco.
A - 02	Es producto de los desmontes.
A - 03	Pido que me traigan de una cantera de San Jerónimo.
A - 04	Es producto de los desmontes y mezclo con otras tierras.
A - 05	Me traen de la demolición de casas en Cusco y algunos desmontes.
A - 06	Hay una cantera que me trae periódicamente.
2.-	¿Qué criterio de selección de la tierra realiza para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	Ninguno.
A - 02	Ninguno.
A - 03	Es de cantera.
A - 04	Ninguno pero mezclo con otras tierras.
A - 05	Ninguno.
A - 06	Es de cantera.
3.-	¿Cuál es la procedencia de la paja y cuál es la medida que tiene para su uso en el adobe tradicional?
A - 01	Nos traen de la zona de Piñipampa y lo corto a 10 cm.
A - 02	Me traen de diferentes lugares y lo corto entre 10 cm y 15 cm.
A - 03	Lo recojo en el cerro Pícol cortándolo maso menos a 12 cm.
A - 04	Me traen de la zona de Piñipampa cortado a 15 cm aproximadamente.
A - 05	Lo corto en la zona de Piñipampa y para hacer dormir el barro la paja lo corto a 10 cm.
A - 06	Lo corto en la zona de Huambutio cortando a 15 cm maso menos.
4.-	¿Cuánta es la cantidad de agua que usa para la elaboración de adobes tradicionales y cuál es su procedencia?
A - 01	La cantidad es según la trabajabilidad del barro y el agua es potable.
A - 02	Según mi mezcla pongo y uso agua potable.
A - 03	Traigo agua potable 1000 litros para un millar de adobes.
A - 04	Según mi mezcla es agua potable.
A - 05	Hecho agua potable hasta que la mezcla sea trabajable
A - 06	No calculo cuantos litros pero es según la mezcla y traigo agua potable del grifo.



5.-	¿Una vez reunidos los materiales, cuál es el procedimiento de fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	Primero escojo las piedras grandes, echo agua hasta que se pueda palear luego piso con paja para hacer dormir.
A - 02	Selecciono la tierra agrego agua piso y le pongo paja para que duerma hasta el día siguiente y luego volteo la mezcla.
A - 03	Se le agrega agua, paja, se voltea y se deja dormir toda la noche y al día siguiente se hace el moldeado.
A - 04	Piso con agua y paja, deajo dormir hasta el día siguiente para voltear la mezcla y luego moldeo los adobes.
A - 05	Se hace una montículo de tierra sacando las piedras se echa agua volteo pongo paja y al día siguiente se moldea.
A - 06	Se moja la tierra y se voltea pisando con paja para hacer dormir se vuelve a voltear y se hacen los adobes.
6.-	¿Cuánto tiempo se hace dormir el barro para la fabricación de los adobes tradicionales?
A - 01	De un día para otro.
A - 02	Preparo en la tarde y lo deajo dormir toda la noche.
A - 03	De un día para otro día.
A - 04	Doce horas.
A - 05	Siempre se hace de un día para otro.
A - 06	Preparo la mezcla en la tarde y en la mañana se hace los adobes.
7.-	¿A los cuantos días de tendido, ruma los adobes tradicionales?
A - 01	Una semana.
A - 02	A los tres días volteo y a los siete lo rumo.
A - 03	A los siete días.
A - 04	Una semana.
A - 05	Una semana.
A - 06	Cinco días
8.-	¿Cuánto es el tiempo de secado de los adobes tradicionales que consideran hasta su disposición final o venta?
A - 01	Por lo general a los quince días ya se puede vender.
A - 02	Quince días a un mes.
A - 03	A los siete días ya lo puedo vender.
A - 04	Una vez rumado ya está a la venta son siete días.
A - 05	A las dos semanas se vende.
A - 06	Los vendo a los quince días.
9.-	¿Realiza algún control de calidad de los adobes tradicionales antes de su venta?
A - 01	No.
A - 02	Ninguno.
A - 03	No.
A - 04	Nadie lo hace.
A - 05	No.
A - 06	Ningún control.
10.-	¿Cuál es el precio de los adobes tradicionales?
A - 01	Cincuenta céntimos la unidad.
A - 02	Sesenta céntimos la unidad.
A - 03	Quinientos soles el millar.
A - 04	Hasta cuatrocientos soles el millar.
A - 05	Cincuenta sentimos la unidad.
A - 06	Quinientos cincuenta el millar.

3.5.2 Extracción del Gigantón

a) Equipos



Figura 48. Materiales Usados para la Extracción del Gigantón

b) Procedimiento

- Las muestras de Gigantón se obtuvo de la zona de Huchuy Qosqo de la Provincia y Distrito de Calca.



Figura 49. Ubicación del Gigantón

- Se extrajeron las unidades de Gigantón de tamaños similares y con mucho cuidado ya que presentan espinas de 3 a 6 cm de longitud aproximadamente.



Figura 50. Extracción de las Unidades de Gigantón

- Las unidades de Gigantón extraídas no estaban en su madurez concluida, esto para desarrollar el ensayo de viscosidad sin ningún obstáculo.
- Para el traslado de las unidades de Gigantón se retiró las espinas en el mismo lugar de donde fueron extraídas.



Figura 51. Extracción de Espinas

c) Toma de datos

Tabla 34: Cantidad de Unidades de Gigantón Extraídas

Descripción	Cantidad
Gigantón	30 Und

3.5.3 Extracción del mucilago de Gigantón

a) Equipos



Figura 52. Materiales Usados en la Extracción del Mucilago de Gigantón

b) Procedimiento

- Después del traslado de la zona de donde se extrajo las espigas de las unidades del Gigantón se procede con el pelado de la cascara a todas las unidades de Gigantón.



Figura 53. Retiro de la Cascara de Gigantón

- Luego del pelado se corta en cubos de 1 cm de arista aproximadamente todas las unidades de Gigantón.



Figura 54. Corte del Gigantón en Cubos

- Los cubos de Gigantón se dejan reposar con agua en lavadores grandes, con una relación de 1:1.5 de Gigantón - agua.
- Se realizó el colado del Gigantón a los 7 días, puesto que previamente se realizó el ensayo de viscosidad, determinando así, que a los 7 días se obtiene los mejores resultados de viscosidad del Gigantón.
- Colado el mucilago se almacena en baldes para su uso en la elaboración de los adobes estabilizados.

3.5.4 Ensayo de viscosidad al mucilago de Gigantón

a) Equipos

Balanza	Canica	Vernier	Cronometro	Mucilago de Gigantón	Recipiente

Figura 55. Materiales Usados en el Ensayo de Viscosidad del Mucilago de Gigantón

b) Procedimiento

- El ensayo de viscosidad se realizó con una muestra representativa antes de recoger el total de Gigantón para los ensayos.
- Día a día se realizó el ensayo con el mismo procedimiento durante 15 días a cinco muestras diferentes.
- Se marcó el recipiente a una altura de 21.40 cm y se pesó.



Figura 56. Recipiente para el Mucilago de Gigantón

- Se cuele el Gigantón colocándolo en el recipiente y se procede a pesar el recipiente más el Mucilago de Gigantón.
- Con la ayuda de un vernier se mide la canica y se procede a realizar el pesado de la canica.



Figura 57. Medición y Peso de la Canica

- Con todos estos instrumentos listos para realizar el ensayo se suelta la canica a la medida de 21.40 cm. de altura y con la ayuda de un cronometro se realiza el registro del tiempo que demora la canica en caer y tocar el fondo del recipiente.



Figura 58. Ensayo de Viscosidad al Mucilago de Gigantón

- Se recolecto los resultados, cabe mencionar que se repitió el procedimiento 10 veces para obtener un resultado promedio.

c) Toma de datos

Tabla 35: Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 01

Descripción		Und	Valor					
Peso de la Canica		g	5.00					
Radio de la Canica		cm	0.84					
Valor de Pi		π	3.14					
Volumen de la Canica		cm ³						
Densidad de la Canica		g/cm ³						
Altura del envase		cm	21.40					
Peso del envase		g	50.00					
Volumen del envase		cm ³						
Gravedad		cm/s ²						

Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
				g	g	g/cm ³		
MUESTRA N° 01	1	0.41		1168.00				
	2	0.46		1190.00				
	3	0.52		1176.00				
	4	0.54		1183.00				
	5	0.57		1185.00				
	6	0.61		1185.00				
	7	0.63		1172.00				
	8	0.59		1179.00				
	9	0.54		1123.00				
	10	0.53		1177.00				
	11	0.48		1168.00				
	12	0.42		1137.00				
	13	0.39		1173.00				
	14	0.37		1174.00				
	15	0.37		1188.00				

Tabla 36: Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 02

Descripción		Und	Valor	
Peso de la Canica		g	5.00	
Radio de la Canica		cm	0.84	
Valor de Pi		π	3.14	
Volumen de la Canica		cm ³		
Densidad de la Canica		g/cm ³		
Altura del envase		cm	21.40	
Peso del envase		g	50.00	
Volumen del envase		cm ³		
Gravedad		cm/s ²		

Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
				g	g	g/cm ³		
MUESTRA N° 02	1	0.38		1170.00				
	2	0.49		1190.00				
	3	0.51		1186.00				
	4	0.54		1183.00				
	5	0.55		1169.00				
	6	0.56		1136.00				
	7	0.60		1178.00				
	8	0.59		1181.00				
	9	0.55		1173.00				
	10	0.53		1170.00				
	11	0.50		1172.00				
	12	0.45		1117.00				
	13	0.44		1179.00				
	14	0.41		1172.00				
	15	0.40		1181.00				

Tabla 37: Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 03

Descripción		Und	Valor	
Peso de la Canica		g	5.00	
Radio de la Canica		cm	0.84	
Valor de Pi		π	3.14	
Volumen de la Canica		cm^3		
Densidad de la Canica		g/cm^3		
Altura del envase		cm	21.40	
Peso del envase		g	50.00	
Volumen del envase		cm^3		
Gravedad		cm/s^2		

Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
				g	g	g/cm^3		
MUESTRA N° 03	1	0.43		1171.00				
	2	0.50		1188.00				
	3	0.53		1187.00				
	4	0.53		1172.00				
	5	0.57		1179.00				
	6	0.64		1173.00				
	7	0.65		1179.00				
	8	0.53		1122.00				
	9	0.55		1182.00				
	10	0.54		1171.00				
	11	0.47		1177.00				
	12	0.40		1181.00				
	13	0.41		1157.00				
	14	0.41		1185.00				
	15	0.38		1170.00				

Tabla 38: Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 04

Descripción		Und	Valor					
Peso de la Canica		g	5.00					
Radio de la Canica		cm	0.84					
Valor de Pi		π	3.14					
Volumen de la Canica		cm ³						
Densidad de la Canica		g/cm ³						
Altura del envase		cm	21.40					
Peso del envase		g	50.00					
Volumen del envase		cm ³						
Gravedad		cm/s ²						

Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
				g	g	g/cm ³		
MUESTRA N° 04	1	0.44		1170.00				
	2	0.53		1181.00				
	3	0.53		1181.00				
	4	0.54		1179.00				
	5	0.54		1175.00				
	6	0.56		1171.00				
	7	0.61		1175.00				
	8	0.57		1118.00				
	9	0.55		1177.00				
	10	0.52		1185.00				
	11	0.48		1172.00				
	12	0.45		1127.00				
	13	0.41		1169.00				
	14	0.39		1179.00				
	15	0.39		1178.00				

Tabla 39: Recolección de Datos – Ensayo de Viscosidad – Muestra 05

Descripción		Und	Valor					
Peso de la Canica		g	5.00					
Radio de la Canica		cm	0.84					
Valor de Pi		π	3.14					
Volumen de la Canica		cm ³						
Densidad de la Canica		g/cm ³						
Altura del envase		cm	21.40					
Peso del envase		g	50.00					
Volumen del envase		cm ³						
Gravedad		cm/s ²						
Descripción	Días	Tiempo	Velocidad	Mucilago			Dca - Dmg	Viscosidad
				Peso + Envase	Peso	Densidad		
		s	cm/s	g	g	g/cm ³	g/cm ³	g/(cm * s)
MUESTRA N° 05	1	0.42		1169.00				
	2	0.47		1172.00				
	3	0.54		1181.00				
	4	0.55		1176.00				
	5	0.55		1171.00				
	6	0.57		1172.00				
	7	0.59		1185.00				
	8	0.55		1116.00				
	9	0.57		1178.00				
	10	0.52		1185.00				
	11	0.44		1120.00				
	12	0.45		1178.00				
	13	0.43		1176.00				
	14	0.41		1173.00				
	15	0.38		1116.00				

3.5.5 Pruebas de campo al suelo

Para los ensayos de campo al suelo, se tomó 6 muestras de 6 fábricas diferentes con las que son elaborados los adobes tradicionales en la zona de adoberos, Distrito de San Jerónimo.

Primero se cuarteo las 6 muestras de suelo, para tener una cantidad representativa de cada uno de los suelos.



Figura 59. Muestras de Suelos de Diferentes Fábricas de Adobes



Figura 60. Muestras Representativas del Suelo

3.5.5.1 Prueba del olor

a) Procedimiento



Figura 61. Prueba del Olor

- Una vez realizado el cuarteo y obtener las muestras representativas de cada suelo, se realiza la prueba de olor de cada muestra, para esto se tomó un poco de

material y simplemente se olío, si tiene un olor a moho o un olor rancio es que la muestra tiene materia orgánica.

- Se realizó la toma de datos de cada suelo.

b) Toma de datos

Tabla 40: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Olor

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba del Olor		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 01		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Presencia de olor rancio u olor a moho		Resultados		
	SI	NO			
Muestra N° 01		X			
Muestra N° 02		X			
Muestra N° 03		X			
Muestra N° 04		X			
Muestra N° 05		X			
Muestra N° 06		X			

3.5.5.2 Prueba de la mordedura

a) Procedimiento

- Se tomó una poco de muestra de cada tipo de suelo, estas se mordieron ligeramente con los dientes para determinar el tipo de suelo.

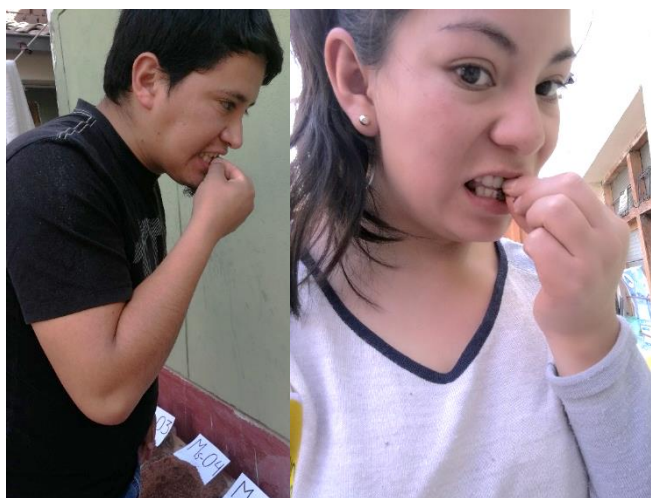


Figura 62. Prueba de la Mordedura

- Con esta prueba se determinó si el suelo es: arenoso, limoso o arcilloso según el rechinar de los dientes.
- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 41: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Mordedura*

<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Prueba de Campo de selección de Suelo:		Prueba de la Mordedura		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo		Prueba N°: 02		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera		Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Suelo Arenoso	Suelo Limoso	Suelo Arcilloso	Resultado
	Si rechina mucho y sensación desagradable.	Si rechina ligeramente y la textura no es tan desagradable.	Si no rechina.	
Muestra N° 01	X			
Muestra N° 02	X			
Muestra N° 03	X			
Muestra N° 04		X		
Muestra N° 05	X			
Muestra N° 06			X	

3.5.5.3 Prueba del color

a) Procedimiento

- La prueba se realizó con la muestra seca para no tener lugar a confusiones si los colores son claros y brillantes se tratan de suelos inorgánicos, si la muestra de suelo presenta colores oscuros se tratan de suelos orgánicos y si el suelo presenta colores grises se tratan de suelos limosos y poco cohesivos.



Figura 63. Prueba del Color

- A simple vista se distinguió los colores que presento cada muestra de suelo.
- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 42: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Color*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Prueba de Campo de selección de Suelo:		Prueba del Color		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo		Prueba N°: 03		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera		Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Suelo Inorgánico	Suelo Orgánico	Suelo poco Cohesivo	Resultado
	Los colores claros y brillantes.	Los colores oscuros (negros, marrones –verdes).	Los colores grises de suelos limosos con carbonato de calcio.	
Muestra N° 01	X			
Muestra N° 02		X		
Muestra N° 03			X	
Muestra N° 04	X			
Muestra N° 05		X		
Muestra N° 06	X			

3.5.5.4 Prueba del tacto

a) Procedimiento

- La prueba se realizó tomando una porción de suelo y con la ayuda del tacto se determinó si los suelos presentan partículas de diferentes tamaños, asociando la rugosidad de cada suelo según el tamaño de sus partículas.



Figura 64. Prueba del Tacto

- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 43: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Tacto

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba del Tacto		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 04		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Tamaño		Rugosidad		Resultado
	Mayores	Menores	Mayores	Menores	
Muestra N° 01	X		X		
Muestra N° 02	X		X		
Muestra N° 03	X			X	
Muestra N° 04		X		X	
Muestra N° 05	X		X		
Muestra N° 06		X		X	

3.5.5.5 Prueba del brillo

a) Procedimiento

- La prueba se realizó humedeciendo el suelo y formando bolas del tamaño que contengan la mano.



Figura 65. Prueba del Brillo

- Se cortó la bola de suelo por la mitad con un cuchillo y se observó cada superficie.
- Según el brillo de la superficie se puede determinar si corresponde a un suelo con presencia de arcilla, limos o arenas.

b) Toma de datos

Tabla 44: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba del Brillo

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba del Brillo		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 05		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Presencia de Arcillas	Limos y poca Arcilla	Predominio de Arenas	Resultado	
	Superficie brillante.	Brillo intermedio o mate	Un poco brillante u opaco		
Muestra N° 01			X		
Muestra N° 02			X		
Muestra N° 03			X		
Muestra N° 04		X			
Muestra N° 05			X		
Muestra N° 06	X				

3.5.5.6 Prueba de sedimentación

a) Procedimiento

- En la prueba se vertió una misma cantidad de suelo en una botella con agua.
- Se agito fuertemente la botella y se dejó reposar durante cinco horas como mínimo para que la tierra se sedimente.



Figura 66. Prueba de Sedimentación

- Posterior a ello se observó que los suelos con mayor presencia de arcillas demoran en sedimentar, mas no así las que presentan más arenas tal como se observa en las figuras.

b) Toma de datos

Tabla 45: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de Sedimentación*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>					
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:		Prueba de Sedimentación			
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo		Prueba N°: 06			
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera		Fecha: 09 / 05 / 2018			
	Arenas	Limos	Arcillas	Material Orgánico	Resultado
	55% - 70%	15% - 25%	10% - 20%	0%	
Muestra N° 01	62	21	17	0	
Muestra N° 02	81	5	14	0	
Muestra N° 03	66	15	19	0	
Muestra N° 04	0	94	6	0	
Muestra N° 05	61	18	21	0	
Muestra N° 06	50	25	25	0	

3.5.5.7 Prueba de la cintilla

a) Procedimiento

- La prueba es para determinar cuan plástico es el suelo y que material predomina en este.



Figura 67. Prueba de la Cintilla

- Primero se realizó una bola luego se enrolla obteniendo unas varillas o cintillas de 20 cm. de longitud.
- Se sostuvieron las cintillas de forma vertical para que se rompan producto de la gravedad.

- Se midió a la distancia a la cual se rompió cada cintilla para determinar que material predomina en nuestras muestras, siendo entre 5 y 10 cm. de rotura los suelos más óptimos.
- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 46: *Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Cintilla*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba de la Cintilla				
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo	Prueba N°: 07			
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera	Fecha: 09 / 05 / 2018			
	Suelo Arcilloso	Suelo Aceptable	Suelo Arenoso	Resultado
	≥ a 15 cm	15 cm y 20 cm	≤ a 5 cm	
Muestra N° 01		X		
Muestra N° 02			X	
Muestra N° 03		X		
Muestra N° 04	X			
Muestra N° 05		X		
Muestra N° 06	X			

3.5.5.8 Prueba de la caída de la bola

a) Procedimiento

- La prueba es para determinar la humedad óptima para la realización de los adobes, sin embargo, se sabe que el contenido de humedad siempre es mayor a la de esta prueba.



Figura 68. Prueba de la Caída de la Bola

- Se realizó bolas de 5 cm. de espesor aproximadamente, luego se deja caer de una altura de 1.20 m. y se observa para la toma de datos.

b) Toma de datos

Tabla 47: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Caída de la Bola

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Prueba de Campo de selección de Suelo:			Prueba de la caída de la bola		
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo			Prueba N°: 08		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Falta de agua	Demasiada agua	Cantidad optima de agua	Resultado	
	Si la bola se desmorona en trozos pequeños	Si la bola no se desmorona	Si la bola se desmorona en trozos grandes		
Muestra N° 01	X				
Muestra N° 02	X				
Muestra N° 03	X				
Muestra N° 04		X			
Muestra N° 05	X				
Muestra N° 06			X		

3.5.5.9 Prueba de la resistencia seca de la bola

a) Procedimiento

- Se realizaron bolas de 2 cm. aproximadamente y se dejaron secar durante 24 horas.



Figura 69. Prueba de la Resistencia Seca de la Bola

- Pasado las 24 horas se presionó cada una de las bolas con la ayuda del dedo pulgar para ver si se rompían con facilidad.
- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 48: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de la Resistencia Seca de la Bola

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.			
Prueba de Campo de selección de Suelo:		Prueba de la resistencia seca de la bola	
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo		Prueba N°: 09	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera		Fecha: 09 / 05 / 2018	
	Tiene Arcilla	No tiene Arcilla	Resultados
	La bola no se rompe (apto)	La bola se rompe (no apto)	
Muestra N° 01		X	
Muestra N° 02	X		
Muestra N° 03	X		
Muestra N° 04		X	
Muestra N° 05	X		
Muestra N° 06	X		

3.5.5.10 Prueba de lavado de manos

a) Procedimiento

- La última prueba de campo, que consistió en lavarse las manos luego de que se manipulo las muestras de suelo y quedaron restos de ellas en las manos.
- Con el tacto determina si existen limos, arcillas o arenas al lavarse.



Figura 70. Prueba de Lavado de Manos

- Se procedió a la recolección de datos.

b) Toma de datos

Tabla 49: Recolección de Datos – Prueba de Campo – Prueba de Lavado de Manos

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Prueba de Campo de selección de Suelo: Prueba de lavado de manos				
Lugar: Petro Perú – San Jerónimo		Prueba N°: 10		
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera		Fecha: 09 / 05 / 2018		
	Suelo Arcilloso <small>Al lavarse las manos se notan jabonosas y se dificulta para ser lavadas.</small>	Suelo Arenoso <small>No cuesta absolutamente nada lavarse</small>	Suelo Limoso <small>Caso intermedio entre los dos anteriores</small>	Resultado
Muestra N° 01		X		
Muestra N° 02		X		
Muestra N° 03		X		
Muestra N° 04			X	
Muestra N° 05		X		
Muestra N° 06	X			

3.5.6 Pruebas de laboratorio

3.5.6.1 Contenido de humedad

a) Equipos



Figura 71. Materiales Usados en el Ensayo de Contenido de Humedad

b) Procedimiento

- En una bandeja se colocó la muestra de suelo que se obtuvo de las fábricas de adobe tradicional de la zona de adoberos, Distrito de San Jerónimo.
- Se realizó el cuarteo de la muestra de suelo, se eligió dos de las cuatro partes para tener una muestra representativa



Figura 72. Ensayo de Contenido de Humedad

- Se realizó el pesado de las taras sin contenido de suelo en una balanza de 0.01 g. de aproximación.
- Se coloraron muestras de suelo a las tarras y se pesó.
- Las muestras pesadas fueron introducidas en un horno eléctrico por un periodo de 24 horas.
- Después del tiempo de 24 horas, se procedió a pesar las taras.
- Se registraron los pesos y se realizó el procesamiento de datos.

c) Toma de datos

Tabla 50: Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 01



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Contenido de Humedad			
MTC E 108 – 2016; Norma ASTM D – 2216, NTP 339.127					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil				Ensayo N°: 01	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: 15 / 05 / 2018	
SUELO 01					
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
Peso de recipiente	g	35.90	37.20	36.50	
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	226.80	235.70	197.90	
Peso de recipiente + Muestra Seca	g	207.80	216.40	182.00	
Peso del agua	g				
Peso de la Muestra Húmeda	g				
Peso de la Muestra Seca	g				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 51: Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 02





		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>			
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.					
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Contenido de Humedad			
MTC E 108 – 2016; Norma ASTM D – 2216, NTP 339.127					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil				Ensayo N°: 01	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: 15 / 05 / 2018	
SUELO 02					
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	
Peso de recipiente	g	38.30	36.30	47.10	
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	166.50	184.40	205.50	
Peso de recipiente + Muestra Seca	g	149.80	165.80	184.50	
Peso del agua	g				
Peso de la Muestra Húmeda	g				
Peso de la Muestra Seca	g				
Contenido de Humedad	%				

Tabla 52: Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Contenido de Humedad – Suelo 03

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.				
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Contenido de Humedad		
MTC E 108 – 2016; Norma ASTM D – 2216, NTP 339.127				
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil			Ensayo N°: 01	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera			Fecha: 15 / 05 / 2018	
SUELO 03				
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de recipiente	g	47.20	46.80	39.80
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	124.80	103.70	96.70
Peso de recipiente + Muestra Seca	g	122.40	100.90	95.20
Peso del agua	g			
Peso de la Muestra Húmeda	g			
Peso de la Muestra Seca	g			
Contenido de Humedad	%			

3.5.6.2 Límites de Atterberg

3.5.6.2.1 Limite líquido

a) Equipos



Figura 73. Materiales Usados en el Ensayo de Límite Líquido

b) Procedimiento

- La muestra de suelo para realizar en ensayo, tuvo que estar previamente tamizada por la malla N° 40, lo que nos indicó que se trabajó con suelo fino incluyendo las partículas de arena fina.
- Una vez preparado el suelo se colocó un poco de material en un recipiente de almacenaje y con la adición de un poco de agua se pudo humedecer el suelo y obtener una pasta homogénea.
- Se calibro el equipo de Casagrande, donde el punto de percusión y la base sea de 10 mm exactamente, para verificar esto se generó un ligero campanilleo debido al golpe de la cuchara con el tope.



Figura 74. Calibración del Equipo de Casagrande

- La copa de bronce del equipo de Casagrande estuvo completamente limpia y seca antes de realizar el ensayo, se colocó la pasta en el equipo de Casagrande, en la copa de bronce entre 50 - 70 gr aproximadamente de tal manera que se obtuvo una superficie plana en la copa de 1 cm de altura con la espátula cuidando que no tenga burbujas de aire, con el acanalador se realizó un surco a la mitad de la pasta cuidando el eje de simetría de la copa de bronce del equipo de Casagrande.
- Una vez realizado esto se procedió a girar el manubrio del equipo de Casagrande a una revolución aproximando de 2 golpes por segundo a una altura de 1 cm hasta que se cierre en la base del surco.
- Se registró el número de golpes a cada muestra realizada, teniendo en cuenta que se cierra el surco en el siguiente número de golpes.

25 – 35 golpes

20 – 30 golpes

15 – 25 golpes

- Se colocó una muestra de 10 gramos aproximadamente de suelo de cada límite en las taras, se pesó y se colocó al horno eléctrico por el tiempo de 24 horas.
- Al día siguiente se retiró las muestras para su pesado correspondiente.
- Se tomaron los datos y se realizó el procesamiento de estos.



Figura 75. Muestra del Ensayo de Limite Liquido

c) Toma de datos



Tabla 53: Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 01

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i></p>					
<p>TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.</p>					
Ensayo de Laboratorio al Suelo:		Límites de Atterberg – Limite Liquido			
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 89, NTP 399.129					
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil				Ensayo N°: 02	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera				Fecha: 16 / 05 / 2018	
SUELO 01					
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04
Peso de recipiente	g	37.08	36.27	36.69	30.26
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	54.16	49.88	50.92	49.54
Peso de la Muestra Húmeda	g				
Peso de recipiente + Muestra Seca	g				
Peso de la Muestra Seca	g				
Peso del agua	g				
Contenido de Humedad					
Numero de Golpes		17	34	23	28

Tabla 54: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 02*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.						
Ensayo de Laboratorio al Suelo: Límites de Atterberg – Limite Liquido						
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 89, NTP 399.129						
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil					Ensayo N°: 02	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera					Fecha: 16 / 05 / 2018	
SUELO 02						
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	
Peso de recipiente	g	36.40	37.18	36.61	36.98	
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	51.35	52.90	50.54	56.13	
Peso de la Muestra Húmeda	g					
Peso de recipiente + Muestra Seca	g					
Peso de la Muestra Seca	g					
Peso del agua	g					
Contenido de Humedad						
Numero de Golpes		16	28	35	23	

Tabla 55: *Recolección de Datos – Ensayo de Laboratorio – Limite Liquido – Suelo 03*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL <i>"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"</i>				
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DEL ADOBE ESTABILIZADO CON CEMENTO Y MUCILAGO DE GIGANTÓN FABRICADO SEGÚN LA NORMA E-080, COMPARADO CON EL ADOBE TRADICIONAL DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO DE LA REGIÓN DEL CUSCO.						
Ensayo de Laboratorio al Suelo: Límites de Atterberg – Limite Liquido						
MTC E 110 – 2016, Norma ASTM D – 4318, AASHT T- 89, NTP 399.129						
Lugar: Laboratorio de Suelos, Materiales, Concreto y Asfalto de Ingeniería Civil					Ensayo N°: 02	
Responsables: Katerine Olazabal Bairo, Dharyl Manuel Guevara Vera					Fecha: 17 / 05 / 2018	
SUELO 03						
Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Muestra 04	
Peso de recipiente	g	37.30	36.66	36.30	36.06	
Peso de recipiente + Muestra Húmeda	g	53.22	55.00	56.50	52.64	
Peso de la Muestra Húmeda	g					
Peso de recipiente + Muestra Seca	g					
Peso de la Muestra Seca	g					
Peso del agua	g					
Contenido de Humedad						
Numero de Golpes		18	35	26	23	