

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**INFLUENCIA DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS DE MAMPOSTERÍA DE ADOBE EN LOS PROCESOS  
DE RESTAURACIÓN DE MUROS DE MONUMENTOS  
HISTÓRICOS DE LA REGIÓN DEL CUSCO – 2019**

**PRESENTADO POR:**

- BR. EDWIN ROBERTO SALCEDO MORENO
- BR. JULIO PFUYO QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL**

**DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

DR.ING. JOSÉ FELIPE MARÍN LOAYZA

**CUSCO – PERÚ**

**2024**

## INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: INFLUENCIA DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MAMPOSTERÍA DE ADOBE EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE MUROS DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DE LA REGIÓN DEL CUSCO – 2019 presentado por: EDWIN ROBERTO SALCEDO MORENO con DNI Nro.: 43526862 ✓  
presentado por: JULIO PFUYO QUISPE con DNI Nro.: 45572979 ✓  
para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL.

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por ...02... veces, mediante el Software Anti plagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Anti plagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de ...08...%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Anti plagio.

Cusco, ...23..... de .....agosto..... del 2024

.....  
Firma

Post firma: Dr. Ing. José Felipe Marín Loayza

Nro. de DNI: 23837555

ORCID del Asesor: 0000-0002-0871-5946 ✓

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Anti plagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Anti plagio: oid: **27259:375464393**  
<https://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid:27259:375464393?locale=es-MX> ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFLUENCIA DEL AGREGADO GRUESO EN PROPIEDADES MECANICAS DE MANPOSTERIA DE ADOBE PARA RESTAURACION DE**

AUTOR

**JULIO - EDWIN PFUYO - SALCEDO**

RECUENTO DE PALABRAS

**45455 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**187012 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**190 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**8.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 23, 2024 6:19 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 23, 2024 6:21 PM GMT-5****● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

## **DEDICATORIA**

*A nuestro creador, a mis queridos padres Manuel y Luisa por todo el esfuerzo que hicieron para poder terminar esta hermosa profesión y su constante apoyo emocional en concluir la siguiente investigación.*

*A mi hermano Cesar por sus enseñanzas y sus sabios consejos.*

*A mi querida pareja, por la motivación que me das para poder concluir esta etapa de mi vida.*

*Te estaré eternamente agradecido Matilde.*

*A mis docentes por haber recibido su formación académica.*

*A mis amigos que pusieron su granito de arena para que se concluya esta investigación.*

**Edwin R. Salcedo Moreno**

*A mis padres Tomas y Juana quienes me dieron su apoyo en cada etapa de mi vida.*

*A mi hermano Grimaldo quien me brindo hogar durante mi vida universitaria.*

*A mi tío Domingo Quispe Q.E.P.D, quien me dio sabios consejos.*

*A mi esposa Alicia quien ha estado siempre conmigo dándome su apoyo incondicional.*

**Julio Pfuyo Quispe**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A nuestros docentes de la facultad de ingeniería civil por haber sido parte de nuestra formación profesional.*

*A nuestros docentes de nuestra comisión dictaminadora al M. SC. Ing. Carlos Fernández Baca Vidal, ing. José Felipe Azpilcueta Carbonell e ing. Ricardo Vallenás Casaverde, por las sugerencias y recomendaciones.*

*A nuestro Asesor Mgt. Ing. Martín Washinton Esquivel Zamora por guiarnos en el transcurso del desarrollo de la tesis.*

*Al personal técnico del laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil al Sr Feliciano Salazar, Sr Hermenegildo Flores, por apoyarnos en los ensayos de laboratorio.*

***Los graduandos***

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación “influencia del agregado grueso en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del cusco - 2019” tiene por objetivo general determinar la influencia de la adición del agregado grueso en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos, para el cual se extrajo muestras de adobe de la Casa Cabildo del Distrito de Zurite, Provincia de Anta, Región Cusco, dicha muestra fue sometido a ensayo granulométrico para determinar su composición cuyo resultado fue lo siguiente: arcilla y limos 46.78%, arena 33.00%, agregado grueso 18.30%, ichu y otros vegetales 1.93%. Se elaboraron 5 tipos de adobe, tipo A (adobe tradicional), B, C, D y E con 0%, 13.3%, 18.3%, 23.3%, 28.3% de agregado grueso respectivamente.

Los resultados de ensayo compresión axial y diagonal de muretes los resultados fueron los siguientes: de los ensayos de compresión axial en pilas de tipo A, B, C, D y E se obtuvo 21.36(kg/cm<sup>2</sup>), 17.81(kg/cm<sup>2</sup>), 16.34(kg/cm<sup>2</sup>), 15.93(kg/cm<sup>2</sup>), 13.53(kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente se concluye que la adición de agregado grueso en pilas de adobe disminuye la resistencia a compresión axial.

De los ensayos de compresión diagonal en muretes de tipo A, B, C, D y E se obtuvo 0.50(kg/cm<sup>2</sup>), 0.54(kg/cm<sup>2</sup>), 0.48(kg/cm<sup>2</sup>), 0.63(kg/cm<sup>2</sup>), 0.56(kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente se concluye que la adición de agregado grueso mejora la resistencia en compresión diagonal de muretes.

**PALABRAS CLAVE:** agregado grueso, mampostería, adobe, propiedades mecánicas.

## ABSTRAC

The present research work “influence of coarse aggregate on the mechanical properties of adobe masonry in the restoration processes of walls of historical monuments in the Cusco region - 2019” has the general objective of determining the influence of the addition of coarse aggregate on the mechanical properties of adobe masonry in the restoration processes of walls of historical monuments, for which adobe samples were extracted from the Cabildo House of the Zurite District, Province of Anta, Cusco Region, said sample was subjected to granulometric testing to determine its composition, the result of which was the following: clay and silt 46.78%, sand 33.00%, coarse aggregate 18.30%, ichu and other vegetables 1.93%. 5 types of adobe were made, type A (traditional adobe), B, C, D and E with 0%, 13.3%, 18.3%, 23.3%, 28.3% of coarse aggregate respectively.

The results of the axial and diagonal compression test of walls were as follows: from the axial compression tests on type A, B, C, D and E piles, 21.36 (kg/cm<sup>2</sup>), 17.81 (kg/cm<sup>2</sup>) were obtained, 16.34(kg/cm<sup>2</sup>), 15.93(kg/cm<sup>2</sup>), 13.53(kg/cm<sup>2</sup>) respectively, it is concluded that the addition of coarse aggregate in adobe piles decreases the axial compression resistance.

From the diagonal compression tests on walls of type A, B, C, D and E, 0.50 (kg/cm<sup>2</sup>), 0.54 (kg/cm<sup>2</sup>), 0.48 (kg/cm<sup>2</sup>), 0.63 (kg/cm<sup>2</sup>), 0.56 were obtained. (kg/cm<sup>2</sup>) respectively, it is concluded that the addition of coarse aggregate improves the diagonal compression resistance of walls.

**KEYWORDS:** coarse aggregate, masonry, adobe, mechanical properties.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1	
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.    Identificación del Problema.....	1
1.2.    Formulación del Problema Objeto de la Investigación.....	1
1.2.1.    Problema General.....	1
1.2.2.    Problemas Específicos.....	1
1.3.    Justificación e Importancia de la Investigación.....	2
1.3.1.    Conveniencia .....	2
1.3.2.    Relevancia Social.....	2
1.3.3.    Implicancias Practicas .....	2
1.3.4.    Valor Teórico.....	2
1.4.    Delimitación, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación .....	3
1.4.1.    Delimitación .....	3
1.4.2.    Limitaciones .....	3
1.4.3.    Viabilidad .....	3
1.5.    Objetivos de la Investigación .....	3
1.5.1.    Objetivo General.....	3
1.5.2.    Objetivos Específicos.....	4
2	
CAPITULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....	4
2.1.    Antecedentes de la Investigación.....	4

	2.1.1.	Antecedentes Nacionales.....	4
	2.1.2.	Antecedentes Internacionales .....	5
2.2.		Marco Teórico .....	6
	2.2.1.	Definición de Términos.....	6
	2.2.2.	Adobe Tradicional.....	8
	2.2.3.	Propiedades Físico-Mecánicas de la Unidad de Adobe. .	13
	2.2.4.	Propiedades Mecánicas del Mortero de Barro.....	14
	2.2.5.	Propiedades Mecánicas de la Mampostería de Adobe ....	15
3		CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	16
3.1.		Formulación de la Hipótesis .....	16
	3.1.1.	Hipótesis General .....	16
	3.1.2.	Hipótesis Específicos .....	16
3.2.		Identificación de las Variables.....	17
	3.2.1.	Variable Independiente .....	17
	3.2.2.	Variables Dependientes .....	17
3.3.		Operacionalización de Variables .....	18
4		CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
4.1.		Enfoque de la Investigación .....	19
4.2.		Tipo de Investigación.....	19
4.3.		Diseño de la Investigación .....	19
	4.3.1.	Descripción y Cuantificación de la Muestra.....	21
	4.3.2.	Ensayos Preliminares para Selección de Suelo Apto para la Elaboración de Abobes.....	22

	4.3.3.	Extracción de la Muestra .....	24
	4.3.4.	Descripción de Materiales .....	26
	4.3.5.	Preparación de Especímenes .....	35
	4.3.6.	Programa de Ensayos Experimentales .....	44
5		CAPÍTULO V: CÁLCULOS Y RESULTADOS .....	63
	5.1.	Unidades de Adobe .....	63
	5.1.1.	Variación Dimensional.....	63
	5.1.2.	Ensayo de Absorción.....	69
	5.1.3.	Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe	70
	5.1.4.	Resistencia a la Tracción por Flexión de Unidades de Adobe	72
	5.2.	Mortero de Barro .....	77
	5.2.1.	Resistencia del Mortero a Compresión .....	77
	5.2.2.	Esfuerzo de adherencia del mortero.....	77
	5.3.	Mampostería de Adobe .....	80
	5.3.1.	Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe.	80
	5.3.2.	Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe.....	83
	5.3.3.	Tipos de Falla en Pilas de Adobe.....	89
	5.3.4.	Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Adobe	92
	5.3.5.	Módulo de Corte en Muretes de Adobe. ....	95
	5.3.6.	Tipos de Falla en Muretes de Adobe.....	99

6	CAPITULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	102
6.1.	Discusión de Resultados de las Unidades de Adobe .....	102
6.1.1.	Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe.....	102
6.1.2.	Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe.....	104
6.2.	Discusión de Resultados del Mortero de Barro .....	106
6.2.1.	Discusión de Resultados del Ensayo de Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras de Adobe.....	106
6.3.	Discusión de Resultados de Mampostería de adobe .....	109
6.3.1.	Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe .....	109
6.3.2.	Discusión de Resultados del Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe	111
6.3.3.	Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe .....	113
6.3.4.	Discusión de Resultados del Módulo de Corte en Muretes de Adobe	115
6.4.	Prueba de Hipótesis.....	117
6.4.1.	Hipótesis Específica Planteada N° 01 .....	117
6.4.2.	Hipótesis Específica Planteada N° 02 .....	120
7	CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	125
7.1.	Conclusiones.....	125

7.2.	Recomendaciones. ....	126
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
9	ANEXOS	131
10	PANEL FOTOGRAFICO.....	156

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Preparación del Barro</i> .....	10
<b>Figura 2</b> <i>Elaboración del Adobe</i> .....	11
<b>Figura 3</b> <i>Se Muestra el Secado del Adobe</i> .....	11
<b>Figura 4</b> <i>Almacenamiento de las Unidades de Adobe en el Tendal</i> .....	12
<b>Figura 5</b> <i>Prueba de Enrollado</i> .....	23
<b>Figura 6</b> <i>Prueba de Resistencia Seca</i> .....	23
<b>Figura 7</b> <i>Extracción del Suelo</i> .....	24
<b>Figura 8</b> <i>Extracción del Ichu</i> .....	25
<b>Figura 9</b> <i>Extracción de Adobes</i> .....	25
<b>Figura 10</b> <i>Ensayo de Análisis Granulométrico</i> .....	29
<b>Figura 11</b> <i>Tamizado de la Muestra M-2</i> .....	32
<b>Figura 12</b> <i>Limite Liquido</i> .....	34
<b>Figura 13</b> <i>Limite Plástico</i> .....	35
<b>Figura 14</b> <i>Dimensiones de Adobera o Molde de Madera</i> .....	36
<b>Figura 15</b> <i>Preparación del Barro</i> .....	38
<b>Figura 16</b> <i>Elaboración de Unidades de Adobe</i> .....	39
<b>Figura 17</b> <i>Secado del Adobe</i> .....	40
<b>Figura 18</b> <i>Preparación del Mortero de Barro</i> .....	40
<b>Figura 19</b> <i>Preparación de Cilindros de Mortero</i> .....	41
<b>Figura 20</b> <i>Disposición de Tres Piezas de Adobe para la Prueba de Adherencia</i> .....	42
<b>Figura 21</b> <i>Preparación de especímenes para la prueba de adherencia</i> .....	42
<b>Figura 22</b> <i>Preparación de Pilas de Adobe</i> .....	43

<b>Figura 23</b> <i>Preparación de Muretes de Adobe</i> .....	44
<b>Figura 24</b> <i>Selección Aleatoria de Especímenes de cada Tipo de Adobe.</i> .....	45
<b>Figura 25</b> <i>Descripción del Ensayo de Compresión para Unidades de Adobe de 10cm de Arista</i> 47	
<b>Figura 26</b> <i>Instrumentación para Ensayo de Tracción Indirecta</i> .....	49
<b>Figura 27</b> <i>Descripción del Ensayo a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe</i> .....	49
<b>Figura 28</b> <i>Instrumentación en el Proceso de Ensayo a Compresión de Mortero de Barro</i> .....	51
<b>Figura 29</b> <i>Descripción de Ensayo a Compresión de Mortero de Barro</i> .....	51
<b>Figura 30</b> <i>Instrumentación de Probetas para el Ensayo de Adherencia</i> .....	53
<b>Figura 31</b> <i>Descripción de Ensayo de Compresión en Probetas de Tres Unidades de Adobe</i> .....	54
<b>Figura 32</b> <i>Instrumentación de Pilas de Adobe en el Marco de Cargas</i> .....	56
<b>Figura 33</b> <i>Descripción del Ensayo Axial en Pilas de Adobe</i> .....	57
<b>Figura 34</b> <i>Instrumentación de Compresión de Muretes de Adobe</i> .....	59
<b>Figura 35</b> <i>Procedimiento de Ensayo de muretes.</i> .....	60
<b>Figura 36</b> <i>Ensayo de Absorción de Unidades de Adobe.</i> .....	69
<b>Tabla 35</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo A.</i> .....	70
<b>Figura 37</b> <i>Esfuerzo vs Deformación Unitaria en pilas de adobe Tipo A.</i> .....	84
<b>Figura 38</b> <i>Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo B.</i> .....	85
<b>Figura 39</b> <i>Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo C.</i> .....	86
<b>Figura 40</b> <i>Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo D.</i> .....	87
<b>Figura 41</b> <i>Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo E.</i> .....	88
<b>Figura 42</b> <i>Tipos de Falla en Pilas.</i> .....	89
<b>Figura 43</b> <i>Tipo de Falla de la Pila Tipo A ante Carga Axial, Muestra A-4.</i> .....	90
<b>Figura 44</b> <i>Tipo de Falla de la Pila Tipo B ante Carga Axial, Muestra B-3.</i> .....	90

<b>Figura 45</b> <i>Tipo de Falla de la Pila Tipo C ante Carga Axial, Muestra C-1.</i> .....	91
<b>Figura 46</b> <i>Tipo de Falla de la Pila Tipo D ante Carga Axial, Muestra D-2.</i> .....	91
<b>Figura 47</b> <i>Tipo de Falla de la Pila Tipo E ante Carga Axial, Muestra E-2.</i> .....	92
<b>Figura 48</b> <i>Representación de Resumen de Módulo de Corte por Tipo.</i> .....	98
<b>Figura 49</b> <i>Tipos de Falla en Muretes</i> .....	99
<b>Figura 50</b> <i>Tipo de Falla en Muretes de Tipo A, Muestra A-2.</i> .....	99
<b>Figura 51</b> <i>Tipo de Falla en Muretes de Tipo B, Muestra B-3.</i> .....	100
<b>Figura 52</b> <i>Tipo de Falla en Muretes de Tipo C, Muestra C-4.</i> .....	100
<b>Figura 53</b> <i>Tipo de Falla en Muretes de Tipo D, Muestra D-3.</i> .....	101
<b>Figura 54</b> <i>Tipo de Falla en Muretes de Tipo E, Muestra E-3.</i> .....	101
<b>Figura 55</b> <i>Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe por cada Muestra.</i> .....	102
<b>Figura 56</b> <i>Resistencia a Tracción por Flexión Promedio de Unidades de Adobe por Tipo.</i> .....	103
<b>Figura 57</b> <i>Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe por cada Muestra.</i> .....	104
<b>Figura 58</b> <i>Resistencia a Tracción por Flexión Promedio de Unidades de Adobe por Tipo.</i> .....	105
<b>Figura 59</b> <i>Esfuerzo de Adherencia del Mortero de Barro en cada Muestra</i> .....	107
<b>Figura 60</b> <i>Esfuerzo de Adherencia Promedio del Mortero de Barro por cada Tipo</i> .....	108
<b>Figura 61</b> <i>Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Adobe por cada Muestra.</i> .....	109
<b>Figura 62</b> <i>Resistencia a Compresión Axial Promedio de Pilas de Adobe por cada Tipo</i> .....	110
<b>Figura 63</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe por cada Tipo de Muestra</i> .....	111
<b>Figura 64</b> <i>Módulos de Elasticidad en Pilas de Adobe Promedio por Tipo</i> .....	112
<b>Figura 65</b> <i>Resistencia a Compresión Diagonal de Muretes por Tipo.</i> .....	113
<b>Figura 66</b> <i>Resistencia a Compresión Diagonal Promedio de Muretes de Adobe Tipo.</i> .....	114
<b>Figura 67</b> <i>Módulo de Corte de Muretes de Adobe por Tipo.</i> .....	115

<b>Figura 68</b> <i>Módulo de Corte Promedio de Muretes por Tipo</i> .....	116
--	-----

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de Variables.</i> .....	18
<b>Tabla 2</b> <i>Contenido del Adobe</i> .....	21
<b>Tabla 3</b> <i>Número de Muestras</i> .....	22
<b>Tabla 4</b> <i>Contenido de Humedad del Suelo</i> .....	27
<b>Tabla 5</b> <i>Peso Específico Relativo</i> .....	28
<b>Tabla 6</b> <i>Ensayo Granulométrico de la Muestra M-1</i> .....	30
<b>Tabla 7</b> <i>Gradación de la Muestra</i> .....	30
<b>Tabla 8</b> <i>Tamizado de la Muestra M-1 Corregido</i> .....	31
<b>Tabla 9</b> <i>Gradación de la Muestra M-1 Corregido</i> .....	31
<b>Tabla 10</b> <i>Tamizado de la Muestra M-2</i> .....	32
<b>Tabla 11</b> <i>Composición de la Muestra de Adobe M-2.</i> .....	33
<b>Tabla 12</b> <i>Limite Liquido.</i> .....	33
<b>Tabla 13</b> <i>Limite Plástico.</i> .....	34
<b>Tabla 14</b> <i>Índice de plasticidad (IP).</i> .....	35
<b>Tabla 15</b> <i>Dosificación de los Componentes para la Preparación del Barro</i> .....	37
<b>Tabla 16</b> <i>Resultados de Dosificación en la Elaboración del Adobe</i> .....	37
<b>Tabla 17</b> <i>Muestras según Tipo de Adobe para Ensayo de Variación Dimensional</i> .....	44
<b>Tabla 18</b> <i>Muestras de Unidades de Adobe para Ensayo de Absorción</i> .....	46
<b>Tabla 19</b> <i>Muestras de Adobe de 10x10x10cm para el Ensayo de Compresión</i> .....	47
<b>Tabla 20</b> <i>Muestras de Unidades Adobe para Ensayo de Tracción Indirecta</i> .....	48
<b>Tabla 21</b> <i>Muestras de Pilas por Tipo de Adobe para Compresión Axial</i> .....	55
<b>Tabla 22</b> <i>Muestras de Muretes para Ensayo de Compresión Diagonal.</i> .....	59

<b>Tabla 23</b> <i>Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo A.</i> .....	63
<b>Tabla 24</b> <i>Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo A.</i> .....	64
<b>Tabla 25</b> <i>Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo B.</i> .....	64
<b>Tabla 26</b> <i>Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo B.</i> .....	65
<b>Tabla 27</b> <i>Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo C.</i> .....	65
<b>Tabla 28</b> <i>Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo C.</i> .....	66
<b>Tabla 29</b> <i>Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo D.</i> .....	66
<b>Tabla 30</b> <i>Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo D.</i> .....	67
<b>Tabla 31</b> <i>Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo E.</i> .....	67
<b>Tabla 32</b> <i>Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo E.</i> .....	68
<b>Tabla 33</b> <i>Resumen de Prueba de Variación Dimensional y Volumétrica.</i> .....	68
<b>Tabla 34</b> <i>Ensayo de Absorción de Anidades de Adobe.</i> .....	69
<b>Tabla 35</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo A.</i> .....	70
<b>Tabla 36</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo B.</i> .....	70
<b>Tabla 37</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Anidades de Adobe Tipo C.</i> .....	71
<b>Tabla 38</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo D.</i> .....	71
<b>Tabla 39</b> <i>Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo E.</i> .....	72
<b>Tabla 40</b> <i>Resumen del Ensayo de Compresión Axial de unidades.</i> .....	72
<b>Tabla 41</b> <i>Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo A.</i> .....	73
<b>Tabla 42</b> <i>Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo B.</i> .....	74
<b>Tabla 43</b> <i>Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo C.</i> .....	74
<b>Tabla 44</b> <i>Ensayo de Tracción por Flexión a Unidades de Adobe Tipo D.</i> .....	75
<b>Tabla 45</b> <i>Ensayo de Tracción por Flexión a Unidades de Adobe Tipo E.</i> .....	76

<b>Tabla 46</b> <i>Resumen de Resultados de Ensayos a Traccion</i> .....	76
<b>Tabla 47</b> <i>Ensayo de Compresión del Mortero de Barro.</i> .....	77
<b>Tabla 48</b> <i>Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo A.</i> .....	78
<b>Tabla 49</b> <i>Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo B.</i> .....	78
<b>Tabla 50</b> <i>Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo C.</i> .....	79
<b>Tabla 51</b> <i>Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo D.</i> .....	79
<b>Tabla 52</b> <i>Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo E.</i> .....	80
<b>Tabla 53</b> <i>Resumen de Resultados de Ensayo de Adherencia del Mortero.</i> .....	80
<b>Tabla 54</b> <i>Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo A.</i> .....	81
<b>Tabla 55</b> <i>Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo B.</i> .....	81
<b>Tabla 56</b> <i>Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo C.</i> .....	82
<b>Tabla 57</b> <i>Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo D.</i> .....	82
<b>Tabla 58</b> <i>Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo E.</i> .....	83
<b>Tabla 59</b> <i>Resumen de Ensayo de Compresión Axial de Pilas.</i> .....	83
<b>Tabla 60</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo A.</i> .....	84
<b>Tabla 61</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo B.</i> .....	85
<b>Tabla 62</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo C.</i> .....	86
<b>Tabla 63</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo D.</i> .....	87
<b>Tabla 64</b> <i>Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo E.</i> .....	88
<b>Tabla 65</b> <i>Resumen de Resultados de Módulo de Elasticidad en Pilas.</i> .....	89
<b>Tabla 66</b> <i>Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo A.</i> .....	93
<b>Tabla 67</b> <i>Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo B.</i> .....	93
<b>Tabla 68</b> <i>Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo C.</i> .....	94

<b>Tabla 69</b> Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo D.....	94
<b>Tabla 70</b> Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo E. ....	95
<b>Tabla 71</b> Resumen de Resultados de Compresión Diagonal de Muretes. ....	95
<b>Tabla 72</b> Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo A. ....	95
<b>Tabla 73</b> Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo B. ....	96
<b>Tabla 74</b> Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo C. ....	96
<b>Tabla 75</b> Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo D. ....	97
<b>Tabla 76</b> Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo E. ....	97
<b>Tabla 77</b> Resumen del Módulo de corte en Muretes por Tipo. ....	98
<b>Tabla 78</b> Prueba t-student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo B.....	118
<b>Tabla 79</b> Prueba t-student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo C.....	118
<b>Tabla 80</b> Prueba t-Student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo D. ....	119
<b>Tabla 81</b> Prueba t-Student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo E. ....	120
<b>Tabla 82</b> Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo B. ....	121
<b>Tabla 83</b> Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo C. ....	121
<b>Tabla 84</b> Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo D.....	122
<b>Tabla 85</b> Prueba T-Student Esfuerzo a Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo E. ....	123
<b>Tabla 86</b> Prueba de Hipótesis General.....	123
<b>Tabla 87</b> Prueba de Hipotesis Especifica. ....	124

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Identificación del Problema**

En los procesos de restauración de muros de adobe en monumentos históricos cuando se reemplazan las unidades de adobe, se necesita elaborar adobes que sean compatibles con los adobes a los cuales se va cambiar teniendo en cuenta que las propiedades mecánicas garanticen la resistencia requerida, generalmente las unidades de adobe de las construcciones antiguas tienen contenido de agregado grueso ya que se prepararon sin tamizar el suelo.

En la actualidad aún no se ha estudiado la influencia del agregado grueso en las unidades de adobe.

En la presente investigación se propone a determinar la influencia del agregado grueso en la resistencia mecánica en las unidades de adobe en las construcciones de monumentos históricos.

### **1.2. Formulación del Problema Objeto de la Investigación**

#### ***1.2.1. Problema General***

¿En qué medida influye el agregado grueso en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del cusco - 2019?

#### ***1.2.2. Problemas Específicos***

##### **Problema Específico N°1**

¿En qué medida influye el agregado grueso en la resistencia a la compresión axial de pilas de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del cusco - 2019?

##### **Problema Específico N°2**

¿En qué medida influye el agregado grueso en la resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del cusco - 2019?

### **1.3. Justificación e Importancia de la Investigación**

#### ***1.3.1. Conveniencia***

Realizar esta tesis es importante, ya que contribuirá al conocimiento de la comunidad científica y tecnológica interesada en cómo el agregado grueso afecta las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe tradicional.

#### ***1.3.2. Relevancia Social***

Es relevante desarrollar esta investigación con la finalidad de recobrar la identidad cultural en nuestra población a través de nuestros patrimonios culturales construidos con unidades de adobe, también promover la utilización de materiales ecológicos como son la tierra, el ichu y la influencia del agregado grueso en la calidad del adobe.

#### ***1.3.3. Implicancias Prácticas***

Con esta investigación se evaluará principalmente la influencia del agregado grueso en la resistencia mecánica de la mampostería de adobe tradicional, adicionándole agregado grueso a las unidades de adobe.

#### ***1.3.4. Valor Teórico***

Los resultados de este estudio revelarán el comportamiento mecánico específico de la mampostería de adobe con agregado grueso, contrastándolo con la mampostería de adobe tradicional.

## **1.4. Delimitación, Limitaciones y Viabilidad de la Investigación**

### **1.4.1. Delimitación**

El desarrollo de la tesis se realizará en la región del Cusco, también los materiales para la elaboración de las unidades de adobe serán recolectados dentro de la región del cusco, pero, el empleo del procedimiento de elaboración se puede realizar en toda la región andina dependiendo de la disponibilidad de los componentes para la elaboración de las unidades de adobes.

La presente investigación se realizará en el presente año 2019.

### **1.4.2. Limitaciones**

La carencia de normas para el sistema constructivo con unidades adobe.

Limitada autorización de Ministerio de Cultura para la extracción de muestras de la casa Cabildo de Zurite por las restricciones del COVID-19.

Aplicación es solo valido para el tipo de suelo y agregado grueso en la presente investigación.

### **1.4.3. Viabilidad**

Se cuenta con el laboratorio para llevar a cabo todos los ensayos necesarios.

Además, se dispone de recursos financieros y de personal por parte de los tesistas para la investigación. Todos los materiales requeridos para la fabricación de las unidades de adobe, como ichu, tierra y agregado grueso, también están disponibles.

## **1.5. Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1. Objetivo General**

El objetivo es determinar cómo el agregado grueso afecta las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

### **1.5.2. *Objetivos Específicos***

#### **Objetivo Específico N°1**

Establecer la resistencia a la compresión axial en pilas de adobe con agregado grueso en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

#### **Objetivo Específico N°2**

Establecer la resistencia a la compresión diagonal en muretes de adobe con agregado grueso en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

## **CAPITULO II: ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

#### **2.1.1. *Antecedentes Nacionales***

Vargas (2016) en su tesis tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión axial y diagonal de las unidades de adobe y ladrillo, para el cual extrajo muestras de las edificaciones históricas los cuales son los siguientes; Hotel comercio, la iglesia jesuita, casona contigua a la casa Welsch en el Jr. Áncash estas tres edificaciones en el centro histórico de Lima las construcciones son hechas a base de adobe y quincha, se extrajo muestras también de la catedral de Ica y la Iglesia de Kuño Tambo provincia de Acomayo-Cusco estas dos construcciones hechas de adobe, se evaluaron en total 31 especímenes directamente extraídos y 28 especímenes reconstruidos en laboratorio, de los ensayos realizados en laboratorio se concluyó que la composición de las unidades de adobe y el mortero es la misma, el contenido de material grueso en las unidades de adobe muestran entre 30% y 40% y el contenido de material fino en el mortero entre 60% y 70%, de los adobes extraídos de la Casa Welsch se determinó la presencia de bosta, el resto de las muestras de las edificaciones históricas de Lima e Ica no presentan paja en su composición, se concluyó de

los ensayos de compresión axial en pilas de adobe muestran en promedio una resistencia de 0.44 MPa y para los ensayos de compresión diagonal un promedio de 0.032 MPa, del ensayo de compresión de unidades de adobe se concluye que los especímenes de los edificios históricos de Lima presentan 1.511 MPa en promedio, de acuerdo a lo establecido en la norma E-080 para los esfuerzos mínimos de (compresión de pilas es de 0.6 MPa, compresión diagonal de muretes 0.14 MPa y compresión de unidades 1.0MPa),se concluye que los valores obtenidos en esta investigación que para los dos primeros se encuentran por debajo y para compresión de unidades se encuentran por encima.

### ***2.1.2. Antecedentes Internacionales***

El Ingeniero Civil Hermano Tiago (2015) realizó la tesis doctoral que tuvo como objetivos principales determinar de manera experimental las propiedades físico-mecánicas y sus componentes de las probetas de bloques de adobe y mortero, las muestras fueron extraídas de las estructuras históricas de fábrica de adobe de la región de Aveiro, se realizaron los ensayos:

- para probetas de bloques de adobe no saturadas se ensayaron un total de 9 especímenes para compresión simple y 9 para compresión diametral, como resultado se obtuvieron valores obtenidos que se ubican dentro del rango establecido de 0.5 MPa y 2.0 MPa.
- Para probetas de bloque de adobe saturados se ensayaron 9 muestras para compresión simple como resultado se obtuvieron valores en promedio 0.70 MPa que se ubican dentro del rango de 0.5 MPa y 2.0 MPa.
- Para probetas de mortero no saturados se ensayaron 66 muestras para compresión simple de los cuales se obtuvo en promedio valores de 0.72 MPa.

- Para probetas de mortero saturados se ensayaron 18 muestras para compresión simple de los cuales se obtuvo en promedio valores de 0.46 MPa.
- Para probetas cubicas de adobe saturados se ensayaron 12 muestras de los cuales se obtuvieron valores en promedio de 0.74 MPa
- Para el análisis granulométrico se ensayaron 4 muestras en el cual se determinó que la muestras contienen agregado grueso.

De los resultados obtenidos se demuestra que los valores obtenidos para compresión simple de las muestras saturadas y no saturadas se ubican dentro del rango de 0.5 MPa y 2.0 MPa.

Esta investigación permite ampliar el conocimiento de las propiedades mecánicas del adobe de las construcciones históricas de adobe.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Definición de Términos**

- **Adobe:** «Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad» (Norma E.080,2017,p.4).
- **Mortero:** «Material de unión de los adobes en una albañilería. Debe ser de barro mezclado con paja o con arena gruesa y eventualmente con otras sustancias naturales espesas para controlar las fisuras del proceso de secado (cal, mucílagos de cactus, y otros comprobados)» (Norma E.080, 2017, p.5).
- **Tierra:** «Material de construcción compuesto de cuatro componentes básicos: arcilla, limo, arena fina y arena gruesa» (Norma E.080,2017, p. 5).
- **Arcilla:** «La arcilla está constituida por partículas laminares de silicatos de aluminio hidratado, procedentes de la descomposición de minerales de aluminio. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene» (Norma E.080,2017,p.4).

- **Limo:** «Material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm» (Norma E.080,2017, p. 5).
- **Arena fina:** «Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm» (Norma E.080,2017,p. 4).
- **Arena gruesa:** «Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm (según Normas Técnicas Peruanas y/o las mallas N.º 30 y N.º 4 ASTM) que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado» (Norma E.080,2017, p. 4).
- **Agregado Grueso:** Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N.º 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas (Norma E.060,2020,p.12).
- **Barro:** El barro es el resultado de mezclar la tierra con el agua y también aditivos como el ichu, bosta de ganado y otros.
- **Adobera:** Es una herramienta hecha de madera con superficie pulida que se utiliza para darle forma al barro preparado en el proceso de elaboración de unidades de adobe.
- **Moldeo:** Consiste en colocar el barro al molde, darle forma a la unidad de adobe, uniformizando la superficie superior y retirar el barro excedente.
- **Muro:** Es un muro arriostrado cuya estabilidad lateral está confinada a elementos de arriostre horizontales y/o verticales y que incluye refuerzos (Norma E.080,2017,p.5).
- **Tendal:** Área donde se dispone a colocar las unidades de adobe para el secado y almacenamiento.

## **2.2.2. Adobe Tradicional**

### **2.2.2.1. Características del Adobe Tradicional.**

El adobe tradicional es el material de construcción para el cual se usa tierra del sitio que suele contener arcilla y arenas, en el proceso de preparado del barro a la tierra se adiciona agua y aditivos naturales como ichu, bosta de ganado u otros, el barro se coloca a la adobera, se procede a darle la forma, se retira del molde y se deja secar por 4 semanas aproximadamente.

Las dimensiones de las unidades de adobe pueden variar según la zona y también deben ser adecuadas de manera que pueda facilitar el transporte manualmente.

El adobe generalmente es susceptible a la humedad por lo que se requiere proteger las construcciones de adobe dando la adecuada altura a los sobrecimientos, para proteger de precipitaciones pluviales también se debe dar adecuada longitud de aleros en la cobertura y tarrajear los zócalos en la parte exterior de los muros.

En el Perú principalmente en la región andina los pobladores son los que elaboran sus propios abobes para la construcción de sus viviendas.

La construcción de viviendas a base de adobe tiene la ventaja de mantener de manera regular la temperatura en el interior ya que en horarios de altas temperaturas el adobe absorbe el calor y libera durante horarios de temperaturas bajas.

### **2.2.2.2. Fabricación del Adobe Tradicional.**

El procedimiento de elaboración de unidades de adobe desde la antigüedad se ha mantenido hasta la actualidad, primero se extrae la tierra del sitio luego se mezcla con agua en proporción adecuada seguidamente se adiciona paja o ichu en algunas ocasiones bosta de ganado, en el proceso de mezclado se pisa repetidamente utilizando caballos o burros dependiendo de la cantidad, volteando la mezcla hasta tres veces para lograr la plasticidad adecuada, se deja reposar

la mezcla durante 24 horas aproximadamente, luego se procede a moldear remojando la superficie interior de la adobera en cada moldeo, teniendo en cuenta que el lugar este explanado y limpio, finalmente se deja secar cuidando de que no afecte la fuerte radiación solar el cual puede causar fisuras por contracción a los 3 o 4 días de secado es recomendable voltear el adobe quitando alguna impureza que puede pegarse terminado el proceso de secado de apila las unidades de adobe en el tendal.

- **Selección de la Tierra Adecuada**

Para la elaboración del adobe es muy importante seleccionar la tierra adecuada, en general los pobladores utilizan la tierra del sitio o alrededores a la vivienda a construir previamente se debe separar restos vegetales y procurar utilizar la tierra por debajo de la capa de cultivo.

Según la norma E.080 (2017) la tierra a utilizar se debe verificar el contenido adecuado de arcilla mediante las pruebas indicadas en el Anexo N°1(prueba de enrollado) y Anexo N°2 (prueba de resistencia de arcilla o resistencia seca).

- **Preparación del Barro.**

teniendo la tierra seleccionada y a la vez removido se procede a mezclar con agua procurando la proporción adecuada seguidamente se adiciona el ichu o paja luego se procede a pisar y voltear hasta tres hasta que la mezcla quede homogénea, finalmente se deja en reposo por uno o dos días para que las partículas de la tierra usada se saturen en su totalidad, la preparación del barro se muestra en la figura 1.

## Figura 1

### *Preparación del Barro*



### **Elaboración de Adobes.**

El procedimiento en la elaboración de unidades de adobe, una vez preparado la mezcla se realiza el moldeo utilizando como herramienta la adobera en el cual se coloca la mezcla, se retira la mezcla excedente, terminando de dar la forma se retira la adobera jalando verticalmente, en cada moldeo se moja la adobera para que el barro no se pegue en la superficie interna de la adobera, en la región del Cusco las dimensiones de los adobes varían siendo los más usados longitudes de 40,50,60cm, las alturas varían de 10 a 16cm y anchos de 20 a 30cm, en la figura 2 se muestra los moldes utilizados para la elaboración de adobe.

## Figura 2

### *Elaboración del Adobe*



### **Secado del adobe**

En el proceso de secado del adobe influye factores como el clima logrando secar aproximadamente entre 3 a 4 semanas. En zonas donde el clima es cálido, este factor facilita el secado del adobe, pero también puede generar fisuras por contracción por secado rápido, es recomendable que los primeros días cubrir el adobe con paja o arpillera para proteger de la radiación solar y retirar progresivamente para lograr un secado óptimo. Se debe voltear la posición del adobe para tener un secado uniforme por todos los costados.

## Figura 3

### *Se Muestra el Secado del Adobe*



## **Tendal**

Es el área donde se realiza el secado y almacenamiento de adobes el cual debe estar nivelado, limpio y seco para garantizar el secado adecuado del adobe, seguidamente se muestra el almacenamiento de las unidades de adobe en la figura 4.

### **Figura 4**

*Almacenamiento de las Unidades de Adobe en el Tendal*



#### **2.2.2.3. Ventajas del Uso del Adobe Tradicional.**

- Los costos de elaboración de unidades de adobe son bajos ya que los insumos como la tierra y la paja o ichu se encuentran en el lugar.
- Básicamente se necesita mano de obra no calificada para la elaboración de unidades de adobe.
- Las construcciones de adobe debido al espesor de muro tienen buenas propiedades acústicas.
- El interior de las viviendas se mantiene frío en horarios de altas temperaturas y en horarios de bajas temperaturas calienta esto debido a la inercia térmica del adobe

que absorbe calor en altas temperaturas y en horario de bajas temperaturas disipa ese calor absorbido.

#### **2.2.2.4. Desventajas del Uso del Adobe Tradicional**

- El adobe es susceptible a la humedad provocada por las lluvias y, en ocasiones, por las inundaciones. Por esta razón, es necesario proporcionar longitudes adecuadas a los aleros en la cobertura y aumentar la altura de los sobrecimientos para proteger el adobe de la humedad del suelo.
- El número de pisos en construcciones de viviendas de adobe son generalmente de un piso y como máximo de dos pisos.

#### **2.2.3. Propiedades Físico-Mecánicas de la Unidad de Adobe.**

##### **2.2.3.1. Variación Dimensional.**

Según San Bartolomé (1994) Las dimensiones de la unidad se expresan en centímetros como largo x ancho x altura (L x b x h), donde el largo y el ancho corresponden a la superficie de asiento. La prueba de variación dimensional es esencial para determinar el espesor de las juntas de albañilería. Además, se ha observado que cada aumento de 3 mm en el espesor de las juntas horizontales (más allá del mínimo requerido de 10 mm) reduce la resistencia a compresión de la albañilería en un 15%, así como también disminuye su resistencia al corte (p. 115).

##### **2.2.3.2. Absorción.**

La absorción se define como «la medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería» (Gallegos & Casabonne, 2005, p. 39).

«Las pruebas serán realizadas en unidades enteras o especímenes cortadas de unidades enteras, los valores calculados de absorción y densidad de piezas reducidas serán considerados como representativas de la unidad entera» (NTP 399.604, 2002, p. 10)

### **2.2.3.3. Resistencia a Compresión.**

«La resistencia a la compresión es, por sí sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería. Los valores altos de la resistencia a la compresión señalan buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición» (Gallegos & Casabonne, 2005, p. 111).

«La resistencia a compresión expresa sólo la calidad de la unidad empleada, ensayada bajo las mismas condiciones (por ejemplo, a mayor resistencia se obtendrá una mejor durabilidad)» (San Bartolomé Á. , 1994, p. 115).

### **2.2.3.4. Resistencia a Tracción Indirecta o Tracción por Flexión.**

«La técnica de ensayo empleada consiste en someter la unidad a la acción de una carga concentrada (al centro) creciente, luego se calcula esfuerzo a tracción mediante la fórmula de flexión simple de resistencia de materiales» (San Bartolomé Á. , 1994, p. 116).

## ***2.2.4. Propiedades Mecánicas del Mortero de Barro***

El mortero tiene una función esencial en la mampostería de adobe ya que se encarga de adherir las unidades de adobe corrigiendo algunas irregularidades que la misma pueda tener, generalmente la composición del mortero en la albañilería tiene la misma composición que las unidades de adobe, por lo que es fundamental conocer sus propiedades mecánicas.

### **2.2.4.1. Resistencia del Mortero a Compresión.**

El ensayo de compresión del mortero se desarrolla solo con fines de controlar la calidad del mortero, se utiliza probetas los cuales no reflejan las condiciones reales que se producen en la junta porque a menor espesor de la junta se obtiene mayor resistencia y ocurre lo contrario a mayor espesor, también en el ensayo a menor altura de la probeta se obtiene mayor resistencia, Es conveniente que el mortero tenga una resistencia a compresión similar al de la unidad, a fin de

evitar su falla por aplastamiento y tratar de dar homogeneidad a la albañilería (San Bartolomé Á., 1994).

El ensayo de mortero a compresión se realiza en función a la norma NTP 399.613 (1999) en probetas de forma cilíndrica o prismática.

#### **2.2.4.2. Adherencia del Mortero.**

«La adhesión no es una propiedad absoluta, sino que se mide con relación a una unidad de albañilería, el ensayo se puede hacer por tracción directa o por flexión, siendo el más usual el ensayo de tracción directa, aplicando una fuerza de tracción directa a la cara de asiento en una maquina universal» (Arango Ortiz, 2002, pág. 32).

#### **2.2.5. Propiedades Mecánicas de la Mampostería de Adobe**

Para determinar las características de la mampostería de adobe, es esencial realizar ensayos que describan el comportamiento de la unidad de adobe en su conjunto.

En la presente investigación, se llevaron a cabo ensayos de compresión axial y compresión diagonal.

##### **2.2.5.1. Resistencia de la Mampostería de Adobe a Compresión Axial.**

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana 399.605 (2013), la resistencia a compresión axial de la mampostería de adobe se calcula mediante ensayo de compresión axial aplicando carga sobre la superficie neta de la muestra, en la presente investigación se ensayaron pilas de adobe de los 5 tipos.

##### **2.2.5.2. Resistencia de la Mampostería de Adobe a Compresión Diagonal.**

La resistencia máxima a compresión diagonal de la mampostería de adobe es fundamental para saber el comportamiento de los muros frente a la acción de las fuerzas laterales.

El ensayo de compresión diagonal se utiliza para calcular la resistencia a corte ( $V'_m$ ), también permite registrar las deformaciones diagonales si se instrumenta adecuadamente y estas deformaciones permiten calcular el módulo de corte de la mampostería ( $G_m$ ) (San Bartolomé, Quiun, & Silva , 2014).

### **2.2.5.3. Comportamiento Estructural de la Mampostería de Adobe**

Los muros de adobe tienen buena resistencia a cargas verticales generalmente en viviendas de uno o dos pisos, no obstante, los elementos de los entrepisos y techos deben estar fijados adecuadamente al muro mediante viga collar (Álvarez Guevara , 2015).

La resistencia a corte del muro depende de la capacidad de soportar las cargas horizontales como el sismo que actúan perpendicularmente al plano del muro.

## **CAPITULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **3.1. Formulación de la Hipótesis**

#### ***3.1.1. Hipótesis General***

El agregado grueso influye en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

#### ***3.1.2. Hipótesis Específicos***

##### **Hipotesis Especifica N°1**

El agregado grueso influye en la resistencia a compresión axial en las pilas de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

##### **Hipotesis Especifica N°2**

El agregado grueso influye en la resistencia a compresión diagonal en muretes de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del Cusco 2019.

## **3.2. Identificación de las Variables**

### ***3.2.1. Variable Independiente***

Agregado grueso

### ***3.2.2. Variables Dependientes***

Resistencia a compresión axial.

Resistencia a compresión diagonal.

### 3.3. Operacionalización de Variables

La operacionalización de variables se aplica a aquellas variables susceptibles de medición. En este caso, la variable independiente es el agregado grueso, mientras que las variables dependientes son la resistencia a compresión uniaxial y la resistencia a compresión diagonal.

**Tabla 1** Operacionalización de Variables.

Tipo de Variable	Variable	Indicador	Medición	Instrumento
<b>Variable Independiente (X)</b>	Agregado grueso	Adobe sin agregado grueso (Adobe tradicional con paja).	Kg (paja seca)	Balanza
		Adobe con agregado grueso	Kg (agregado grueso)	Balanza
<b>Variable Dependiente (Y)</b>	Resistencia a compresión axial	Esfuerzo de compresión axial	Kg/ cm <sup>2</sup>	Equipo de compresión. Norma E.080 (2017)
	Resistencia a compresión diagonal	Esfuerzo de compresión diagonal	Kg/ cm <sup>2</sup>	Equipo de compresión. Norma E.080 (2017)

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Enfoque de la Investigación**

La investigación seguirá un enfoque cuantitativo, ya que se recopilarán, medirán y se analizarán las variables implicadas, con el objetivo de determinar la influencia del agregado grueso en las propiedades mecánicas del adobe tradicional.

El nivel de investigación a desarrollar es experimental debido a la comparación (variación) que se realizara entre las propiedades físico - mecánicas del adobe tradicional con respecto a las unidades de adobe con adición agregado grueso, además de la elección de un grupo definido antes de realizar la investigación. Se manipulará el uso la cantidad de agregado grueso (variable independiente), y se determinará la influencia que tiene en las propiedades mecánicas de la mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos de la región del cusco 2019 (variable dependiente).

### **4.2. Tipo de Investigación**

Para la presente tesis el tipo de investigación que se realiza es descriptiva-explicativa, ya que después de elaboración de los adobes, estas se someten a ensayos seguidamente se describen los resultados, las propiedades mecánicas de cada tipo de adobe y permite explicar la influencia del agregado en el adobe tradicional.

### **4.3. Diseño de la Investigación**

Para realizar la presente investigación se procedió a seguir un esquema tradicional la que servirá de guía para la tesis investigación, seguidamente, se desarrolla el siguiente esquema:

#### **I. Tierra**

- a) Reconocimiento, identificación y registro fotográfico de las zonas en estudio.

- b) Muestreo y extracción de la materia prima (suelo)
- c) Ensayos en campo para selección del suelo
- d) Determinación de las propiedades del suelo.
  - Análisis Granulométrico del suelo
  - Peso Específico Relativo de los Suelos.
  - Contenido de Humedad.
  - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

## **II. Mortero**

- a. Construcción y características de los especímenes
  - Espécimen sin agregado grueso.
- b. Determinación de las propiedades mecánicas.
  - Ensayo de resistencia del mortero a la compresión.
  - Prueba de adherencia.

## **III. Adobe**

- a. **Construcción y características de los especímenes.**
  - Adobes sin agregado grueso (tradicional).
  - Adobes con agregado grueso.
- b. **Determinación de las propiedades físico - mecánicas.**
  - Variación dimensional
  - Absorción
  - Ensayo de Compresión axial.
  - Ensayo de tracción por flexión

## **IV. Pilas**

- a. Construcción y características de los especímenes.
  - Pilas de adobe sin agregado grueso.
  - Pilas de adobe con agregado grueso.
- b. Determinación de las propiedades mecánicas
  - Ensayo de Compresión axial.

**V. Muretes**

- a. Construcción y características de los especímenes.
  - Muretes de adobe sin agregado grueso.
  - Muretes de adobe con agregado grueso.
- b. Determinación de las propiedades mecánicas.
  - Ensayo de Compresión diagonal.

**4.3.1. Descripción y Cuantificación de la Muestra**

En total se sometieron a ensayo 123 especímenes cuyas dimensiones cumplen con las recomendaciones en la Norma E.080, en la tabla 2 se muestra la dosificación de cada tipo de adobe y en la tabla 3 se muestra también la cantidad de especímenes que fueron ensayadas en laboratorio.

**Tabla 2** *Contenido del Adobe*

Tipo de Adobes	Dosificación
Tipo A	Barro+0.35% de Paja
Tipo B	Barro+0.35% de paja +13.3% de Agregado Grueso
Tipo C	Barro+0.35% de Paja +18.3% de Agregado Grueso
Tipo D	Barro+0.35% de Paja +23.3% de Agregado Grueso
Tipo E	Barro+0.35% de Paja +28.3% de Agregado Grueso

**Tabla 3** *Número de Muestras*

Ensayos	Espécimen	Dimensión	N° de Muestras por Tipo					Parcial
			A	B	C	D	E	
Absorción/ Variación dimensional	Adobe	25.5 x 13 x 9.5 cm	4	4	4	4	4	20
Resistencia a la Compresión Simple	Adobe	10 x 10 x 10 cm	4	4	4	4	4	20
Resistencia a la Tracción	Adobe	25.5 x 13 x 9.5 cm	4	4	4	4	4	20
Resistencia del Mortero a la Compresión	Cilindro	10 x 5 cm	8					8
Prueba de la adherencia del mortero	Probeta	Tres piezas de adobe	3	3	3	3	3	15
Resistencia a la compresión axial	Pila	25.5 x 13 x 41cm	4	4	4	4	4	20
Resistencia a la compresión diagonal	Murete	52x 13 x 52 cm	4	4	4	4	4	20
<b>Total, de Muestras</b>								<b>123</b>

*Nota.* Fuente: Elaboración propia

#### **4.3.2. Ensayos Preliminares para Selección de Suelo Apto para la Elaboración de Abobes**

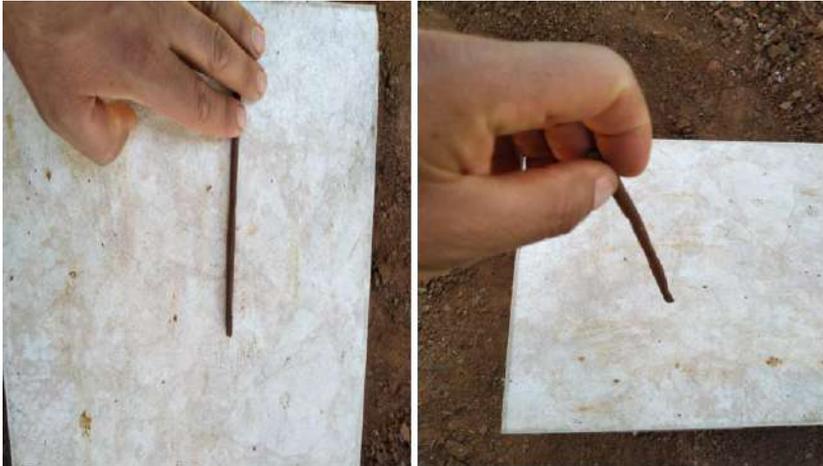
Para la elaboración de adobes se vio por conveniente extraer el suelo de la cercanía al laboratorio para realizar todos los ensayos respectivos, además se realizó las pruebas de campo indicadas en la norma E.080 (2017) en el anexo N°1 y N°2 que se describen a continuación:

##### **4.3.2.1. Prueba de Cinta de Barro.**

Esta prueba se realizó siguiendo las indicaciones en el anexo N°1 de la Norma E.080 (2017), se tomó una muestra de suelo el cual se humedeció con agua, con el barro se hizo manualmente cilindros de 12mm aproximadamente luego se aplano con los dedos pulgar e índice hasta formar una cinta de 4mm de espesor y se dejó descolgar, se observó que el material seleccionado logro alcanzar una longitud de 12cm, este resultado indica que la muestra de suelo tiene el contenido adecuado de arcilla para la elaboración de unidades de adobe.

## Figura 5

### *Prueba de Enrollado*



#### 4.3.2.2. Prueba de Resistencia Seca.

Para realizar esta prueba se siguió las indicaciones del Anexo N°2 de la norma E.080 (2017), se tomó la muestra de suelo se humedeció con agua, luego se formó manualmente 4 bolitas se dejó secar durante 48 horas en un ambiente libre de humedad, transcurrido el tiempo de secado se observó que las bolitas no presentaron ninguna fisura, se procedió a presionar con los dedos índice y pulgar con fuerza en el cual ninguno se quebró, este resultado indica que la muestra de suelo tiene contenido adecuado de arcilla y es apto para elaborar unidades de adobe.

## Figura 6

### *Prueba de Resistencia Seca*



### **4.3.3. Extracción de la Muestra**

#### **4.3.3.1. Suelo.**

La extracción del suelo se realizó en el exterior del Laboratorio de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil, para esta actividad utilizamos herramientas manuales pico, pala, cubetas y carretilla, por la cercanía nos permitió elaborar los especímenes en el mismo lugar, la cantidad total extraído para el uso en elaboración de unidades de adobe y mortero fue aproximadamente de 3.5 metros cúbicos, la extracción se realizó cumpliendo previamente las pruebas indicadas en el anexo N°1 y N°2 de la Norma Técnica E.080 (2017).

#### **Figura 7**

*Extracción del Suelo*



#### **4.3.3.2. El ichu.**

El ichu es una especie vegetal propio de las zonas altoandinas de América sirve de alimento para la fauna silvestre de la zona, también tiene diversos usos como: forraje para animales domésticos, para la elaboración de sogas, como aditivo para la elaboración de adobes, para cubrir la cobertura de viviendas y otros.

La extracción del ichu se realizó en el distrito de Zurite, provincia de Anta-Cusco, teniendo en cuenta que las muestras de adobe también provienen del mismo lugar.

A continuación, se muestra la extracción del ichu en la figura 8.

### **Figura 8**

*Extracción del Ichu*



#### **4.3.3.3. Muestra de adobe (M-2)**

Se extrajeron muestras de adobe de la Casa Cabildo del distrito de Zurite que es un monumento arqueológico que por su distribución y forma rectangular corresponde a la época virreinal con cimientos de piedra y muros de adobe de dos niveles.

### **Figura 9**

*Extracción de Adobes*



#### **4.3.4. Descripción de Materiales**

##### **4.3.4.1. Suelo.**

Para describir las propiedades físicas del suelo y su composición es muy importante realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

##### **4.3.4.1.1. Contenido de Humedad**

«La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas» (NTP 339.127, 1999, p. 1).

##### **a) Procedimiento de Ensayo**

El procedimiento se realizó en base a la norma técnica 339.127 (1999) el espécimen de ensayo es una pequeña cantidad tomado del total del material y los resultados obtenidos será representativo de la naturaleza de contenido de humedad de todo el material, la muestra extraída se coloca en capsulas metálicas se procede a pesar y luego se coloca en el horno durante 24 horas, finalmente la muestra seca se retira y se pesa.

##### **b) Cálculo del Contenido de Humedad**

Se procedió a medir el peso de la muestra suelo húmedo, después de haber sometido a secado al horno durante aproximadamente 24 horas se pesó nuevamente, éste peso representa el peso de las partículas sólidas del suelo. La pérdida de peso se debe a la evaporación del agua durante el secado y este representa el peso total del agua contenido inicialmente en el suelo húmedo. (NTP 339.127, 1999).

El contenido de humedad del suelo se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$W = \frac{W_w(\text{gr})}{W_s(\text{gr})} \times 100$$

Realizado el ensayo el contenido de humedad de la muestra suelo se obtiene 6.68% según los resultados de la tabla 4.

**Tabla 4** *Contenido de Humedad del Suelo*

Muestras	W <sub>1</sub> (gr)	W <sub>2</sub> (gr)	W <sub>3</sub> (gr)	W <sub>s</sub> (gr)	W <sub>w</sub> (gr)	W(gr)
Muestra 01	123.71	119.63	60.32	59.31	4.08	6.88%
Muestra 02	122.99	119.15	60.47	58.68	3.84	6.54%
Muestra 03	113.28	109.93	59.25	50.68	3.35	6.61%
					Promedio	6.68%

*Nota.* W<sub>1</sub> peso del suelo húmedo + capsula, W<sub>2</sub> peso del suelo seco + capsula, W<sub>3</sub> peso de la capsula, W<sub>s</sub> peso del suelo seco, W<sub>w</sub> peso del agua, W humedad.

#### **4.3.4.1.2.      *Peso específico relativo de los suelos***

«El peso específico relativo de las partículas sólidas es la relación entre el peso en aire del volumen de un material, a una temperatura indicada y el peso en aire del volumen de agua a la misma temperatura» (NTP 339.131, 1999).

##### **a)      Procedimiento de ensayo**

Se procedió a medir el peso del recipiente en el cual se puso la muestra que previamente se tamizo haciendo pasar por la malla N°4, una vez retirado del horno se pesó 250 gramos de dicho material, seguidamente se pesó el picnómetro con el contenido de agua hasta la marca medido de 0.5 litros, se eliminó una cantidad de agua para permitir la entrada de la muestra de suelo, se extrajo el aire con una bomba de vacío, al final se aforó y se pesó el frasco con todo el contenido.

##### **b)      Cálculo del peso específico relativo del suelo**

El cálculo se muestra en la tabla 5 y se realizó aplicando la formula siguiente:

$$G_s = \frac{W_s}{G_{fw} + W_s - W_{fws}}$$

**Tabla 5** *Peso Específico Relativo*

Muestra	M-1
Peso seco del suelo en gramos (gr)	250
Peso del picnómetro + peso del agua en gramos (gr)	637.56
Peso del picnómetro + peso del suelo + peso del agua en gramos(gr)	793.51
Peso Específico Relativo	2.66

*Nota.*  $G_s$ : Peso específico de las partículas sólidas del suelo,  $W_s$ : Peso seco del suelo en gramos (gr),  $W_{fw}$ : Peso del picnómetro + peso del agua en gramos (gr),  $W_{fws}$ : Peso del picnómetro + peso del suelo + peso del agua en gramos(gr)

#### **4.3.4.2. Análisis Granulométrico por Tamizado.**

El análisis granulométrico de una muestra suelo consiste hacer pasar por una cantidad de mallas o tamices superpuestos con abertura de mayor a menor, este proceso se realiza con la finalidad de determinar de qué forma están distribuidas las partículas del suelo.

##### **a) Procedimiento de Ensayo**

Se procede a tomar una muestra de suelo, seguidamente la misma se divide en cuatro partes y se toma de manera aleatoria uno de estos cuartos. Luego se procede secar en el horno durante 24 horas. Después del secado se retira del horno y se procede a lavar utilizando el tamiz N°200 con el fin de hacer pasar por este tamiz las arcillas y limos, seguidamente las partículas que quedan retenidos en la malla N°200 se pone al horno para el secado durante 24 una vez retirado del horno se procede a tamizar teniendo en cuenta las recomendaciones de la norma NTP 339.128 (1999).

**Figura 10**

*Ensayo de Análisis Granulométrico*



#### **4.3.4.2.1. Análisis Granulométrico de la Muestra del Suelo M-1.**

Según los requisitos generales establecido en la norma E.080 (2006) para la unidad de adobe la gradación recomendada del suelo es de 10 a 20% de arcilla, 15 a 25% de limo, 55 a 70% de arena, no se debe utilizar suelos que tengan presencia de restos orgánicos.

Se procedió a realizar el ensayo de granulometría en base a la norma NTP 399.128, (1999), tomando una muestra de suelo natural de 1454.35gr que fue sometido a ensayo del cual se obtuvo los siguientes resultados: los limos y arcillas representan el 59.48% , la arena 35.53% y agregado grueso de 4.99%.

**Tabla 6** *Ensayo Granulométrico de la Muestra M-1*

Peso seco antes del lavado=1345.65gr			Peso seco después del lavado=545.32gr				
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido	Peso retenido corregido	% Retenido	% Peso retenido acumulado	Peso que pasa	% Peso que pasa
3/8''	9.5	0.00	0.00	0.00%	0.00%	545.32	100.00
N°4	4.75	67.02	67.18	12.32%	12.32%	478.14	87.68
N°8	2.36	120.85	121.13	22.21%	34.53%	357.01	65.47
N°16	1.18	98.90	99.13	18.18%	52.71%	257.88	47.29
N°30	0.6	72.53	72.70	13.33%	66.04%	185.18	33.96
N°50	0.3	62.60	62.75	11.51%	77.55%	122.43	22.45
N°100	0.150	55.65	55.78	10.23%	87.78%	66.65	12.22
N°200	0.075	66.49	66.65	12.22%	100.00%	0.00	
CAZUELA		1.28					

**Tabla 7** *Gradación de la Muestra*

Componentes	Porcentaje según norma E-080 (2006).	Resultados del ensayo
Limo	15% a 25%	59.48%
Arcilla	10% a 20%	
Arena	55% a 70%	35.53%

*Nota.* En la composición de la muestra se encontró agregado grueso la cantidad de 67.18g que representa 4.99% del total.

#### **4.3.4.2.2. Análisis Granulométrico de la Muestra del Suelo M-1 Corregido.**

Con el objetivo de lograr la gradación adecuada según los requisitos establecidos en la norma E.080 se agregó arena gruesa al suelo, tomo 1565.33gr de muestra y se procedió a realizar nuevamente el ensayo de granulometría como en el caso anterior, se muestra los resultados del ensayo de granulometría en la tabla 8.

**Tabla 8 Tamizado de la Muestra M-1 Corregido**

Peso seco antes del lavado=1454.35gr				Peso seco después del lavado= 812.82gr			
Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido	Peso retenido corregido	% Retenido	% Peso retenido acumulado	Peso que pasa	% Peso que pasa
3/8''	9.5	0.00	0.00	0.00%	0.00%	812.82	100.00
N°4	4.75	83.38	83.57	10.28%	12.32%	729.25	89.72
N°8	2.36	149.52	149.86	18.44%	34.53%	579.39	71.28
N°16	1.18	147.82	148.15	18.23%	52.71%	431.24	53.05
N°30	0.6	138.20	138.51	17.04%	66.04%	292.73	36.01
N°50	0.3	129.68	129.97	15.99%	77.55%	162.75	20.02
N°100	0.150	89.24	89.44	11.00%	87.78%	73.31	9.02
N°200	0.075	73.14	73.31	9.02%	100.00%	0.00	
CAZUELA		1.84					

**Tabla 9 Gradación de la Muestra M-1 Corregido**

Componentes	Porcentaje según norma E-080 (2006).	Resultados del ensayo
Limo	15% a 25%	44.11%
Arcilla	10% a 20%	
Arena	55% a 70%	55.89%

#### 4.3.4.2.3. Análisis Granulométrico de la Muestra M-2.

Se prosiguió de la misma forma que los casos anteriores en el cual se realizó este ensayo a la muestra de adobe extraído del monumento histórico de casa cabildo del distrito de Zurite como se muestra en la figura 11.

**Figura 11**

*Tamizado de la Muestra M-2*



**Tabla 10** *Tamizado de la Muestra M-2*

---

Peso seco antes de lavar =3688.32gr, Peso seco después de lavar =1892.06gr  
 Peso del ichu y otros vegetales =71.03gr, Peso de arcilla y limos =1725.23gr  
 Peso del agregado grueso =674.97gr, Peso de la Arena =1217.09gr.

---

Tamiz	Peso retenido	Peso retenido Corregido	% Peso retenido	Peso que pasa	% Peso que pasa
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	1892.06	100%
1"	131.56	131.56	6.97%	1760.10	93.03%
3/4"	141.77	141.77	7.52%	1617.91	85.51%
1/2"	136.94	136.94	7.26%	1480.55	78.25%
3/8"	101.66	101.66	5.39%	1378.59	72.86%
N°4	163.04	163.04	8.64%	1215.05	64.22%
N°8	127.05	128.00	6.77%	1087.05	57.45%
N°16	110.00	110.95	5.86%	976.10	51.59%
N°30	121.49	122.44	6.47%	853.66	45.12%
N°50	206.25	207.21	10.95%	646.45	34.17%
N°100	255.53	256.48	13.56%	389.97	20.61%
N°200	391.06	392.01	20.72%		
Cazuela	5.71				

---

**Tabla 11** Composición de la Muestra de Adobe M-2.

Componentes	Peso (gr)	Porcentaje (%)
Arcilla y Limos	1725.23	46.78%
Arena	1217.09	33.00%
Agregado Grueso	674.97	18.30%
Ichu y otros vegetales	71.03	1.93%

*Nota.* En la tabla 11 se muestran la composición de la muestra M-2, según los resultados de la tabla 10.

#### 4.3.4.3. Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

La clasificación de la muestra de suelo se realizó tomando los resultados de la tabla 12 y tabla 13, según los resultados obtenidos en la tabla 14 se concluye que la clasificación del suelo corresponde a SC arena arcillosa.

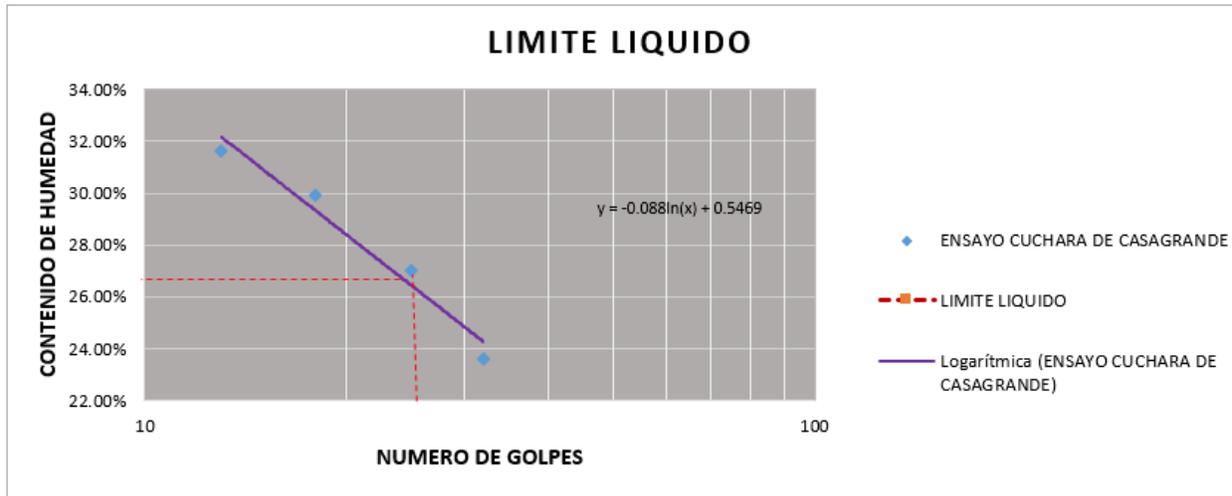
**Tabla 12** Limite Líquido.

Muestras	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_s$	$W_w$	W	Nº de Golpes
Muestra 01	78.63	74.37	60.90	13.47	4.26	31.63%	13
Muestra 02	72.00	68.87	58.41	10.46	3.13	29.92%	18
Muestra 03	70.85	68.09	57.88	10.21	2.76	27.03%	25
Muestra 04	74.40	71.54	59.43	12.11	2.86	23.62%	32
Humedad Promedio =						28.05%	

*Nota.*  $W_1$  peso del suelo húmedo + capsula,  $W_2$  peso del suelo seco + capsula,  $W_3$  peso de la capsula,  $W_s$  peso del suelo seco,  $W_w$  peso del agua, W humedad.

**Figura 12**

*Limite Liquido*



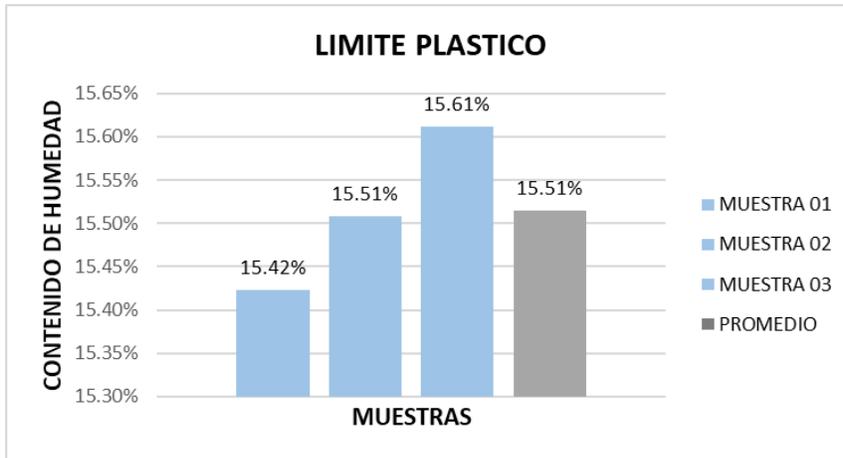
**Tabla 13** Limite Plástico.

Muestras	$W_1$	$W_2$	$W_3$	$W_s$	$W_w$	W
Muestra 01	26.60	25.98	21.96	4.02	0.62	15.42%
Muestra 02	27.44	26.86	23.12	3.74	0.58	15.51%
Muestra 03	43.43	43.06	40.69	2.37	0.37	15.61%
Humedad Promedio =						15.51%

*Nota.*  $W_1$  peso del suelo húmedo + capsula,  $W_2$  peso del suelo seco + capsula,  $W_3$  peso de la capsula,  $W_s$  peso del suelo seco,  $W_w$  peso del agua, W humedad.

**Figura 13**

Limite Plástico.



**Tabla 14** Índice de plasticidad (IP).

IP = LL-LP	
Limite Líquido	26.70%
Limite Plástico	15.51%
Índice de Plasticidad	11.19%

*Nota.* Con los datos de la Tabla 12 y Tabla 13, se tiene el cálculo de índice plástico en la tabla 14.

#### 4.3.5. Preparación de Especímenes

Para el proceso de elaboración de muestras se tomó en cuenta las recomendaciones de la norma E.080 (2017), para luego someter a los ensayos programados con el objetivo de describir las propiedades mecánicas.

##### 4.3.5.1. Unidades de Adobe.

En la preparación de las diferentes unidades de adobe se realizó el siguiente procedimiento:

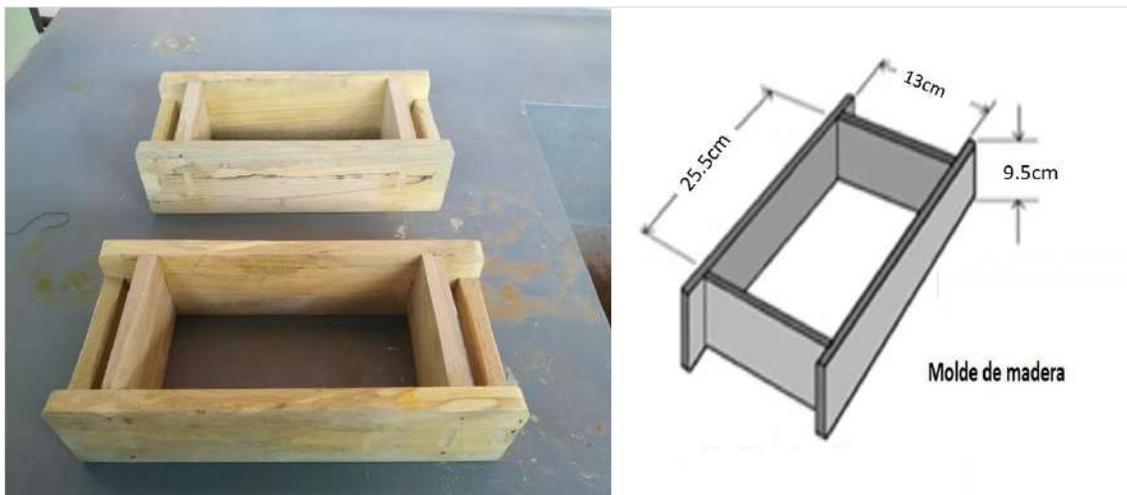
##### A. Dimensionamiento de los Componentes de la Unidad de Adobe

Para la elaboración de unidades se tomó referencia las indicaciones de la Norma E.080 en el artículo 18, donde menciona que el largo del adobe debe ser aproximadamente equivalente al doble del ancho y que su altura debe estar entre 8cm y 12cm.

Para tener facilidad en la elaboración asignamos los valores de 25.5 cm de largo, 13 cm de ancho y 9.5 cm de altura, también se asignó medida a la longitud del ichu utilizado en esta investigación por fines de trabajabilidad de eligió la media de 7cm de longitud, esta medida nos ayudó a tener mejor manejabilidad en la elaboración de las unidades de adobes.

### **Figura 14**

*Dimensiones de Adobera o Molde de Madera*



### **B. Dosificación para la Preparación del Barro**

La dosificación se realizó teniendo en cuenta los componentes como tierra, agua, ichu y agregado grueso, se elaboró la cantidad total 500 unidades de adobe, se distribuyó en 5 tipos de unidades con diferentes porcentajes de agregado grueso con porcentajes constantes de suelo, ichu y agua, el porcentaje de agregado grueso de tomo en cuenta en base al total de la mezcla. Teniendo en cuenta algunas recomendaciones de la Norma E.080, se calculó la cantidad total de los componentes en kilogramos tales como agregado grueso, suelo ,agua, también se calculó la

cantidad requerida de ichu con un porcentaje constante de 0.35% en relación al peso seco del suelo para los 5 tipos de adobes, la dosificación se realizó en relación a los pesos secos de los componentes suelo, agregado grueso e ichu, para la cantidad de agua se tomó en cuenta el contenido de humedad del suelo que influye en el mezclado y consideró las recomendaciones de la Norma E.080 donde establece la cantidad máxima de agua para elaboración de unidades de adobe es el 20% en relación al peso seco del suelo, se resume de la siguiente forma para cada tipo de adobe:

**Tabla 15** *Dosificación de los Componentes para la Preparación del Barro*

Tipo de Adobe	Suelo Seco (S.S)	Ichu	Agregado Grueso	Agua	Muestra Resultante(T)
Tipo A	(SS) <sub>1</sub>	0.35%(SS) <sub>1</sub>	-	18%(SS) <sub>1</sub>	T1
Tipo B	(SS) <sub>2</sub>	0.35%(SS) <sub>2</sub>	13.3%(T2)	18%(SS) <sub>2</sub>	T2
Tipo C	(SS) <sub>3</sub>	0.35%(SS) <sub>3</sub>	18.3%(T3)	18%(SS) <sub>3</sub>	T3
Tipo D	(SS) <sub>4</sub>	0.35%(SS) <sub>4</sub>	23.3%(T4)	18%(SS) <sub>4</sub>	T4
Tipo E	(SS) <sub>5</sub>	0.35%(SS) <sub>5</sub>	28.3%(T5)	18%(SS) <sub>5</sub>	T5

*Nota.* (SS)<sub>1</sub>, (SS)<sub>2</sub>, (SS)<sub>3</sub>, (SS)<sub>4</sub>, (SS)<sub>5</sub> : Peso Seco del suelo para cada tipo de adobe, T1: peso total de la mezcla (suelo seco + ichu), T2, T3, T4, T5: peso total de la mezcla (suelo seco + agregado grueso + ichu)

**Tabla 16** *Resultados de Dosificación en la Elaboración del Adobe*

Tipo de Adobe	Peso del Suelo (kg)		Ichu %	Ichu Peso (kg)	Agregado Grueso		Agua(kg)	Muestra Resultante (kg)
	Húmedo	Seco			%	Peso(kg)		
Tipo A	600	559.9	0.35%	1.96	0.00%	0.00	100.78	561.9
Tipo B	585	545.9	0.35%	1.91	13.30%	84.04	98.26	631.9
Tipo C	585	545.9	0.35%	1.91	18.30%	122.71	98.26	670.5
Tipo D	585	545.9	0.35%	1.91	23.30%	166.42	98.26	714.3
Tipo E	565	527.3	0.35%	1.85	28.30%	208.84	94.91	737.9

### C. Preparación del Barro

Una vez seleccionado todos los componentes se procedió a realizar el mezclado para cada tipo de adobe teniendo en cuenta su respectiva dosificación, para eso se contó con cilindros en el cual se realizó el mezclado, la dosificación se realizó utilizando balanza digital en el cual se pesó cada uno de los componentes de la mezcla.

Se humedeció el suelo, se removió volteando toda la masa 2 veces con pala, se hizo el pisado y se dejó reposar bajo techo durante 24 horas cubriendo con plástico para evitar pérdida de humedad de la mezcla, al día siguiente se adiciono los otros componentes tales como el agregado grueso y el ichu, se procedió a remover volteando la mezcla 3 veces utilizando pala, nuevamente se dejó reposar toda la mezcla durante 24 horas.

Este proceso se realizó de igual forma para los 5 tipos de adobe con un total de reposo de 48 horas.

**Figura 15**

*Preparación del Barro*



#### **D. Elaboración de Unidades de Adobe**

Una vez preparado el barro y teniendo limpio el área de preparación, se procedió previamente a remojar las adoberas, se colocó la cantidad aproximada de barro dentro de la adobera, se moldeó, se retiró el barro excedente del molde, utilizando badilejo se pulió la cara superior del adobe y finalmente se retiró lentamente la adobera; repitiendo este proceso para cada unidad de adobe.

#### **Figura 16**

*Elaboración de Unidades de Adobe*



#### **E. Secado de las Unidades de Adobe**

Las unidades de adobe se dejaron secar sobre planchas de madera y éstas a su vez apoyados sobre áreas de piso nivelado, el tiempo de secado fue de un mes a más teniendo en cuenta las recomendaciones de la Norma E.080, este proceso se hizo bajo techo para evitar fisuras por contracciones por secado brusco producido por la radiación solar y para proteger de agentes externos como lluvias y vientos.

**Figura 17**

*Secado del Adobe*



#### **4.3.5.2. Testigos Cilíndricos de Mortero de Barro**

##### **A. Preparación de Mortero de Barro**

Se realizó el mismo procedimiento que se hizo para la elaboración de las unidades de adobe mezclando suelo, ichu y agua, esta vez se tomó la longitud de 5cm para el ichu.

**Figura 18**

*Preparación del Mortero de Barro*



## **B. Elaboración de Testigos Cilíndricos**

Se elaboro especímenes cilíndricos de 5x10cm (diámetro x altura), se procedió a colocar el barro en 3 etapas removiendo la mezcla en cada etapa para evitar que queden espacios vacíos en el cilindro, finalmente se pulió la superficie de acabado, se dejó secar durante dos días y se retiró el molde y finalmente se dejó secar durante 28 días, en total se elaboraron 10 especímenes de los cuales 8 se sometieron a ensayo.

### **Figura 19**

*Preparación de Cilindros de Mortero*

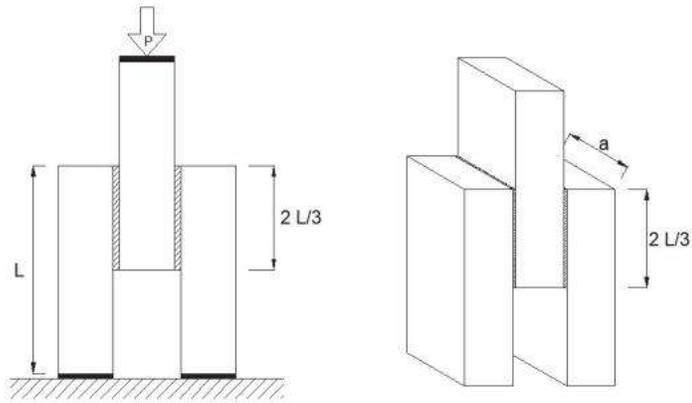


### **4.3.5.3. Probetas de Tres Piezas para Prueba de Adherencia.**

Para el procedimiento del ensayo de adherencia de mortero se preparó especímenes con tres unidades de adobe enteras, uniendo con mortero de barro de espesor 1.cm las dos terceras partes de la superficie del adobe, el primer y tercer adobe deben tener posición paralela, así como se muestra en la figura 20, se prepararon 3 de cada tipo de adobe en total se prepararon 15 especímenes, se dejó secar durante 28 días.

**Figura 20**

*Disposición de Tres Piezas de Adobe para la Prueba de Adherencia*



*Nota.* Fuente: Norma Mexicana NMX-C-082 C1974

**Figura 21**

*Preparación de especímenes para la prueba de adherencia*



#### 4.3.5.4. Pilas de Mampostería de Adobe

El procedimiento de elaboración de pilas de adobe se realizó siguiendo las recomendaciones en el artículo 8.4 de la norma E.080, para lo cual se utilizó 4 unidades de adobe uniendo con mortero de 1cm de espesor, cada espécimen se elaboró sobre tabla de madera colocado a nivel en el piso y sobre ella se colocó caping de mortero compuesto de yeso y cemento seguidamente se colocó el primer adobe, a partir del segundo adobe se utilizó el mortero de barro, para cada espécimen se utilizó nivel de mano y plomada para controlar el nivel horizontal y vertical de la pila, se dejó secar 28 días para luego someter al ensayo de compresión.

Se fabricaron en total 20 especímenes dimensiones de 13 x 25.5 x 41cm (largo x ancho x altura), agrupados en cinco por cada tipo de adobes.

#### Figura 22

##### *Preparación de Pilas de Adobe*



#### 4.3.5.5. Muretes de Mampostería de Adobe

El procedimiento para la elaboración de muretes se realizó en referencia al artículo 8.5 de la norma E.080 para el cual se utilizó unidades enteras y mitades de adobe, la dimensión de los especímenes fue de 52 cm x 13 cm x 52cm con espesor 1cm en las juntas, como en el caso anterior se utilizó las mismas herramientas que se usaron en la elaboración de pilas de adobe,

también se colocó caping de yeso y cemento para colocar la primera hilada de adobes, se dejó secar durante 28 días para luego someter cada espécimen al ensayo, en total se fabricaron 20 especímenes 4 de cada tipo de adobe.

### Figura 23

*Preparación de Muretes de Adobe*



#### 4.3.6. Programa de Ensayos Experimentales

##### 4.3.6.1. Variación Dimensional.

###### a) Procedimiento de Ensayo

Para el procedimiento de ensayo de variación dimensional se tomó como referencia la norma NTP 399.613(1999), en el cual se mide las aristas del espécimen (largo, ancho y altura) se toma el promedio de las 4 medidas en cm, para esto se tomó de manera aleatoria unidades de cada tipo como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17** Muestras según Tipo de Adobe para Ensayo de Variación Dimensional

Tipo de Adobe	Cantidad de Muestra
Tipo A	4
Tipo B	4
Tipo C	4
Tipo D	4
Tipo E	4
Total	20

## Figura 24

*Selección Aleatoria de Especímenes de cada Tipo de Adobe.*



*Nota.* Se realizó la medición del largo, ancho y altura se realizó en todas las aristas desde puntos medios de los bordes que lo limitan.

### **b) Cálculo de Variación Dimensional**

Para el cálculo de variación dimensional primero realizamos la medida de las aristas cada espécimen luego calculamos el promedio ( $D_P$ ), teniendo la dimensión nominal de la adobera ( $D_N$ ) se aplica la siguiente formula y el resultado se expresa en unidades porcentuales.

$$\%V = \frac{(D_N - D_P)}{D_N} \times 100$$

Donde:

% V: variación dimensional

$D_N$  : Dimensión Nominal

$D_P$ : Dimensión Promedio

### **4.3.6.2. Absorción.**

#### **a) Procedimiento de Ensayo**

Para el procedimiento del ensayo de absorción se seleccionó especímenes de forma aleatoria de cada tipo de adobe como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18** *Muestras de Unidades de Adobe para Ensayo de Absorción*

Tipo de Adobe	Cantidad de Muestras
Tipo A	3
Tipo B	3
Tipo C	3
Tipo D	3
Tipo E	3
Total	15

Este ensayo se realizó en base a la Norma NTP 399.604 (2002), con el objetivo de describir el comportamiento de los adobes cuando están expuestas al agua, se procedió a sumergir los especímenes en el agua dentro de recipientes y se observó que las unidades se desintegraron aproximadamente en 25 minutos.

**b) Cálculo de la Absorción**

El cálculo de absorción de las unidades de adobe se determina aplicando la siguiente formula y se expresa en unidades porcentuales.

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

Donde:

$W_s$  : Peso seco de la unidad de adobe

$W_d$  : Peso saturado de la unidad de adobe

Se procede a promediar los resultados para cada tipo de adobe y estos promedios representan al total de las muestras de cada tipo de adobe.

**4.3.6.3. Resistencia a Compresión.**

**a) Montaje e Instrumentación**

Este ensayo se realizó en laboratorio, utilizando la máquina de compresión donde se aplicó carga a una velocidad de 0.22mm/min, el equipo nos da como resultado la carga aplicada en cada unidad de adobe, en total se ensayaron 20 especímenes como se muestra en la tabla 19.

**Tabla 19** Muestras de Adobe de 10x10x10cm para el Ensayo de Compresión

Tipo de Adobe	Cantidad de Muestra
Tipo A	4
Tipo B	4
Tipo C	4
Tipo D	4
Tipo E	4
Total	20

**b) Procedimiento de Ensayo**

Según indica la Norma Técnica Peruana E.080 (2017) en el artículo 8 para determinar la resistencia del material de tierra se mide mediante la compresión de cubos de adobe de 0.1m de arista, en superficies inferior y superior se colocaron formas de triplay para que la carga se distribuya de manera uniforme en toda la superficie del espécimen, finalmente se aplicó la carga hasta el momento de falla, este procedimiento se realizó para cada tipo de unidad de adobe.

**Figura 25**

*Descripción del Ensayo de Compresión para Unidades de Adobe de 10cm de Arista*



Nota.colocación del adobe de forma centrada.

### c) Cálculo de la Resistencia a Compresión

Para el cálculo se aplicó la siguiente formula:

$$f_0 = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

$f_0$  : Resistencia a Compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

$P_{max}$  : Carga máxima en el momento de falla de la unidad de adobe.

A: Área transversal (cm<sup>2</sup>)

Teniendo los resultados se calculó los promedios de  $f_0$  para cada tipo de adobe, luego se determinó la desviación estándar ( $\sigma$ ), finalmente la resistencia a compresión representativa de la unidad de adobe ( $f'_0$ ) será igual a ( $f_0 - \sigma$ ) para cada tipo de adobe.

#### 4.3.6.4. Resistencia a Tracción Indirecta o Tracción por Flexión.

##### a) Montaje e Instrumentación

Los ensayos de tracción de unidades de adobe se realizaron en la maquina universal, la carga sobre las unidades se aplicó a una velocidad de 0.15mm/min, el equipo de ensayo nos dio los resultados de carga aplicada y el desplazamiento vertical.

Se ensayaron 4 unidades de adobe cada tipo y estas fueron seleccionados aleatoriamente siendo un total 20 unidades de 25.5 x 13cm x 9.5cm como se muestra en la tabla 20.

**Tabla 20** Muestras de Unidades Adobe para Ensayo de Tracción Indirecta

Tipo de Adobe	Cantidad de Muestra
Tipo A	4
Tipo B	4
Tipo C	4
Tipo D	4
Tipo E	4

**Figura 26***Instrumentación para Ensayo de Tracción Indirecta***b) Procedimiento de Ensayo**

El ensayo de tracción por flexión se hizo siguiendo las indicaciones de la Norma ASTM C – 67 para lo cual se realizó las mediciones de las longitudes, anchos y alturas de los especímenes, luego se marcó los dos puntos de apoyo que distan aproximadamente una pulgada (25mm) de los extremos y también se marcó el punto central, se hizo lo mismo para cada espécimen ubicando en el punto central, finalmente se aplicó la carga concentrada al centro del espécimen hasta el momento de falla.

**Figura 27***Descripción del Ensayo a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe*

*Nota.* En la figura 27 se muestra las unidades de adobe sobre los puntos de apoyo distantes a 19.60 cm aproximadamente, y equidistante a los extremos del adobe.

### c) **Cálculo de la Resistencia a Tracción**

La resistencia a tracción por flexión en las unidades de adobe se calculó aplicando la fórmula de flexión simple:

$$f_t = 1.5 \left( \frac{P_{max} * L}{b * h^2} \right)$$

Donde:

$f_t$ : Resistencia a tracción por flexión (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{max}$ : carga máxima aplicada a la unidad de adobe en el momento de falla (kg)

L: longitud entre los apoyos (cm)

b: ancho del adobe (cm)

h: altura del adobe (cm)

Teniendo los resultados de resistencia a tracción ( $f_t$ ), se calculamos el promedio de cada tipo de adobe, seguidamente la desviación estándar ( $\sigma$ ), finalmente la resistencia a tracción por flexión de la unidad de adobe de cada tipo será ( $f'_t$ ), igual a ( $f_t - \sigma$ ).

## **4.3.6.5. Ensayos para Determinar las Propiedades Mecánicas del Mortero**

### **4.3.6.5.1. Resistencia a Compresión del Mortero.**

#### **a) Montaje e Instrumentación**

Se ensayaron 9 especímenes cilíndricos de mortero de barro de 5cm x 10cm (diámetro x altura) en la maquina universal, los especímenes ensayados tienen la misma composición que las unidades del tipo A, la carga se aplicó a una velocidad de 0.25mm/min hasta el momento de falla, obtuvimos resultados de la carga aplicada y el desplazamiento vertical.

## Figura 28

### *Instrumentación en el Proceso de Ensayo a Compresión de Mortero de Barro*



### b) Procedimiento de Ensayo

Se colocó los cilindros de mortero de barro de forma centrada sobre el apoyo y en posición vertical, se procedió a aplicar la carga hasta el momento de falla.

## Figura 29

### *Descripción de Ensayo a Compresión de Mortero de Barro*



*Nota.* Colocación del espécimen en la base de apoyo y aplicación de carga hasta el momento de falla.

### c) Cálculo de la Resistencia del Mortero a Compresión

La resistencia a compresión de los cilindros de mortero de barro se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$f_{0_{mor}} = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

$f_{0_{mor}}$ : resistencia del mortero de barro a compresion (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{max}$ : carga maxima aplicada al cilindro de mortero de barro en el momento de falla (kg)

A : area transversal del cilindro(cm<sup>2</sup>)

Con la resistencia a compresión obtenido para los especímenes de cilindro de mortero de barro ( $f_{0_{mor}}$ ), luego se determina el promedio de los resultados y se calcula la desviación estándar ( $\sigma$ ), finalmente la resistencia a compresión del cilindro de mortero de barro característico ( $f'_{0_{mor}}$ ) será:  $f'_{0_{mor}} = f_{0_{mor}} - \sigma$ .

#### 4.3.6.5.2. Ensayo de Adherencia del Mortero

##### a) Montaje e Instrumentación

Los ensayos de adherencia del mortero se realizaron en la maquina universal, se ensayaron 3 especímenes de cada tipo de adobe en total 15, se aplicó carga a una velocidad de 0.25mm/min.

**Figura 30**

*Instrumentación de Probetas para el Ensayo de Adherencia*



**b) Procedimiento de Ensayo**

El ensayo de adherencia del mortero se realizó mediante compresión de los especímenes en base a la Norma Mexicana NMXC-082C1974, se colocó cada espécimen sobre el apoyo en posición vertical y centrada, en la parte superior se colocó formas de triplay para que la carga se distribuya de manera uniforme en la superficie, finalmente se aplicó la carga hasta el momento de falla.

## Figura 31

### Descripción de Ensayo de Compresión en Probetas de Tres Unidades de Adobe



(a)

(b)

Nota:(a) Posición de las probetas, (b) aplicación de carga.

#### c) Cálculo del Esfuerzo de Adherencia del Mortero

El cálculo de esfuerzo de adherencia del mortero se obtuvo aplicando la siguiente

formula:

$$f_{0A} = \frac{P_{max}}{S}$$

De la figura 19 de preparación de especímenes

$$S = 2 * \frac{2L}{3} * a$$

Por lo tanto, la formula se deduce a los siguiente:

$$f_{0A} = \frac{3P_{max}}{4aL}$$

Donde:

$f_{0A}$ : Esfuerzo de adherencia del mortero (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{max}$ : Carga máxima aplicada en el momento que los adobes se desprenden uno del otro  
(kg)

L: Largo de la unidad de adobe (cm)

a: ancho de la unidad de adobe (cm)

Finalmente se procedió a calcular el promedio del esfuerzo de adherencia ( $f_{0A}$ ) de los especímenes de cada tipo de adobe.

#### **4.3.6.6. Ensayos para Determinar las Propiedades Mecánicas de la Mampostería de Adobe.**

##### **4.3.6.6.1. Ensayo de compresión axial en Pilas.**

Para calcular la resistencia a compresión axial se realizó en pilas de adobe.

##### **a) Montaje e instrumentación**

Para el ensayo se utilizó el Marco de Cargas en el cual se instaló el equipo de celda de cargas, del desarrollo de este ensayo se obtuvo como resultado la carga aplicada y el desplazamiento vertical, en total se ensayaron 20 especímenes 4 de cada tipo de adobe.

**Tabla 21** *Muestras de Pilas por Tipo de Adobe para Compresión Axial*

Pilas Según Tipo de Adobe	Cantidad de Muestras
Tipo A	4
Tipo B	4
Tipo C	4
Tipo D	4
Tipo E	4
Total	20

**Figura 32**

*Instrumentación de Pilas de Adobe en el Marco de Cargas*



**b) Procedimiento de Ensayo**

El ensayo se realizó en el marco de cargas en base a la norma NTP 399.605 (2013), en cada pila se midió de las dimensiones de longitud, ancho y altura, se colocaron en cada pila los topes de madera en posición vertical y horizontal, las pilas se colocaron en el marco de cargas de manera vertical y centrada, en cada ensayo se colocaron los diales digitales para registrar los desplazamientos vertical y horizontal simultáneamente, finalmente se aplicó carga utilizando la gata hidráulica de manera manual hasta el instante de falla de la pila.

### Figura 33

#### Descripción del Ensayo Axial en Pilas de Adobe



*Nota.* (a) Colocación de topes de madera en el eje vertical del espécimen, equidistante de los extremos de la pila, colocación de triplay en la parte superior de la pila y sobre ella la placa metálica, colocación de diales digitales para medir las deformaciones (b) se procede aplicar la carga de forma manual utilizando la gata hidráulica.

#### c) Cálculo de la Resistencia a Compresión Axial en Pilas.

El cálculo de la resistencia a la compresión axial se determinó aplicando la siguiente formula:

$$f_m = \frac{P_{\max}}{A}$$

Donde:

$f_m$ : Resistencia a compresión axial en el momento que la pila falla (kg)

$P_{\max}$ : Carga máxima aplicada en el instante que la pila falla (kg)

A: área de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

Calculado la resistencia a compresión axial de todas las pilas se procedió a determinar el promedio de cada tipo, luego la desviación estándar ( $\sigma$ ), finalmente la resistencia a compresión

característica de cada tipo de pila ( $f'_m$ ) será igual a la diferencia entre el promedio de  $f_m$  y la desviación estándar ( $f_m - \sigma$ ).

#### d) Cálculo del Módulo de Elasticidad

Existen varias recomendaciones para determinar el módulo de elasticidad, entre los más importantes Amrherin (1992) y Mamani Quispe (2016) en sus investigaciones definen como el módulo de secante en la porción de la gráfica comprendida entre el 30% y 75% de la resistencia máxima  $f_m$ , para la presente investigación se tomó esta última recomendación y se calcula de la siguiente manera.

$$\text{Esfuerzo axial } \Delta\sigma = \frac{\Delta P}{A} = f_m(75\%) - f_m(30\%)$$

$$\text{Deformación unitaria asociada a la carga (P)} \quad \Delta\varepsilon = \frac{\Delta D}{L} = \Delta\varepsilon_{(75\%-30\%)}$$

$$\text{Por lo tanto } E_m = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{f_m(75\%) - f_m(30\%)}{\Delta\varepsilon_{(75\%-30\%)}}$$

Donde:

$\Delta\sigma$ : Esfuerzo axial en el tramo elástico entre el 30 y 75% de la carga de rotura ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$\Delta P$ : Variación de carga en el tramo elástico entre 30 y 75% de la carga de rotura (kg).

A: Área bruta ( $\text{cm}^2$ ).

$\Delta\varepsilon$ : Deformación unitaria en el tramo elástico entre 30 y 75% de la carga de rotura.

$\Delta D$ : Variación de desplazamiento en el tramo elástico (cm).

L: Altura inicial del espécimen (cm).

$E_m$ : Módulo de elasticidad ( $\text{kg/cm}^2$ ).

$f_m$ : Resistencia máxima ( $\text{kg/cm}^2$ ).

Calculado el módulo de elasticidad se determinó el promedio de los resultados para cada tipo de pila de mampostería de adobe.



## b) Procedimiento de Ensayo

El ensayo de compresión diagonal se realizó según recomendaciones de la NTP 399.621 (2004), se colocó en el marco metálico la celda de cargas, luego se colocaron los muretes y en los vértices superior e inferior de las mismas las escuadras metálicas centradas en dirección a la acción de carga de la máquina de ensayo, se colocaron los topes de madera en los ejes diagonales de cada murete y distantes 12cm entre ellas, se colocaron 2 diales digitales en contacto con los topes de madera, finalmente se aplicó la carga manualmente utilizando la gata hidráulica hasta el instante de falla, la carga aplicada y las deformaciones fueron registrados por la computadora que fue conectada a la celda de carga y a los diales.

### Figura 35

*Procedimiento de Ensayo de muretes.*



(a)

(b)

*Nota.* (a) Colocación de topes de triplay en los ejes diagonales del murete, distantes a 12cm del centro, (b) Colocación de muretes en el marco de cargas en posición centrada y a plomo sobre la escuadra inferior del equipo de ensayo, también se colocó los diales digitales, finalmente se aplicó la carga hasta el instante de falla.

## c) Cálculo de la resistencia a compresión diagonal en muretes

Para el cálculo del esfuerzo de corte de muretes de adobe se realizó en base a la norma E.080 en el cual recomienda aplicar la siguiente formula:

$$V_m = \frac{P_{max}}{2ae_m}$$

Donde:

$V_m$ : esfuerzo cortante (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_{max}$ : carga máxima (kg)

a: ancho del murete(cm)

$e_m$ : espesor del murete (cm)

Determinado los esfuerzos de corte se procedió a calcular el promedio de las mismas y se calculó la desviación estándar ( $\sigma$ ) para cada tipo de espécimen, la resistencia característica  $V'_m$  se determinó restando del promedio de  $V_m$  la desviación estándar.

#### **d) Cálculo de Módulo de Corte**

«Para calcular el módulo de corte usualmente se trabaja en la parte más lineal gráfica Carga vs Deformación (P-D), se elimina la porción inicial de la gráfica y se trabaja en la porción de la gráfica (P-D) está comprendida entre 10% y 50% de la carga de rotura» (San Bartolomé, Quiun, & Silva , 2014, p. 93).

Para la presente investigación se tomó el tramo de la gráfica entre el 30% y 75% de la carga de rotura.

. El módulo de corte ( $G_m$ ) se obtiene aplicando la siguiente formula:

$$G_m = \frac{\Delta V_m}{\gamma}$$

$$\text{El esfuerzo de corte: } \Delta V_m = \frac{\Delta P}{A} = \frac{\Delta P}{2ae_m}$$

$$\text{carga en el tramo elástico: } \Delta P = P_{max}(75\%) - P_{max}(30\%)$$

desplazamiento en el tramo elástico:  $\Delta D = D(75\%) - D(30\%)$

Deformación unitaria  $\Delta_\varepsilon$  asociada al 30% y 75% de la carga de rotura:

$$\Delta_\varepsilon = \frac{\Delta D}{L}$$

Deformación angular  $\gamma$ :

$$\gamma = \sqrt{(\Delta\varepsilon_v)^2 + (\Delta\varepsilon_h)^2}$$

Donde:

$P_{max}$  (30%): Carga aplicada al 30% de la carga de rotura (kg).

$P_{max}$  (75%): Carga aplicada al 75% de la carga de rotura (kg).

D (30%): Desplazamiento que corresponde al 30% de la carga rotura (mm).

D (75%): Desplazamiento que corresponde al 75% de la carga rotura (mm).

L: Longitud calibrada (cm).

a: Lado del murete (cm).

$e_m$ : espesor del murete (cm)

$\Delta\varepsilon_v$ : Deformación unitaria vertical en el tramo elástico entre el 30% y 75% de la carga de rotura (mm/mm).

$\Delta\varepsilon_h$  : Deformación unitaria horizontal tramo elástico entre el 30% y 75% de la carga de rotura (mm/mm).

## CAPÍTULO V: CÁLCULOS Y RESULTADOS

### 5.1. Unidades de Adobe

#### 5.1.1. Variación Dimensional

En los siguientes cuadros se muestran los cálculos y resultados que se obtuvieron de las mediciones efectuadas a cada unidad de adobe con 0.35% de paja para cada tipo e incrementando el agregado grueso.

##### 5.1.1.1. Variación Dimensional de Adobes Tipo A.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso (adobe tradicional).

**Tabla 23** Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo A.

Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)						
	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.
A1	24.4	24.4	24.4	24.5	24.43	12.4	12.0	12.2	12.2	12.20	9.1	9.2	9.1	9.2	9.15
A2	24.2	24.5	24.6	24.6	24.48	12.5	12.2	12.2	12.4	12.33	8.9	9.4	9.2	9.2	9.18
A3	24.2	24.7	24.6	24.4	24.48	12.4	12.0	12.3	12.3	12.25	9.4	8.9	9.2	9.0	9.13
A4	24.3	24.4	24.6	24.5	24.45	12.3	12.1	12.2	12.3	12.23	9.0	9.2	9.3	9.1	9.15
	Dimensión Promedio =				24.46					12.25					9.15
	Dimensión Nominal =				25.50					13.00					9.50
	Variación Dimensional =				4.09%					5.77%					3.68%

**Tabla 24 Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo A.**

Muestra	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
A1	24.43	12.20	9.15	2726.56
A2	24.48	12.33	9.18	2767.68
A3	24.48	12.25	9.13	2735.85
A4	24.45	12.23	9.15	2734.95
			volumen promedio =	2741.26
			volumen nominal =	3149.25
			variación volumétrica =	12.96%

Como resultado de la prueba de variación dimensional de las mediciones efectuadas a unidades de adobe Tipo A fueron, en largo 4.09%, en ancho 5.77%, en altura 3.68% y como variación volumétrica se obtuvo un 12.96%.

#### 5.1.1.2. Variación Dimensional de Adobes Tipo B.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso.

**Tabla 25 Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo B.**

Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)							
	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	
B1	24.4	24.6	24.3	24.6	24.48	12.4	12.1	12.4	12.5	12.35	8.9	9.4	8.9	9.0	9.05	
B2	24.2	24.9	24.6	24.3	24.50	12.5	12.2	12.5	12.2	12.35	9.0	9.1	9.4	9.2	9.18	
B3	24.3	24.8	24.4	24.5	24.50	12.4	12.3	12.4	12.3	12.35	9.1	9.1	9.3	9.1	9.15	
B4	24.2	24.7	24.5	24.5	24.48	12.5	12.1	12.3	12.4	12.33	9.1	9.2	9.3	8.9	9.13	
	Dimensión Promedio =				24.49						12.34					9.13
	Dimensión Nominal =				25.50						13.00					9.50
	Variación Dimensional =				3.97%						5.05%					3.95%

**Tabla 26 Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo B.**

Muestra	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
B1	24.48	12.35	9.05	2735.51
B2	24.50	12.35	9.18	2776.13
B3	24.50	12.35	9.15	2768.56
B4	24.48	12.33	9.13	2752.60
			Volumen Promedio =	2758.20
			Volumen Nominal =	3149.25
			variación volumétrica =	12.42%

Como resultado de la prueba de variación dimensional de las mediciones efectuadas a unidades de adobe Tipo B fueron, en largo 3.97%, en ancho 5.05%, en altura 3.95% y como variación volumétrica se obtuvo un 12.42%.

### 5.1.1.3. Variación Dimensional de Adobes Tipo C.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso.

**Tabla 27 Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo C.**

Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)						
	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.
C1	24.3	24.3	24.5	24.5	24.40	12.6	12.4	12.3	12.3	12.40	9.3	9.2	9.3	9.0	9.20
C2	24.6	25.3	24.9	24.9	24.93	12.7	12.3	12.3	12.5	12.45	8.9	8.8	8.4	8.7	8.70
C3	24.4	24.6	24.4	24.2	24.40	12.5	12.4	12.2	12.4	12.38	9.0	9.0	9.3	9.0	9.08
C4	24.5	24.8	24.6	24.4	24.58	12.5	12.3	12.4	12.4	12.40	9.1	8.9	9.2	8.8	9.00
	Dimensión Promedio =				24.58					12.41					8.99
	Dimensión Nominal =				25.50					13.00					9.50
	Variación Dimensional =				3.63%					4.57%					5.33%

**Tabla 28 Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo C.**

Muestra	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
C1	24.40	12.40	9.20	2783.55
C2	24.93	12.45	8.70	2699.75
C3	24.40	12.38	9.08	2740.20
C4	24.58	12.40	9.00	2742.57
			Volumen Promedio =	2741.52
			Volumen Nominal =	3149.25
			variación volumétrica =	12.95%

Como resultado de la prueba de variación dimensional de las mediciones efectuadas a unidades de adobe Tipo C fueron, en largo 3.63%, en ancho 4.57%, en altura 5.33% y como variación volumétrica se obtuvo un 12.95%.

#### 5.1.1.4. Variación dimensional de adobes Tipo D.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso.

**Tabla 29 Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo D.**

Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)						
	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.
D1	24.3	24.8	24.8	24.5	24.60	12.7	12.1	12.7	12.1	12.40	8.8	9.0	8.7	9.0	8.88
D2	24.2	24.9	24.9	24.6	24.65	12.6	12.3	12.4	12.5	12.45	9.1	9.1	9.1	9.0	9.08
D3	24.4	24.9	24.8	24.4	24.63	12.6	12.2	12.6	12.4	12.45	9.0	9.1	9.0	8.8	8.98
D4	24.3	24.8	24.9	24.6	24.65	12.5	12.1	12.6	12.5	12.43	8.9	9.0	8.9	9.0	8.95
	Dimensión Promedio =				24.63					12.43					8.97
	Dimensión Nominal =				25.50					13.00					9.50
	Variación Dimensional =				3.41%					4.38%					5.59%

**Tabla 30 Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo D.**

Muestra	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
D1	24.60	12.40	8.88	2707.23
D2	24.65	12.45	9.08	2785.05
D3	24.63	12.45	8.98	2751.57
D4	24.65	12.43	8.95	2741.17
			Volumen Promedio =	2746.25
			Volumen Nominal =	3149.25
			variación volumétrica =	12.80%

Como resultado de la prueba de variación dimensional de las mediciones efectuadas a unidades de adobe Tipo D fueron, en largo 3.41%, en ancho 4.38%, en altura 5.59% y como variación volumétrica se obtuvo un 12.80%.

#### 5.1.1.5. Variación dimensional de adobes Tipo E

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso.

**Tabla 31 Prueba de Variación Dimensional Unidades de Adobe Tipo E**

Muestra	Largo (cm)				Ancho (cm)				Altura (cm)						
	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.	Medidas				Prom.
E1	24.2	24.9	24.8	24.6	24.63	12.7	12.9	12.8	12.4	12.70	9.0	9.2	9.1	9.0	9.08
E2	24.1	25.0	24.8	24.4	24.58	12.8	12.3	12.6	12.6	12.58	9.0	9.0	9.1	9.1	9.05
E3	24.4	25.0	24.7	24.3	24.60	12.8	12.4	12.9	12.6	12.68	8.7	8.9	9.0	9.0	8.90
E4	24.2	25.1	24.8	24.4	24.63	12.8	12.4	12.9	12.5	12.65	8.8	8.9	9.2	9.1	9.00
	Dimensión Promedio =				24.61					12.65					9.01
	Dimensión Nominal =				25.50					13.00					9.50
	Variación Dimensional =				3.50%					2.69%					5.20%

**Tabla 32 Prueba de Variación Volumétrica Unidades de Adobe Tipo E**

Muestra	Largo Promedio (cm)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
E1	24.63	12.70	9.08	2838.09
E2	24.58	12.58	9.05	2796.73
E3	24.60	12.68	8.90	2775.06
E4	24.63	12.65	9.00	2803.56
			Volumen Promedio =	2803.36
			Volumen Nominal =	3149.25
			variación volumétrica =	10.98%

Como resultado de la prueba de variación dimensional de las mediciones efectuadas a unidades de adobe Tipo E fueron, en largo 3.50%, en ancho 2.69%, en altura 5.20% y como variación volumétrica se obtuvo un 10.98%.

#### 5.1.1.6. Resumen del Ensayo de Variación Dimensional

**Tabla 33 Resumen de Prueba de Variación Dimensional y Volumétrica.**

Tipo de Adobe	Variación Dimensional			Variación Volumétrica
	Largo	Ancho	Altura	
A	4.09%	5.77%	3.68%	12.96%
B	3.97%	5.05%	3.95%	12.42%
C	3.63%	4.57%	5.33%	12.95%
D	3.41%	4.38%	5.59%	12.80%
E	3.50%	2.69%	5.20%	10.98%

*Nota.* En esta tabla se detalla la variación en los 5 tipos de adobe.

### 5.1.2. Ensayo de Absorción

**Tabla 34** Ensayo de Absorción de Anidades de Adobe.

Tipo	Muestra	Peso Seco (wd) (gr)	Tiempo de Absorción (min)	Peso Saturado (ws)
Tipo A	A1	5057.74	25	No se tiene registro porque las unidades se desintegran
	A2	5077.03	25	
	A3	5143.85	25	
Tipo B	B1	5297.40	23	No se tiene registro porque las unidades se desintegran
	B2	5277.22	23	
	B3	5279.24	23	
Tipo C	C1	5687.55	25	No se tiene registro porque las unidades se desintegran
	C2	5624.47	25	
	C3	5548.15	25	
Tipo D	D1	5501.68	23	No se tiene registro porque las unidades se desintegran
	D2	5504.75	23	
	D3	5328.12	23	
Tipo E	E1	5489.59	25	No se tiene registro porque las unidades se desintegran
	E2	5527.41	25	
	E3	5539.99	25	

**Figura 36**

*Ensayo de Absorción de Unidades de Adobe.*



*Nota.* Unidades de adobe después de ser sumergidos, comenzaron a desintegrarse después de los 23 a 25 minutos tal como se muestra en la figura 36.

### 5.1.3. Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe

En los siguientes cuadros se muestran los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia a compresión axial efectuadas a cubos de adobe de 10 cm de arista.

#### 5.1.3.1. Resistencia a Compresión Axial de Unidades Tipo A.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso (adobe tradicional).

**Tabla 35** Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo A.

Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión $f_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto			
A1	9.5	9.4	9.7	89.30	1916.03	21.46
A2	9.5	9.7	9.6	92.15	1770.21	19.21
A3	9.4	9.8	9.8	92.12	1344.10	14.59
A4	9.6	9.8	9.6	94.08	1816.09	19.30
Resistencia a Compresión Promedio $f_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						18.64
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.89
Coeficiente de Variación (dispersión) =						15.52%
Resistencia Característica a Compresión $f'_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						15.75

#### 5.1.3.2. Resistencia a Compresión Axial de Unidades Tipo B.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso.

**Tabla 36** Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo B.

Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión $f_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto			
B1	9.6	9.2	9.5	88.32	1515.36	17.16
B2	9.4	9.5	9.7	89.30	1379.99	15.45
B3	9.3	9.4	9.6	87.42	1985.99	22.72
B4	9.4	9.2	9.6	86.48	1533.53	17.73
Resistencia a Compresión Promedio $f_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						18.27
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.12
Coeficiente de Variación (dispersión) =						17.09%
Resistencia Característica a Compresión $f'_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						15.14

### 5.1.3.3. Resistencia a Compresión Axial de Unidades Tipo C.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso.

**Tabla 37** *Ensayo de Compresión Axial a Anidades de Adobe Tipo C.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión $f_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto			
C1	9.5	9.4	9.0	89.30	1484.02	16.62
C2	9.7	9.0	9.4	87.30	924.81	10.59
C3	9.1	9.3	9.6	84.63	994.31	11.75
C4	9.8	9.8	9.6	96.04	1086.07	11.31
Resistencia a Compresión Promedio $f_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						12.57
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.74
Coeficiente de Variación (dispersión) =						21.82%
Resistencia Característica a Compresión $f'_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						9.82

### 5.1.3.4. Resistencia a Compresión Axial de Unidades Tipo D.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso.

**Tabla 38** *Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo D.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión $f_0$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto			
D1	9.5	9.3	9.8	88.35	1566.69	17.73
D2	9.5	9.4	9.6	89.30	1459.94	16.35
D3	9.4	9.3	9.4	87.42	1621.21	18.55
D4	9.6	9.4	9.8	90.24	1722.06	19.08
Resistencia a Compresión Promedio $f_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						17.93
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						1.19
Coeficiente de Variación (dispersión) =						6.64%
Resistencia Característica a Compresión $f'_0$ : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						16.74

### 5.1.3.5. Resistencia a Compresión Axial de Unidades Tipo E.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso.

**Tabla 39** *Ensayo de Compresión Axial a Unidades de Adobe Tipo E.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima <b>P<sub>max</sub></b> (kg)	Resistencia a Compresión <b>f<sub>0</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto			
E1	9.6	9.5	9.7	91.20	1469.03	16.11
E2	9.4	9.7	9.6	91.18	1475.39	16.18
E3	9.5	9.4	9.8	89.30	1338.65	14.99
E4	9.6	9.6	9.6	92.16	1705.70	18.51
Resistencia a Compresión Promedio <b>f<sub>0</sub></b> : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						16.45
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						1.48
Coeficiente de Variación (dispersión) =						8.99%
Resistencia Característica a Compresión <b>f'<sub>0</sub></b> : (kg/cm <sup>2</sup> ) =						14.97

### 5.1.3.6. Resumen de los Ensayos de compresión axial de unidades.

**Tabla 40** *Resumen del Ensayo de Compresión Axial de unidades.*

Tipo	Resistencia a Compresión Promedio <b>f<sub>0</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de Variación (Dispersión)	Resistencia Característica <b>f'<sub>0</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
A	18.64	2.89	15.52%	15.75
B	18.27	3.12	17.09%	15.14
C	12.57	2.74	21.82%	9.82
D	17.93	1.19	6.64%	16.74
E	16.45	1.48	8.99%	14.97

### 5.1.4. Resistencia a la Tracción por Flexión de Unidades de Adobe

En los siguientes cuadros se muestran los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia a tracción por flexión efectuadas a cada unidad de adobe con 0.35% de paja para cada tipo e incrementando el agregado grueso.

#### 5.1.4.1. Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades Tipo A.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso (adobe tradicional).

**Tabla 41** *Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo A.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Longitud entre Apoyos (L)	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Tracción $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho (b)	Altura (h)			
A1	24.3	12.0	8.9	19.60	143.00	4.42
A2	24.3	12.2	9.2	19.60	98.94	2.82
A3	24.3	12.1	9.0	19.60	114.38	3.43
A3	24.2	12.2	8.9	19.60	133.92	4.07
Resistencia a Tracción Promedio $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.69
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.71
Coeficiente de variación (Dispersión) =						19.27%
Resistencia Característica a Tracción $f'_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.98

Como resultado obtenido del ensayo de resistencia a tracción por flexión de unidades de adobe Tipo A fueron, resistencia a tracción promedio de 3.69 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 0.71 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 19.27% y una resistencia característica de 2.98 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4.2. Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades Tipo B.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso.

**Tabla 42** *Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo B.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Longitud entre Apoyos (L)	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Tracción $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho (b)	Altura (h)			
B1	24.3	12.1	9.1	19.60	152.54	4.48
B2	24.6	12.4	8.9	19.60	100.30	3.00
B3	24.0	12.5	9.1	19.60	106.66	3.03
B4	24.2	12.5	9.0	19.60	117.56	3.41
Resistencia a Tracción Promedio $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.48
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.69
Coeficiente de variación (Dispersión) =						19.82%
Resistencia Característica a Tracción $f'_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.79

Como resultado obtenido del ensayo de resistencia a tracción por flexión a unidades de adobe Tipo B fueron, resistencia a tracción promedio de 3.48 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 0.69 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 19.82% y una resistencia característica de 2.79 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4.3. Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades Tipo C.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso.

**Tabla 43** *Ensayo de Tracción por Flexión de Unidades de Adobe Tipo C.*

Muestra	Dimensiones (cm)			Longitud entre Apoyos (L)	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Tracción $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho (b)	Altura (h)			
C1	24.5	12.3	9.1	19.60	84.40	2.44
C2	24.6	12.2	9.1	19.60	112.11	3.26
C3	24.3	12.4	9.1	19.60	119.84	3.43
C4	24.5	12.0	9.1	19.60	78.04	2.31
Resistencia a Tracción Promedio $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.86
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.57
Coeficiente de variación (Dispersión) =						19.90%
Resistencia Característica a Tracción $f'_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.29

Como resultado obtenido del ensayo de resistencia a tracción por flexión a unidades de adobe Tipo C fueron, resistencia a tracción promedio de 2.86 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 0.57 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 19.90% y una resistencia característica de 2.29 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4.4. Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades Tipo D.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso.

**Tabla 44** Ensayo de Tracción por Flexión a Unidades de Adobe Tipo D.

Muestra	Dimensiones (cm)			Longitud entre Apoyos (L)	Carga Máxima P <sub>max</sub> (kg)	Resistencia a Tracción f <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho (b)	Altura (h)			
D1	24.6	12.2	9.2	19.60	124.83	3.55
D2	24.3	12.4	8.8	19.60	113.02	3.46
D3	24.2	12.2	9.0	19.60	113.93	3.39
D4	24.4	12.0	8.7	19.60	109.84	3.56
Resistencia a Tracción Promedio f <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.49
Desviación Estándar σ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.08
Coeficiente de variación (Dispersión) =						2.30%
Resistencia Característica a Tracción f' <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.41

Como resultado obtenido del ensayo de resistencia a tracción por flexión de unidades de adobe Tipo D fueron, resistencia a tracción promedio de 3.49 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 0.08 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 2.30% y una resistencia característica de 3.41 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4.5. Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades Tipo E.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso.

**Tabla 45** Ensayo de Tracción por Flexión a Unidades de Adobe Tipo E.

Muestra	Dimensiones (cm)			Longitud entre Apoyos (L)	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Tracción $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho (b)	Altura (h)			
E1	24.3	12.3	9.4	19.60	102.57	2.77
E2	24.5	12.3	9.4	19.60	148.45	4.02
E3	24.3	12.4	9.1	19.60	106.21	3.04
E4	24.3	12.3	9.0	19.60	93.49	2.76
Resistencia a Tracción Promedio $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						3.15
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.59
Coeficiente de variación (Dispersión) =						18.84%
Resistencia Característica a Tracción $f'_t$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2.55

Como resultado obtenido del ensayo de resistencia a tracción por flexión de unidades de adobe Tipo E fueron, resistencia a tracción promedio de 3.15 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 0.59 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 18.84% y una resistencia característica de 2.55 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 5.1.4.6. Resumen de Resultados de Resistencia a Tracción

**Tabla 46**

*Resumen de Resultados de Ensayos a Tracción*

Tipo	Resistencia a Tracción Promedio $f_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de variación (Dispersión)	Resistencia Característica a Tracción $f'_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
A	3.69	0.71	19.27%	2.98
B	3.48	0.69	19.82%	2.79
C	2.86	0.57	19.90%	2.29
D	3.49	0.08	2.30%	3.41
E	3.15	0.59	18.84%	2.55

## 5.2. Mortero de Barro

### 5.2.1. Resistencia del Mortero a Compresión

En el siguiente cuadro se muestra los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia del mortero a compresión efectuadas a probetas cilíndricas elaboradas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 47** Ensayo de Compresión del Mortero de Barro.

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima P <sub>max</sub> (kg)	Resistencia a Compresión $f_{0_{mor}}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Altura	Diámetro			
1	9.5	4.7	17.35	210.69	12.14
2	9.6	4.7	17.35	259.75	14.97
3	9.4	4.9	18.86	217.50	11.53
4	9.6	4.8	18.10	240.22	13.27
5	9.5	4.7	17.35	255.21	14.71
6	9.6	4.8	18.10	152.54	8.43
7	9.4	4.7	17.35	172.99	9.97
8	9.2	4.8	18.10	237.95	13.15
Resistencia a Compresión Promedio $f_{0_{mor}}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					12.27
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					2.26
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					18.38%
Resistencia a Compresión Característico ( $f_{0_{mor}}$ )(kg/cm <sup>2</sup> ) =					10.01

### 5.2.2. Esfuerzo de adherencia del mortero

En los siguientes cuadros se muestran los cálculos y resultados que se obtuvieron del ensayo de compresión efectuadas a muestras de tres piezas de adobe unidas con mortero de barro con 0.35% de paja para cada tipo.

#### 5.2.2.1. Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras Tipo A.

Se muestran los cálculos y resultados obtenidos del ensayo a muestras de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 48** *Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo A.*

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Esfuerzo de Adherencia $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (L)	Ancho (a)			
A1	24.4	12.3	400.16	151.63	0.38
A2	24.5	12.4	405.07	107.57	0.27
A3	24.7	12.6	414.96	79.41	0.19
Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.28
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.09
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					33.91%

**5.2.2.2. Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras Tipo B.**

Se muestran los cálculos y resultados obtenidos del ensayo a muestras de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 49** *Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo B.*

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Esfuerzo de Adherencia $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (L)	Ancho (a)			
B1	24.5	12.5	408.33	57.15	0.14
B2	24.7	12.8	421.55	118.47	0.28
B3	24.9	12.6	418.32	140.28	0.34
Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.25
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.10
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					40.00%

**5.2.2.3. Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras Tipo C.**

Se muestran los cálculos y resultados obtenidos del ensayo a muestras de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 50** *Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo C.*

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Esfuerzo de Adherencia $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (L)	Ancho (a)			
C1	24.7	12.6	414.96	86.67	0.21
C2	24.9	12.8	424.96	156.63	0.37
C3	25.0	12.6	420.00	96.21	0.23
Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.27
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.09
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					32.35%

**5.2.2.4. Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras Tipo D.**

Se muestran los cálculos y resultados obtenidos del ensayo a muestras de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 51** *Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo D.*

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Esfuerzo de Adherencia $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (L)	Ancho (a)			
D1	24.9	12.8	424.96	104.39	0.25
D2	24.8	12.6	416.64	84.86	0.20
D3	24.8	12.7	419.95	96.67	0.23
Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.23
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.02
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					9.37%

**5.2.2.5. Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras Tipo E.**

Se muestran los cálculos y resultados obtenidos del ensayo a muestras de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

**Tabla 52** *Ensayo de Adherencia del Mortero de Barro para Muestras Tipo E.*

Muestra	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Esfuerzo de Adherencia $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo (L)	Ancho (a)			
E1	24.8	12.7	419.95	88.95	0.21
E2	24.8	12.6	416.64	90.76	0.22
E3	25.1	12.6	421.68	110.75	0.26
Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.23
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =					0.03
Coeficiente de Variación (Dispersión) =					12.04%

### 5.2.2.6. Resumen de Resultados de Ensayo de Adherencia.

**Tabla 53** *Resumen de Resultados de Ensayo de Adherencia del Mortero.*

Tipo	Esfuerzo de Adherencia Promedio $f_{0A}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de Variación (Dispersión)
A	0.28	0.09	33.91%
B	0.25	0.10	40.00%
C	0.27	0.09	32.35%
D	0.23	0.02	9.37%
E	0.23	0.03	12.04%

## 5.3. Mampostería de Adobe

### 5.3.1. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe.

En los siguientes cuadros se muestran los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia a compresión axial a pilas de adobe con 0.35% de paja para cada tipo, incrementando el agregado grueso y unidas mediante mortero de barro con 0.35% de paja.

#### 5.3.1.1. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo A.

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de pilas de adobe con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso (adobe tradicional).

**Tabla 54 Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo A.**

Muestra	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima <b>P<sub>max</sub></b> (kg)	Resistencia a Compresión Axial <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
A1	24.7	12.6	40.3	311.22	6630.41	21.30
A2	24.4	12.4	40.5	302.56	5975.20	19.75
A3	24.3	12.4	40.2	301.32	6918.47	22.96
A4	24.2	12.4	40.1	300.08	6432.65	21.44
Resistencia a Compresión Axial Promedio <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						21.36
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						1.31
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						6.14%
Resistencia Característica a Compresión Axial <b>f'<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						20.05

**5.3.1.2. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo B.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de pilas de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso.

**Tabla 55 Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo B.**

Muestra	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima <b>P<sub>max</sub></b> (kg)	Resistencia a Compresión Axial <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
B1	24.3	12.3	39.3	298.89	5631.63	18.84
B2	24.5	12.3	39.8	301.35	5567.76	18.48
B3	24.7	12.5	40.0	308.75	5351.63	17.33
B4	24.2	12.4	39.8	300.08	4973.06	16.57
Resistencia a Compresión Axial Promedio <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						17.81
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						1.04
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						5.86%
Resistencia Característica a Compresión Axial <b>f'<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						16.76

**5.3.1.3. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo C.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de pilas de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso.

**Tabla 56 Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo C.**

Muestra	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión Axial $f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
C1	24.6	12.6	40.3	309.96	5343.06	17.24
C2	24.6	12.5	41.2	307.50	5218.78	16.97
C3	24.5	12.4	40.2	303.80	4611.02	15.18
C4	24.5	12.4	39.2	303.80	4847.76	15.96
Resistencia a Compresión Axial Promedio $f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						16.34
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.95
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						5.81%
Resistencia Característica a Compresión Axial $f'_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						15.39

**5.3.1.4. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo D**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de pilas de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso.

**Tabla 57 Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo D.**

Muestra	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima $P_{max}$ (kg)	Resistencia a Compresión Axial $f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
D1	25.0	12.5	40.9	312.50	5003.47	16.01
D2	25.1	12.2	40.1	306.22	5118.27	16.71
D3	25.0	12.6	40.2	315.00	4843.78	15.38
D4	24.9	12.5	41.1	311.25	4858.06	15.61
Resistencia a Compresión Axial Promedio $f_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						15.93
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.59
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						3.68%
Resistencia Característica a Compresión Axial $f'_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						15.34

**5.3.1.5. Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo E.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de pilas de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso.

**Tabla 58 Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe Tipo E.**

Muestra	Medidas (cm)			Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima <b>P<sub>max</sub></b> (kg)	Resistencia a Compresión Axial <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura			
E1	25.5	12.9	40.5	328.95	4592.55	13.96
E2	25.1	12.9	40.8	323.79	4174.49	12.89
E3	25.1	12.7	40.0	318.77	4249.69	13.33
E4	25.0	12.8	40.8	320.00	4455.31	13.92
Resistencia a Compresión Axial Promedio <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						13.53
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						0.51
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						3.78%
Resistencia Característica a Compresión Axial <b>f'<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> ) =						13.02

**5.3.1.6. Resumen del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial de Pilas.****Tabla 59 Resumen de Ensayo de Compresión Axial de Pilas.**

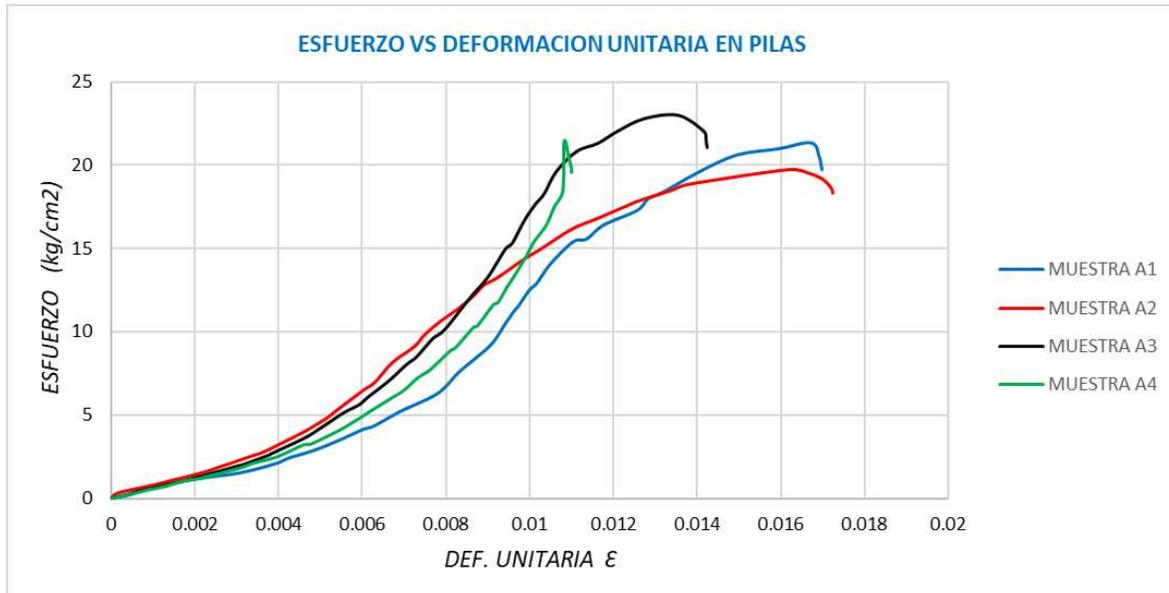
Tipo	Resistencia a Compresión Axial Promedio <b>f<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coeficiente de Variación (Dispersión)	Resistencia Característica a Compresión Axial <b>f'<sub>m</sub></b> (kg/cm <sup>2</sup> )
A	21.36	1.31	6.14%	20.05
B	17.81	1.04	5.86%	16.76
C	16.34	0.95	5.81%	15.39
D	15.93	0.59	3.68%	15.34
E	13.53	0.51	3.78%	13.02

**5.3.2. Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe**

En las siguientes gráficas y cuadros se muestran los resultados que se obtuvieron al realizar los ensayos de resistencia a compresión axial en pilas de adobe.

**Figura 37**

*Esfuerzo vs Deformación Unitaria en pilas de adobe Tipo A.*

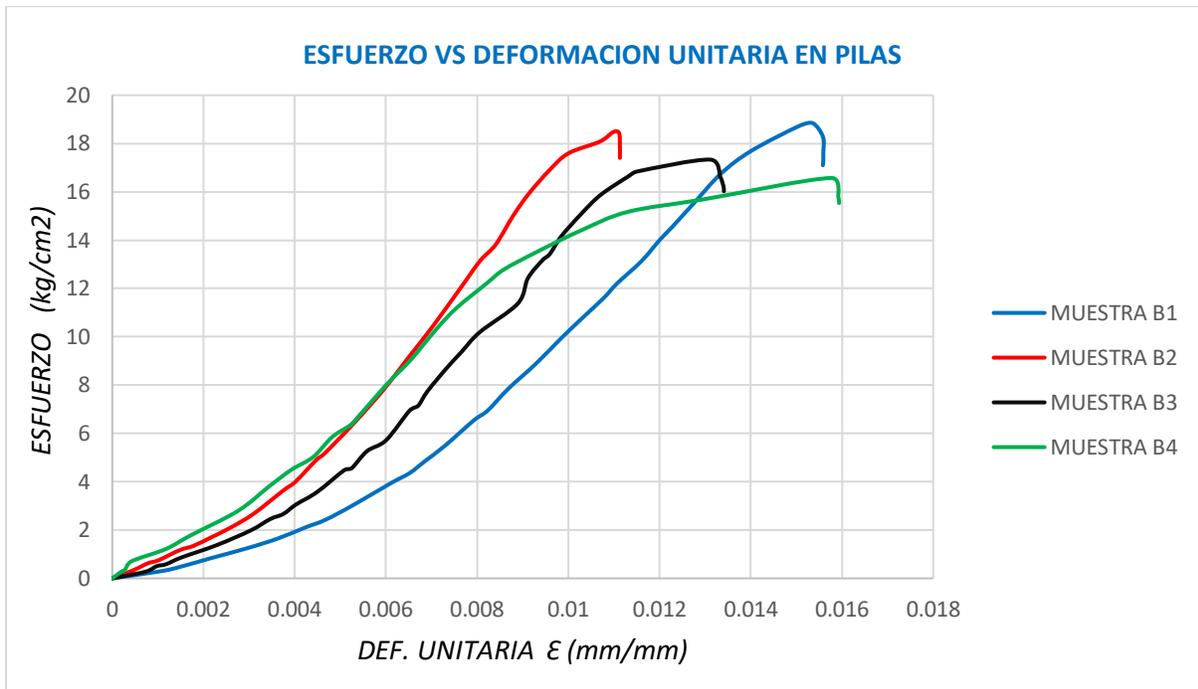


**Tabla 60** *Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo A.*

Muestra	$f_m$ máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m$ máx. (75%)	$f_m$ máx. (30%)	$\epsilon$ (75%)	$\epsilon$ (30%)	$E_m$ Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
A1	21.30	15.98	6.39	0.0116	0.0078	2575.08
A2	19.75	14.81	5.92	0.0102	0.0057	2006.97
A3	22.96	17.22	6.89	0.0100	0.0066	2981.05
A4	21.44	16.08	6.43	0.0103	0.0070	2888.03
Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2612.78
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						439.63
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						16.83%

**Figura 38**

*Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo B.*

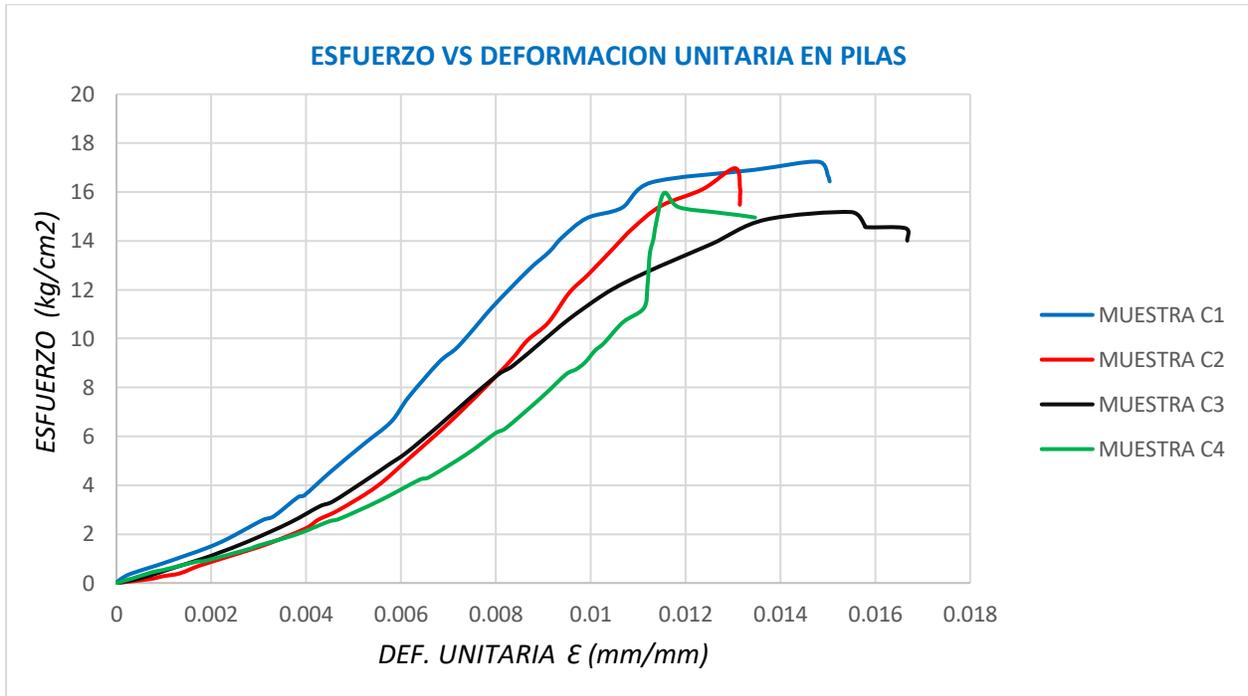


**Tabla 61** *Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo B.*

Muestra	$f_m$ máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m$ máx. (75%)	$f_m$ máx. (30%)	$\epsilon$ (75%)	$\epsilon$ (30%)	$E_m$ Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
B1	18.84	14.13	5.65	0.0121	0.0074	1813.98
B2	18.48	13.86	5.54	0.0084	0.0049	2332.33
B3	17.33	13.00	5.20	0.0094	0.0056	2051.38
B4	16.57	12.43	4.97	0.0084	0.0044	1863.55
Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2015.31
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						234.78
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						11.65%

**Figura 39**

*Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo C.*

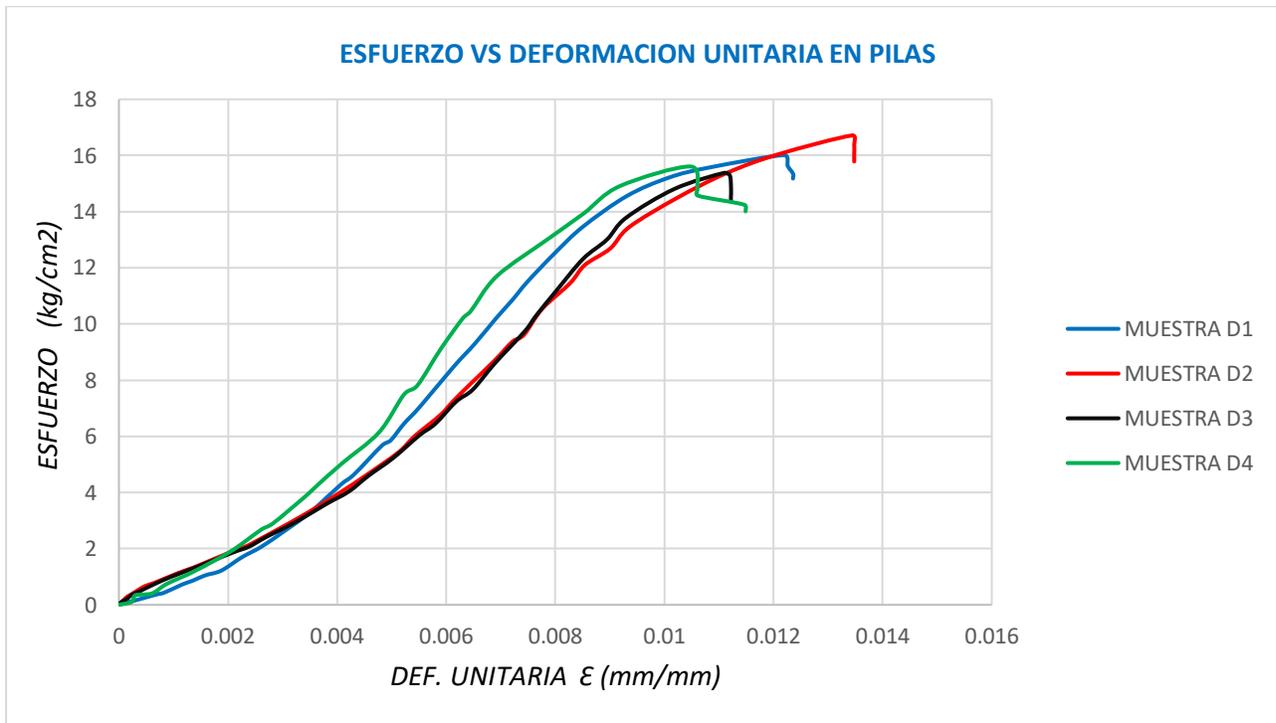


**Tabla 62** *Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo C.*

Muestra	$f_m$ máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m$ máx. (75%)	$f_m$ máx. (30%)	$\epsilon$ (75%)	$\epsilon$ (30%)	$E_m$ Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	17.24	12.93	5.17	0.0088	0.0049	2010.94
C2	16.97	12.73	5.09	0.0100	0.0062	1990.43
C3	15.18	11.38	4.55	0.0100	0.0055	1536.61
C4	15.96	11.97	4.79	0.0112	0.0070	1706.59
Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						1811.14
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						229.76
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						12.69%

**Figura 40**

*Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo D.*

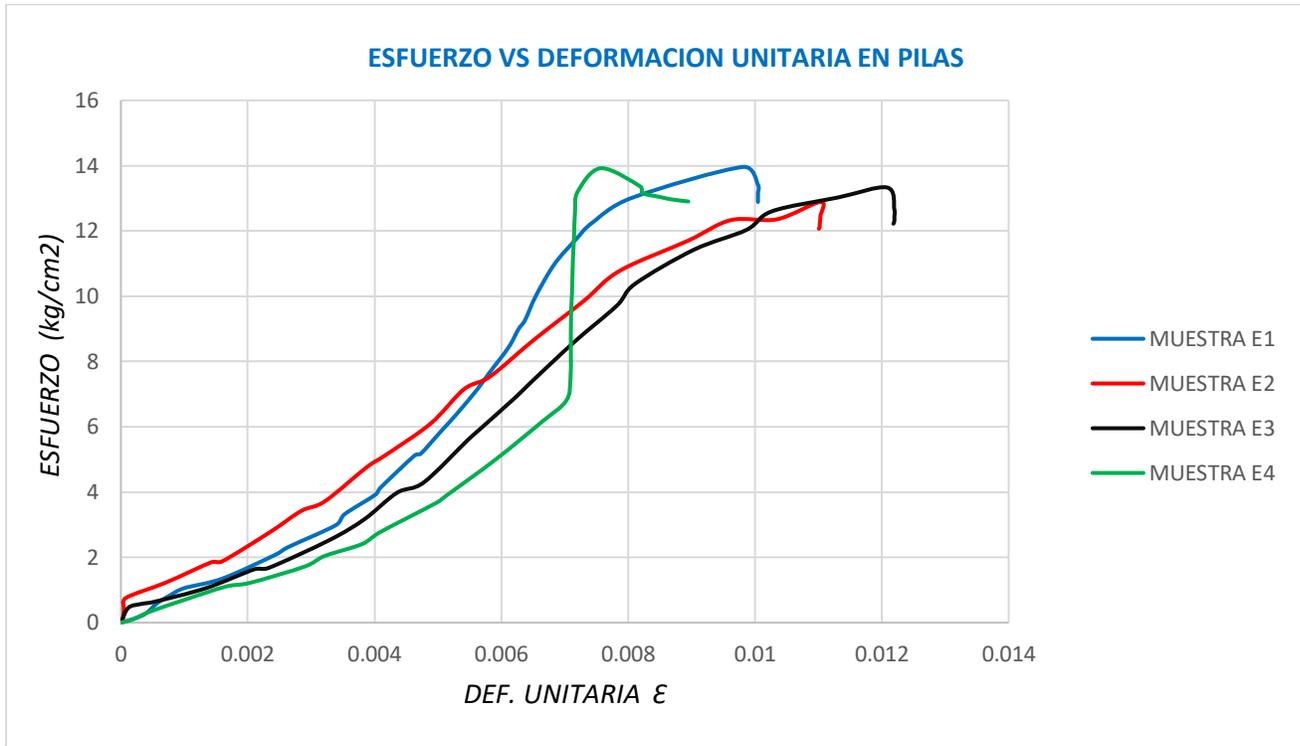


**Tabla 63** *Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo D.*

Muestra	$f_m$ máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m$ máx. (75%)	$f_m$ máx. (30%)	$\epsilon$ (75%)	$\epsilon$ (30%)	$E_m$ Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
D1	16.01	12.01	4.80	0.0077	0.0044	2151.83
D2	16.71	12.54	5.01	0.0089	0.0048	1851.84
D3	15.38	11.53	4.61	0.0082	0.0046	1934.39
D4	15.61	11.71	4.68	0.0069	0.0039	2304.77
Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2060.71
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						206.12
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						10.00%

**Figura 41**

*Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Pilas de Adobe Tipo E.*



**Tabla 64** *Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe Tipo E.*

Muestra	$f_m$ máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_m$ máx. (75%)	$f_m$ máx. (30%)	$\epsilon$ (75%)	$\epsilon$ (30%)	$E_m$ Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
E1	13.96	10.47	4.19	0.0067	0.0041	2455.42
E2	12.89	9.67	3.87	0.0072	0.0033	1500.55
E3	13.33	10.00	4.00	0.0079	0.0044	1680.63
E4	13.92	10.44	4.18	0.0071	0.0053	3483.29
Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						2279.97
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =						902.86
Coeficiente de Variación (Dispersión) =						39.60%

### 5.3.2.1. Resumen del módulo de elasticidad en pilas.

**Tabla 65** Resumen de Resultados de Módulo de Elasticidad en Pilas.

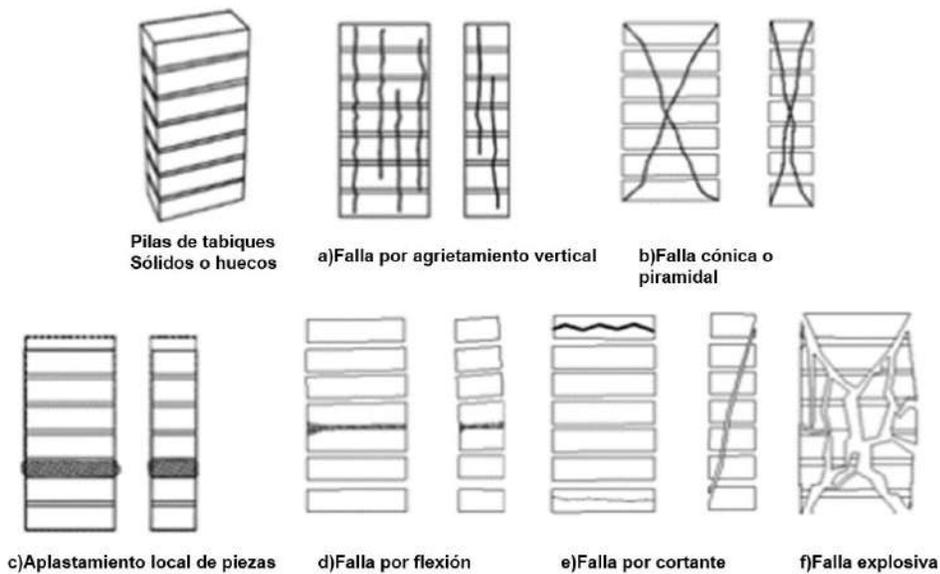
Tipo	Módulo de Elasticidad Promedio $E_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (Dispersión)
A	2612.78	439.63	16.83%
B	2015.31	234.78	11.65%
C	1811.14	229.76	12.69%
D	2060.71	206.12	10.00%
E	2279.97	902.86	39.60%

### 5.3.3. Tipos de Falla en Pilas de Adobe

Según Zacaria & Sánchez (2021) los tipos de falla en pilas pilas son como los se muestran en la figura 39.

**Figura 42**

*Tipos de Falla en Pilas.*



*Nota.* Fuente: (Zacaria & Sánchez, 2021).

**Figura 43**

*Tipo de Falla de la Pila Tipo A ante Carga Axial, Muestra A-4.*



*Nota.* El tipo de falla es de agrietamiento vertical debido a que se presentan grietas en las caras de la muestra.

**Figura 44**

*Tipo de Falla de la Pila Tipo B ante Carga Axial, Muestra B-3.*



*Nota.* El tipo de falla es de agrietamiento vertical debido a que se presentan grietas en las caras de la muestra.

**Figura 45**

*Tipo de Falla de la Pila Tipo C ante Carga Axial, Muestra C-1.*



*Nota.* El tipo de falla es de agrietamiento vertical debido a que se presentan grietas en las caras de la muestra.

**Figura 46**

*Tipo de Falla de la Pila Tipo D ante Carga Axial, Muestra D-2.*



*Nota.* El tipo de falla es de agrietamiento vertical debido a que se presentan grietas en las caras de la muestra.

**Figura 47**

*Tipo de Falla de la Pila Tipo E ante Carga Axial, Muestra E-2.*



*Nota.* El tipo de falla es de agrietamiento vertical debido a que se presentan grietas en las caras de la muestra.

#### **5.3.4. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Adobe**

En los siguientes cuadros se muestran los resultados que se obtuvieron del ensayo de resistencia a compresión diagonal a muretes de adobe con 0.35% de paja para todos los tipos e incrementando el agregado grueso y unidas con mortero de barro con 0.35% de paja.

##### **5.3.4.1. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Tipo A.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de muretes con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso (tradicional).

**Tabla 66 Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo A.**

Muestra	Dimensiones (cm)			Área $2ae_m$	Carga Máxima $P_{max}(kg)$	Esfuerzo Cortante $V_m (kg/cm^2)$
	Ancho (a)	Espesor ( $e_m$ )	Altura			
A1	51.7	12.2	50.4	1261.48	676.02	0.54
A2	51.6	12.2	51.6	1259.04	687.55	0.55
A3	51.6	12.3	52.0	1269.36	549.80	0.43
A4	51.1	12.2	51.4	1246.84	581.84	0.47
Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2) =$						0.50
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$						0.05
coeficiente de variación (Dispersión) =						11.00%
Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2) =$						0.45

**5.3.4.2. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Tipo B.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de muretes con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso.

**Tabla 67 Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo B.**

Muestra	Dimensiones (cm)			Área $2ae_m$	Carga Máxima $P_{max}(kg)$	Esfuerzo Cortante $V_m (kg/cm^2)$
	Ancho (a)	Espesor ( $e_m$ )	Altura			
B1	51.7	12.5	52.5	1292.50	573.67	0.44
B2	52.0	12.5	52.0	1300.00	920.82	0.71
B3	51.7	12.6	52.3	1302.84	566.33	0.43
B4	51.8	12.5	52.4	1295.00	735.51	0.57
Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2) =$						0.54
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$						0.13
coeficiente de variación (Dispersión) =						23.83%
Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2) =$						0.41

**5.3.4.3. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Tipo C.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de muretes con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso.

**Tabla 68 Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo C.**

Muestra	Dimensiones (cm)			Área $2ae_m$	Carga Máxima $P_{max}(kg)$	Esfuerzo Cortante $V_m (kg/cm^2)$
	Ancho (a)	Espesor ( $e_m$ )	Altura			
C1	52.0	12.4	51.0	1289.60	705.31	0.55
C2	52.1	12.4	51.8	1292.08	591.53	0.46
C3	52.4	12.4	51.4	1299.52	760.31	0.59
C4	52.2	12.6	51.9	1315.44	424.69	0.32
Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2) =$						0.48
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$						0.12
coeficiente de variación (Dispersión) =						24.36%
Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2) =$						0.36

**5.3.4.4. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Tipo D.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de muretes con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso.

**Tabla 69 Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo D.**

Muestra	Dimensiones (cm)			Área $2ae_m$	Carga Máxima $P_{max}(kg)$	Esfuerzo Cortante $V_m (kg/cm^2)$
	Ancho (a)	Espesor ( $e_m$ )	Altura			
D1	52.1	12.6	52.4	1312.92	935.20	0.71
D2	51.9	12.7	53.2	1318.26	775.82	0.59
D3	51.6	12.7	53.5	1310.64	810.41	0.62
D4	52.3	12.6	52.8	1317.96	800.31	0.61
Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2) =$						0.63
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$						0.06
coeficiente de variación (Dispersión) =						8.74%
Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2) =$						0.58

**5.3.4.5. Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal a Muretes de Tipo E.**

Se aprecian los cálculos y resultados obtenidos de las muestras de muretes con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso.

**Tabla 70 Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe Tipo E.**

Muestra	Dimensiones (cm)			Área $2ae_m$	Carga Máxima $P_{max}(kg)$	Esfuerzo Cortante $V_m (kg/cm^2)$
	Ancho (a)	Espesor ( $e_m$ )	Altura			
E1	52.4	12.8	52.4	1341.44	924.29	0.69
E2	51.9	13.0	52.9	1349.40	818.78	0.61
E3	52.3	12.7	52.8	1328.42	524.59	0.39
E4	52.9	12.6	53.0	1333.08	721.63	0.54
Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2) =$						0.56
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$						0.12
coeficiente de variación (Dispersión) =						22.29%
Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2) =$						0.43

**5.3.4.6. Resumen del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes.****Tabla 71 Resumen de Resultados de Compresión Diagonal de Muretes.**

Tipo	Esfuerzo Cortante Promedio $V_m (kg/cm^2)$	Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2)$	coeficiente de variación (Dispersión)	Esfuerzo cortante característico $V'_m (kg/cm^2)$
A	0.50	0.05	11.00%	0.44
B	0.54	0.13	23.83%	0.41
C	0.48	0.12	24.36%	0.36
D	0.63	0.06	8.74%	0.58
E	0.56	0.12	22.29%	0.43

**5.3.5. Módulo de Corte en Muretes de Adobe.****Tabla 72 Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo A.**

Tipo	$V_{m\text{máx.}}$	$V_{m\text{máx.}}$ (75%)	$V_{m\text{máx.}}$ (30%)	$\epsilon_h$ (75%)	$\epsilon_h$ (30%)	$\epsilon_v$ (75%)	$\epsilon_v$ (30%)	$\gamma$	Módulo de corte $G_m(kg/cm^2)$
A1	0.54	0.40	0.16	0.0015	0.0009	0.0038	0.0011	0.0029	84.55
A2	0.55	0.41	0.16	0.0013	0.0003	0.0053	0.0014	0.0041	60.55
A3	0.43	0.32	0.13	0.0014	0.0004	0.0036	0.0007	0.0031	62.50
A4	0.47	0.35	0.14	0.0048	0.0001	0.0110	0.0014	0.0107	19.63
Módulo de Corte Promedio $G_m(kg/cm^2) =$									56.81
Desviación Estándar $\sigma (kg/cm^2) =$									27.07
Coeficiente de Variación (Dispersión) =									47.65%

Como resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe del tipo A se obtuvo la gráfica Esfuerzo vs Deformación Unitaria para cada muestra para luego obtener el valor de  $\gamma$ , posteriormente el valor del módulo de corte  $G_m$ , los resultados fueron, módulo de corte promedio de 56.81 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 27.07 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 47.65%.

**Tabla 73** *Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo B.*

Tipo	$V_{m\text{máx.}}$	$V_{m\text{máx.}}$ (75%)	$V_{m\text{máx.}}$ (30%)	$\epsilon_h$ (75%)	$\epsilon_h$ (30%)	$\epsilon_v$ (75%)	$\epsilon_v$ (30%)	$\gamma$	Módulo de corte $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
B1	0.44	0.33	0.13	0.0023	0.0004	0.0056	0.0015	0.0045	44.07
B2	0.71	0.53	0.21	0.0037	0.0004	0.0065	0.0023	0.0054	58.79
B3	0.43	0.33	0.13	0.0020	0.0004	0.0052	0.0024	0.0032	60.64
B4	0.57	0.43	0.17	0.0030	0.0012	0.0047	0.0012	0.0040	63.96
Módulo de Corte Promedio $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									56.87
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									8.80
Coeficiente de Variación (Dispersión) =									15.47%

Como resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe del tipo B se obtuvo la gráfica Esfuerzo vs Deformación Unitaria para cada muestra para luego obtener el valor de  $\gamma$ , posteriormente el valor del módulo de corte  $G_m$ , los resultados fueron, módulo de corte promedio de 56.87 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 8.80 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 15.47%.

**Tabla 74** *Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo C.*

Tipo	$V_{m\text{máx.}}$	$V_{m\text{máx.}}$ (75%)	$V_{m\text{máx.}}$ (30%)	$\epsilon_h$ (75%)	$\epsilon_h$ (30%)	$\epsilon_v$ (75%)	$\epsilon_v$ (30%)	$\gamma$	Módulo de corte $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
C1	0.55	0.41	0.16	0.0012	0.0001	0.0040	0.0010	0.0032	75.99
C2	0.46	0.34	0.14	0.0018	0.0007	0.0056	0.0016	0.0041	49.69
C3	0.59	0.44	0.18	0.0016	0.0005	0.0053	0.0015	0.0040	66.02
C4	0.32	0.24	0.10	0.0012	0.0000	0.0036	0.0004	0.0034	42.23
Módulo de Corte Promedio $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									58.48
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									15.32
Coeficiente de Variación (Dispersión) =									26.20%

Como resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe del tipo C se obtuvo la gráfica Esfuerzo vs Deformación Unitaria para cada muestra para luego obtener el valor de  $\gamma$ , posteriormente el valor del módulo de corte  $G_m$ , los resultados fueron, módulo de corte promedio de 58.48 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 15.32 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 26.20%.

**Tabla 75** *Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo D.*

Tipo	$V_m$ máx.	$V_m$ máx. (75%)	$V_m$ máx. (30%)	$\epsilon_h$ (75%)	$\epsilon_h$ (30%)	$\epsilon_v$ (75%)	$\epsilon_v$ (30%)	$\gamma$	Módulo de corte $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
D1	0.71	0.53	0.21	0.0004	0.0001	0.0052	0.0013	0.0039	81.57
D2	0.59	0.44	0.18	0.0007	0.0001	0.0046	0.0009	0.0038	70.38
D3	0.62	0.46	0.19	0.0007	0.0001	0.0056	0.0016	0.0040	69.30
D4	0.61	0.46	0.18	0.0007	0.0000	0.0048	0.0010	0.0039	70.54
Módulo de Corte Promedio $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									72.95
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									5.77
Coeficiente de Variación (Dispersión) =									7.91%

Como resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe del tipo D se obtuvo la gráfica Esfuerzo vs Deformación Unitaria para cada muestra para luego obtener el valor de  $\gamma$ , posteriormente el valor del módulo de corte  $G_m$ , los resultados fueron, módulo de corte promedio de 72.95 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 5.77 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 7.91%.

**Tabla 76** *Módulo de Corte en Muretes de Adobe Tipo E.*

Tipo	$V_m$ máx.	$V_m$ máx. (75%)	$V_m$ máx. (30%)	$\epsilon_h$ (75%)	$\epsilon_h$ (30%)	$\epsilon_v$ (75%)	$\epsilon_v$ (30%)	$\gamma$	Módulo de corte $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )
E1	0.69	0.52	0.21	0.0013	0.0006	0.0061	0.0019	0.0043	72.38
E2	0.61	0.46	0.18	0.0008	0.0003	0.0043	0.0011	0.0032	84.38
E3	0.39	0.30	0.12	0.0022	0.0002	0.0052	0.0012	0.0045	39.82
E4	0.54	0.41	0.16	0.0007	0.0001	0.0052	0.0004	0.0048	50.33
Módulo de Corte Promedio $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									61.73
Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> ) =									20.30
Coeficiente de Variación (Dispersión) =									32.89%

Como resultado del ensayo de compresión diagonal en muretes de adobe del tipo E se obtuvo la gráfica Esfuerzo vs Deformación Unitaria para cada muestra para luego obtener el valor de  $\gamma$ , posteriormente el valor del módulo de corte  $G_m$ , los resultados fueron, módulo de corte promedio de 61.73 kg/cm<sup>2</sup>, desviación estándar de 20.30 kg/cm<sup>2</sup>, un coeficiente de variación (dispersión) de 32.89%.

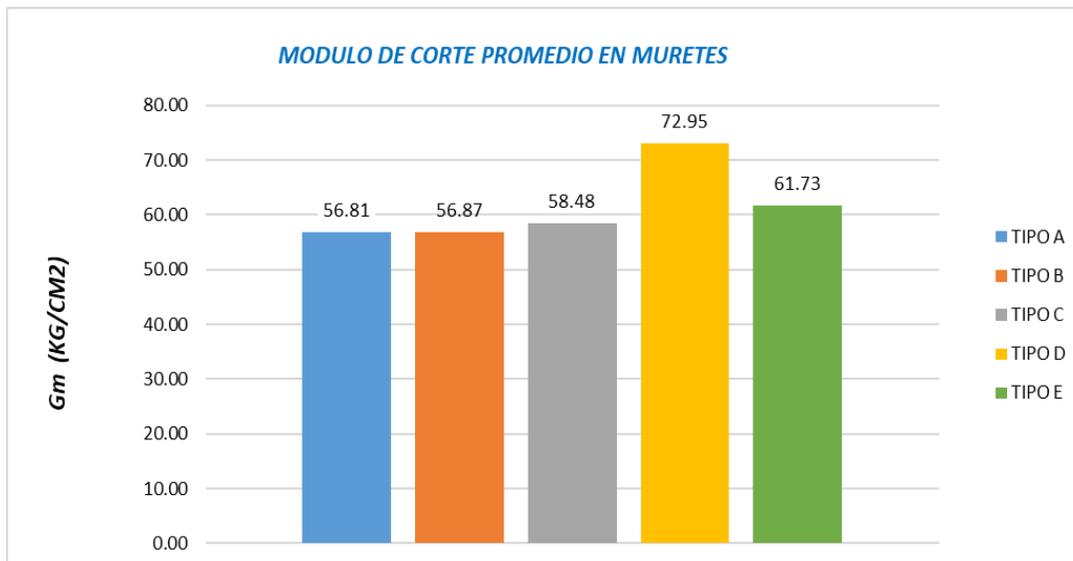
### 5.3.5.1. Resumen de Módulo de Corte en Muretes.

**Tabla 77** Resumen del Módulo de corte en Muretes por Tipo.

Tipo	Módulo de Corte Promedio $G_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar $\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de Variación (Dispersión)
A	56.81	27.07	47.65%
B	56.87	8.80	15.47%
C	58.48	15.32	26.20%
D	72.95	5.77	7.91%
E	61.73	20.30	32.89%

**Figura 48**

Representación de Resumen de Módulo de Corte por Tipo.

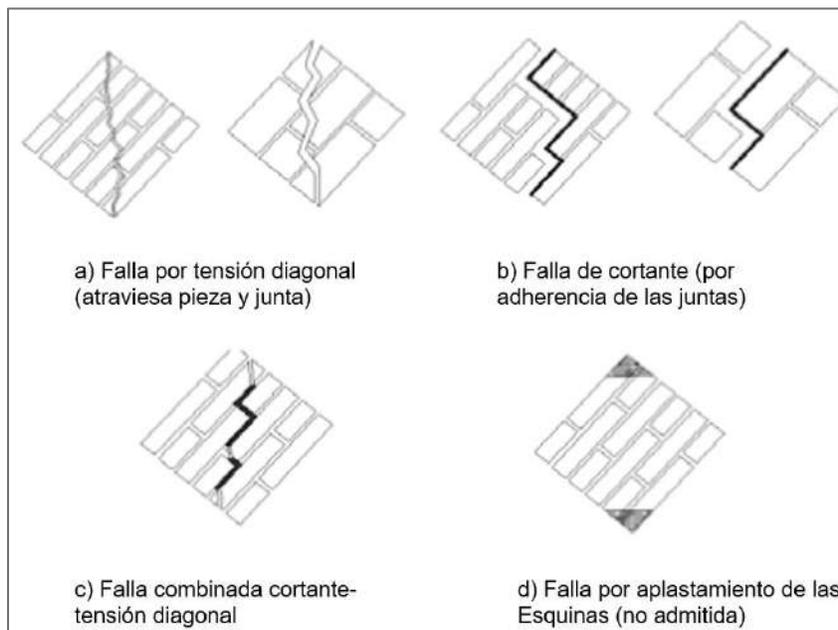


### 5.3.6. Tipos de Falla en Muretes de Adobe

Según Zacaria & Sánchez (2021) los tipos de falla son los que se muestran en a figura 48.

**Figura 49**

*Tipos de Falla en Muretes*



**Figura 50**

*Tipo de Falla en Muretes de Tipo A, Muestra A-2.*



*Nota.* El tipo de falla es de cortante debido a que la falla se presenta en las juntas.

## Figura 51

*Tipo de Falla en Muretes de Tipo B, Muestra B-3.*



*Nota.* El tipo de falla que se tiene es combinada (falla por tensión diagonal y de cortante) debido a que la falla se produce en la unidad de adobe y en las juntas.

## Figura 52

*Tipo de Falla en Muretes de Tipo C, Muestra C-4.*



*Nota.* El tipo de falla que se tiene es combinada (falla por tensión diagonal y de cortante) debido a que la falla se produce en la unidad de adobe y en las juntas.

### Figura 53

*Tipo de Falla en Muretes de Tipo D, Muestra D-3.*



*Nota.* El tipo de falla que se tiene es combinada (falla por tensión diagonal y de cortante) debido a que la falla se produce en la unidad de adobe y en las juntas.

### Figura 54

*Tipo de Falla en Muretes de Tipo E, Muestra E-3.*



*Nota.* El tipo de falla es de cortante debido a que la falla se presenta en las juntas.

## CAPITULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1. Discusión de Resultados de las Unidades de Adobe

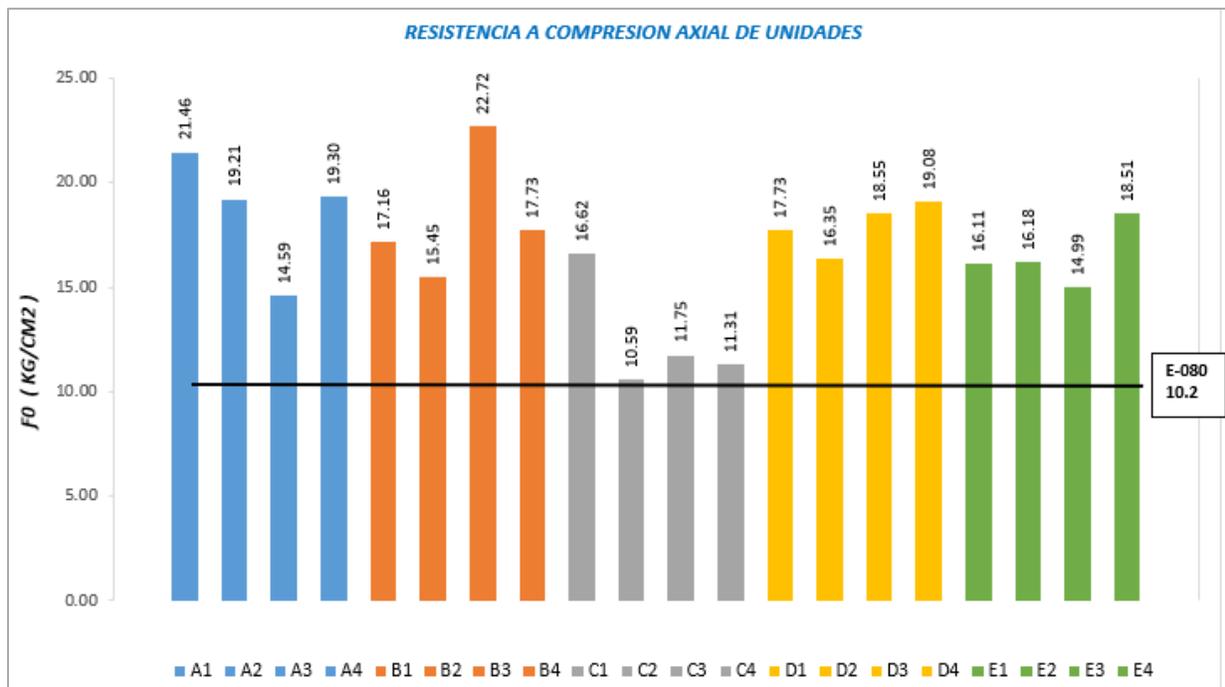
En las siguientes figuras se muestran graficas mediante barras estadísticas que representan un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en esta investigación.

#### 6.1.1. Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe.

En las siguientes figuras se muestran las gráficas de resistencia a compresión axial de unidades de adobe y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 55**

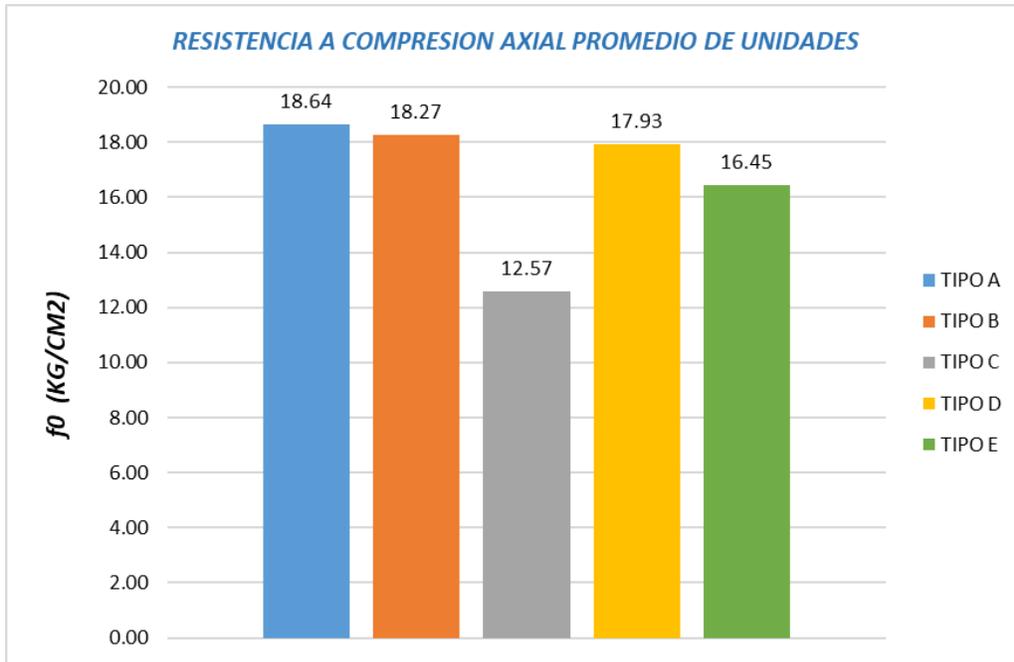
*Resistencia a Compresión Axial de Unidades de Adobe por cada Muestra.*



Como se observa en la figura 55 los valores de resistencia a compresión axial en unidades de adobe con aristas de 10cm que se obtuvieron en todos los tipos, son mayores a lo indicado en la Norma E-080, cuya resistencia mínima es de 10.2 kg/cm2, las unidades de tipo D, Tipo E tienen una menor dispersión, valores que se deben también al proceso de construcción.

**Figura 56**

*Resistencia a Tracción por Flexión Promedio de Unidades de Adobe por Tipo.*



Por otra parte, de los datos que se tiene en la figura 56, realizando una comparación frente a la resistencia a compresión axial promedio de las unidades de adobe Tipo A (adobe tradicional) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 0.37 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 1.98%
- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 6.07 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 32.56%.
- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 0.71 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 3.81%.

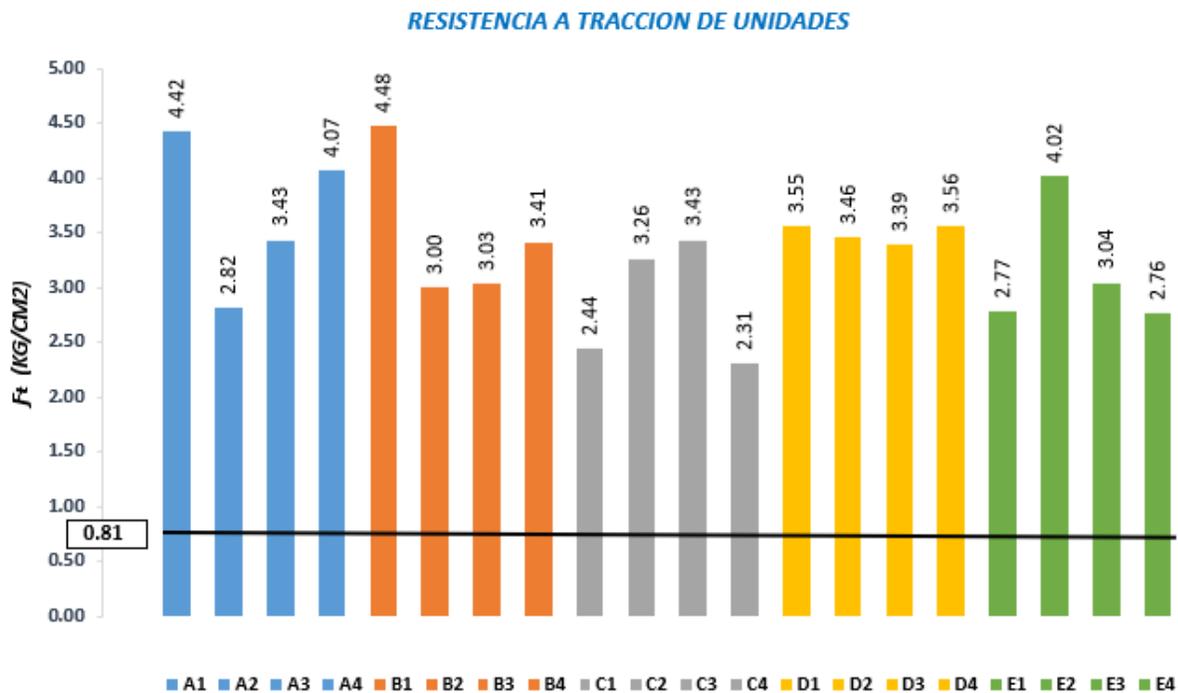
- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (TIPO E) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 2.19 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 11.75%.

### 6.1.2. *Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe*

En las figuras siguientes se muestran las gráficas de resistencia a tracción por flexión de unidades de adobe y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 57**

*Resistencia a Tracción por Flexión de Unidades de Adobe por cada Muestra.*

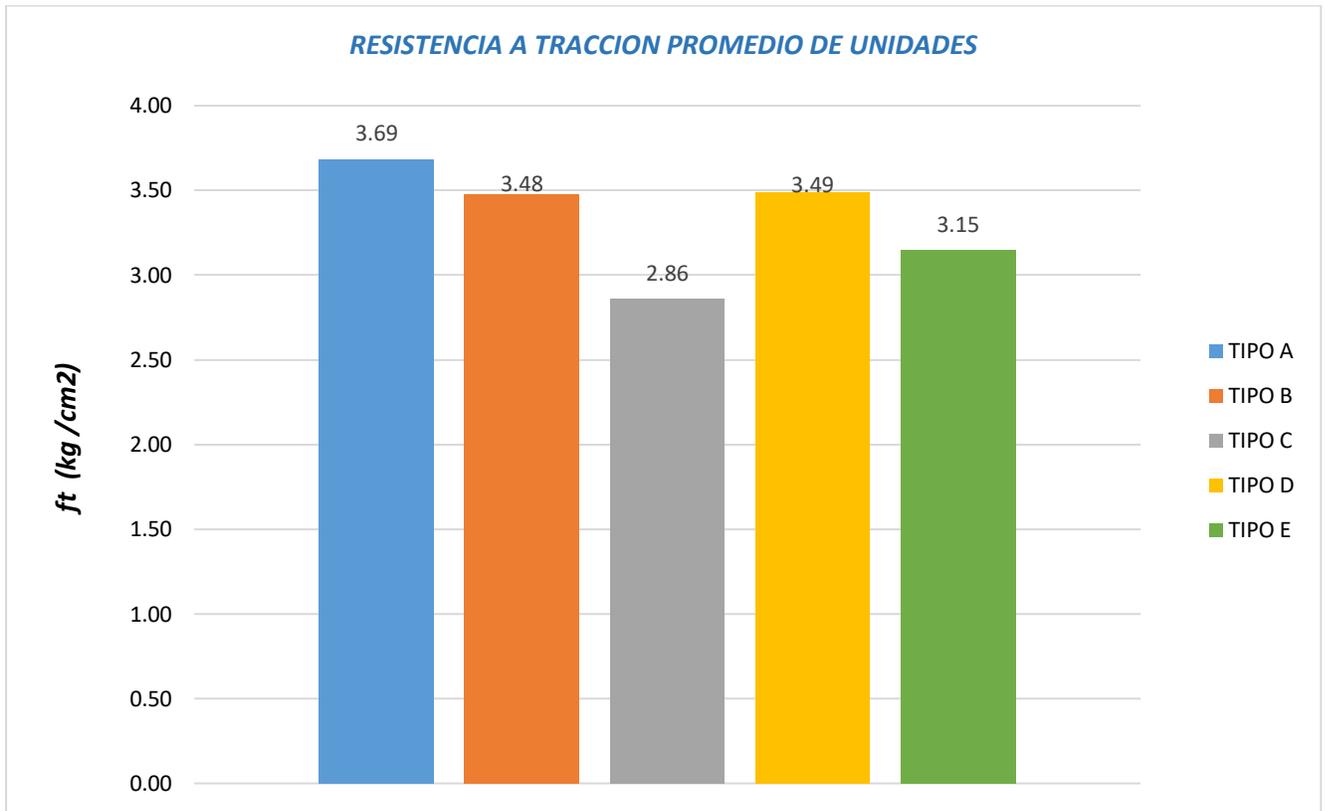


Como se observa en la figura 57 los valores de resistencia a tracción por flexión de unidades de adobe que se obtuvieron en todos los tipos son mayores a lo indicado en la Norma E-080, cuya resistencia mínima es de 0.81 kg/cm<sup>2</sup>, los valores más separados tienen una

dispersión mayor (Tipo A, Tipo B, Tipo C y Tipo E) en comparación a los valores más próximos entre sí (Tipo D) y todos estos resultados dependió del proceso de construcción.

### Figura 58

*Resistencia a Tracción por Flexión Promedio de Unidades de Adobe por Tipo.*



Por otra parte, de los datos que se tiene en la figura 58, realizando una comparación frente a la resistencia a tracción por flexión promedio de las unidades de adobe tradicional (Tipo A) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presentan una disminución en su resistencia a tracción por flexión de 0.21 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 5.68%

- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presentan una disminución en su resistencia a tracción por flexión de 0.83 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 22.50%.
- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presentan una disminución en su resistencia a tracción por flexión de 0.20 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 5.42%.
- Unidades de adobes con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presentan una disminución en su resistencia a tracción por flexión de 0.54 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 14.70%.

## **6.2. Discusión de Resultados del Mortero de Barro**

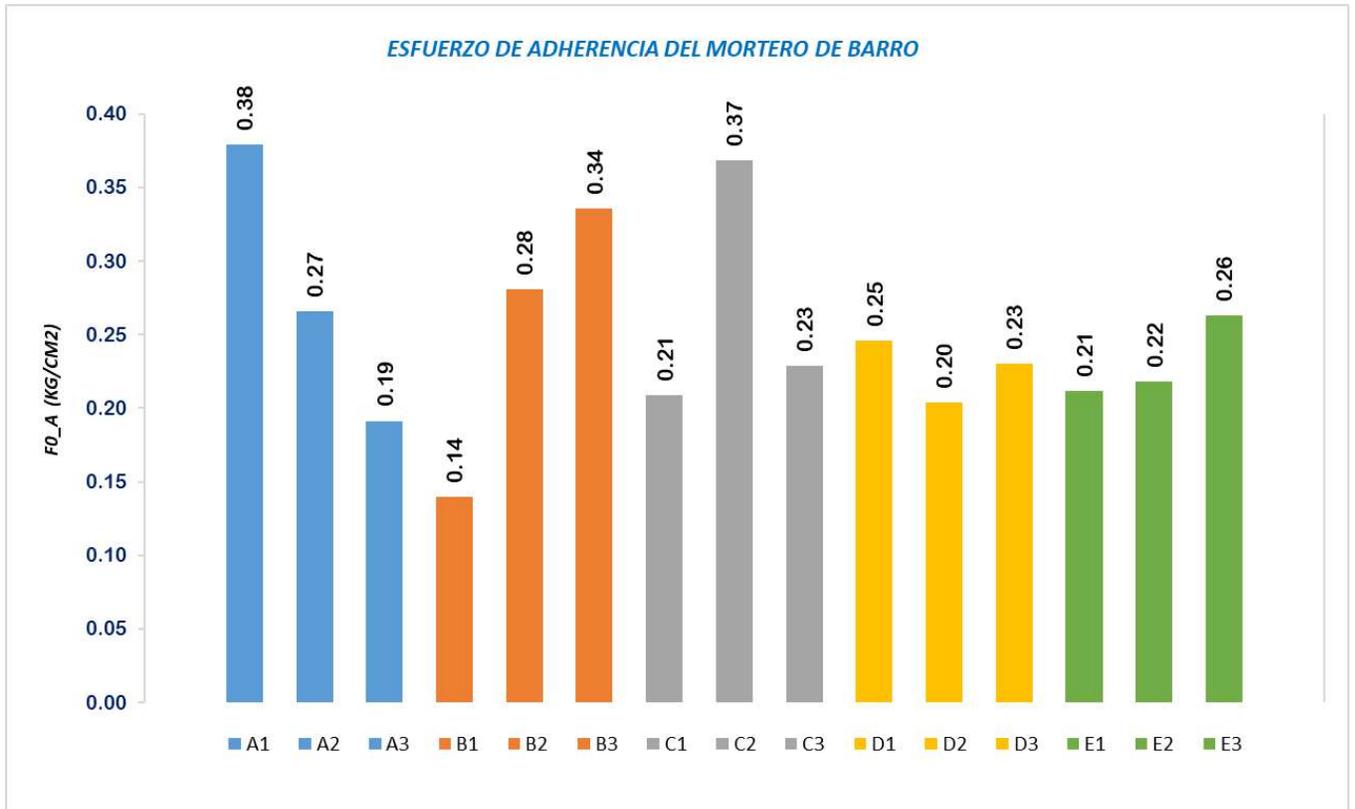
En las siguientes figuras se muestran graficas mediante barras estadísticas que representan un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en esta investigación.

### ***6.2.1. Discusión de Resultados del Ensayo de Esfuerzo de Adherencia del Mortero en Muestras de Adobe.***

En las figuras siguientes se muestran las gráficas del ensayo de esfuerzo de adherencia del mortero en muestras de adobe de tres piezas unidas con mortero de barro con 0.35% de paja para cada tipo y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 59**

*Esfuerzo de Adherencia del Mortero de Barro en cada Muestra*

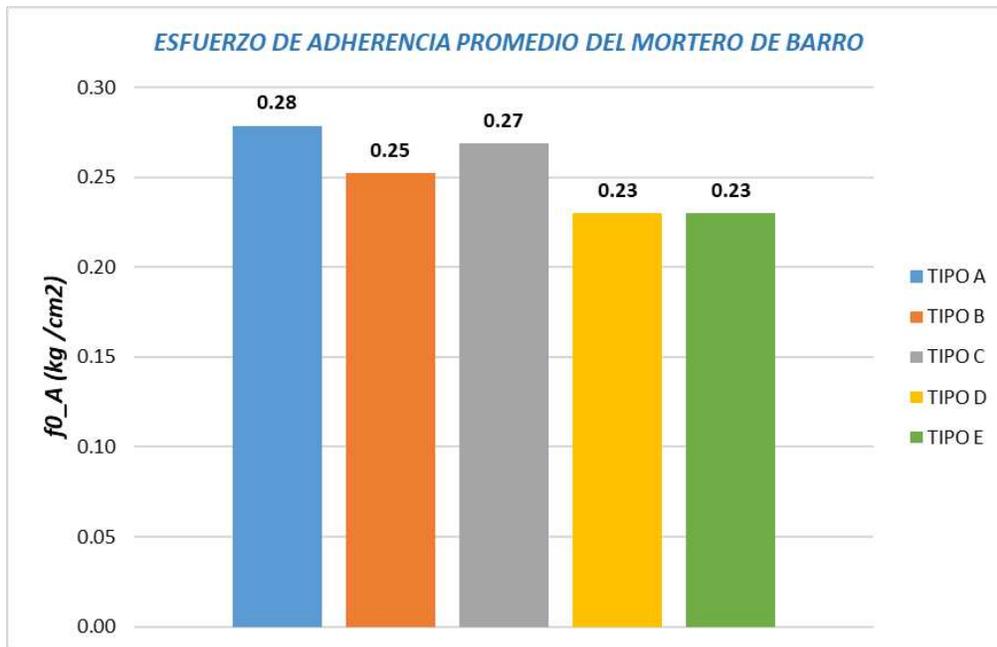


En la figura 59, se muestran los valores del esfuerzo de adherencia en las muestras de adobe de tres piezas se observa que los del Tipo A, Tipo B y Tipo C se encuentran dispersos, esto posiblemente al proceso de construcción de estas muestras en comparación con el Tipo D y Tipo E cuyos valores se encuentran próximos.

En el contenido de la Norma E-080, no se aprecia este tipo de ensayo.

**Figura 60**

*Esfuerzo de Adherencia Promedio del Mortero de Barro por cada Tipo.*



Por otra parte, de los datos que se tiene en la figura 60, realizando comparación frente al esfuerzo de adherencia promedio del mortero de las muestras de adobe tradicional (Tipo A) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- Muestras de adobe de 3 piezas con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presentan una disminución en el esfuerzo de adherencia del mortero de 0.03 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 9.51%.
- Muestras de adobe de 3 piezas con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presentan una disminución en el esfuerzo de adherencia del mortero de 0.01 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 3.51%.
- Muestras de adobe de 3 piezas con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presentan una disminución en el esfuerzo de adherencia del mortero de 0.05 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 17.45%.

- Muestras de adobe de 3 piezas con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presentan una disminución en el esfuerzo de adherencia del mortero de 0.05 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 17.45%.

### 6.3. Discusión de Resultados de Mampostería de adobe

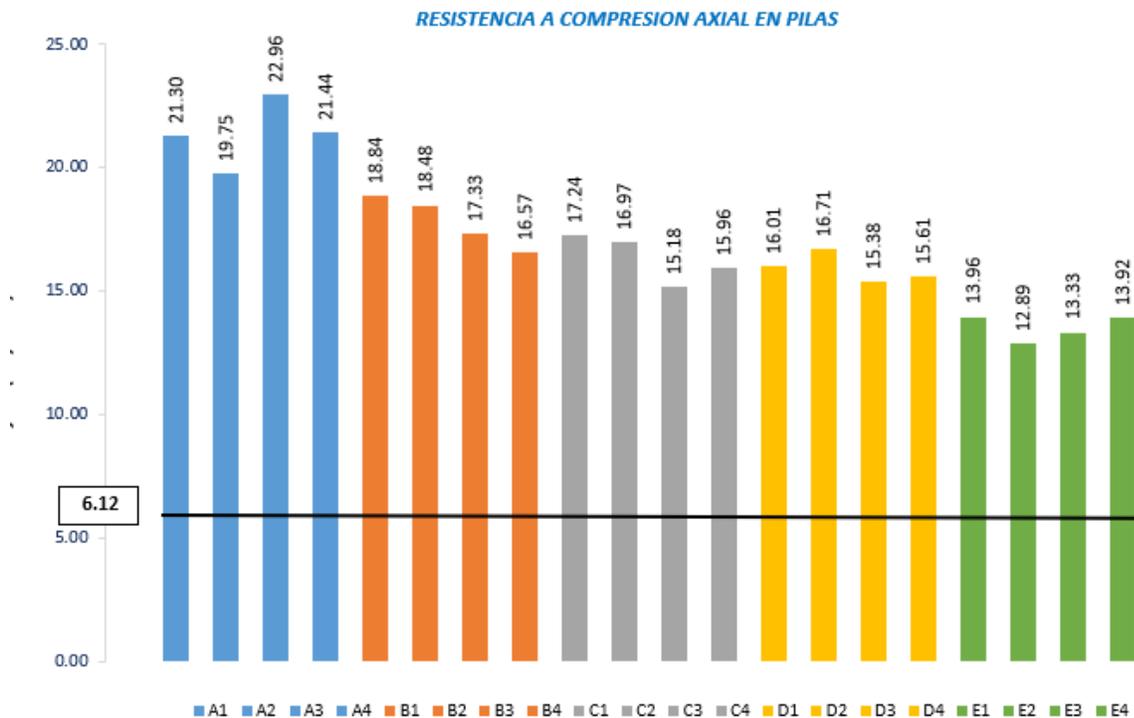
En las siguientes figuras se muestran graficas mediante barras estadísticas que representan un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en esta investigación.

#### 6.3.1. Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas de Adobe

En las figuras siguientes se muestran las gráficas de resistencia a compresión axial de pilas de adobe y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 61**

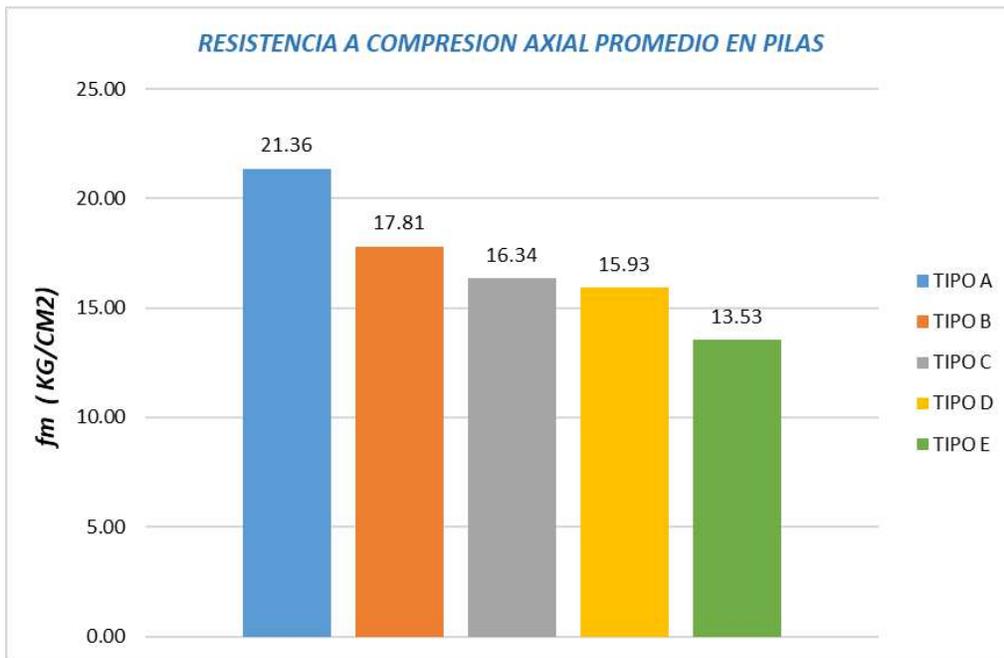
*Resistencia a Compresión Axial de Pilas de Adobe por cada Muestra.*



En la figura 61, se muestran los valores de resistencia a compresión axial en pilas de adobe que se obtuvieron son mayores a lo indicado en la Norma E-080, cuya resistencia mínima es de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>, se puede ver una menor dispersión con valores más próximos entre sí en todos los tipos puesto que dependió del proceso de construcción.

**Figura 62**

*Resistencia a Compresión Axial Promedio de Pilas de Adobe por cada Tipo.*



Por otra parte, de los datos que se tiene en la figura 62 realizando una comparación frente a la resistencia a compresión axial promedio de pilas de adobe tradicional (Tipo A) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- Pilas de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 3.56 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 16.65%

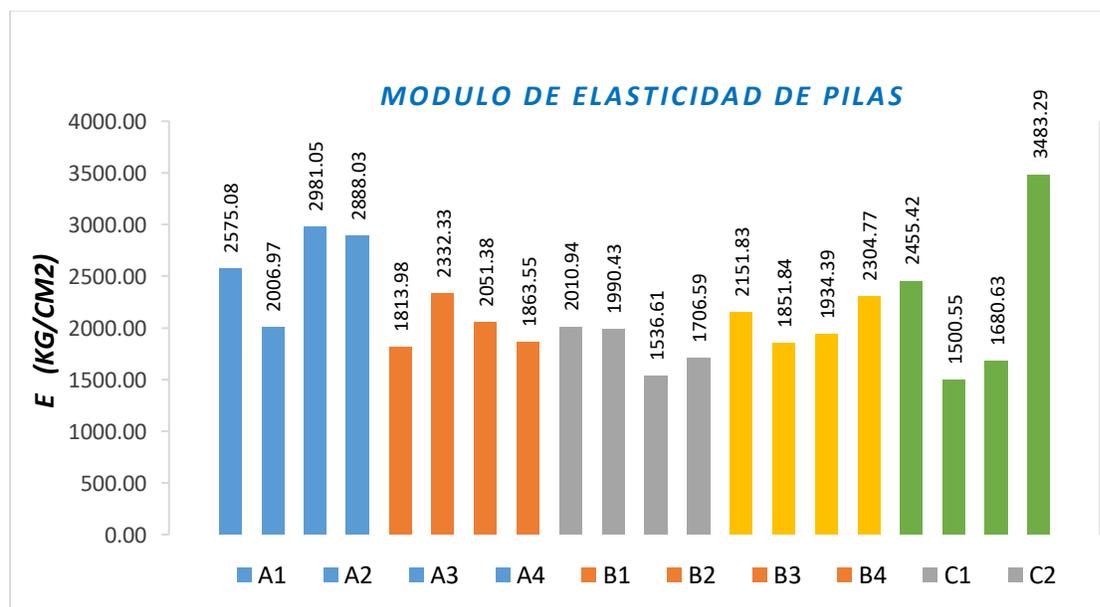
- Pilas de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 5.03 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 23.53%
- Pilas de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 5.43 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 25.44%
- Pilas de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presentan una disminución en su resistencia a compresión axial de 7.84 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 36.68%.

### 6.3.2. *Discusión de Resultados del Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe*

En las figuras 61 y 62 siguientes se muestran las gráficas de los módulos de elasticidad obtenidos de los ensayos en pilas de adobe, se realizó comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 63**

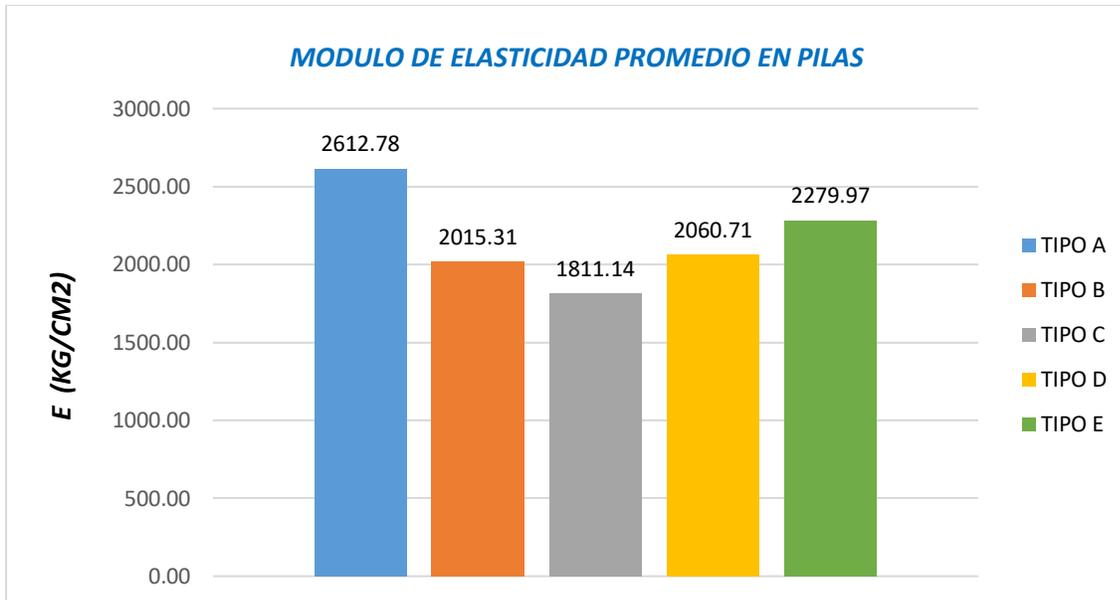
*Módulo de Elasticidad en Pilas de Adobe por cada Tipo de Muestra.*



En la figura 63, se muestran los valores de módulos de elasticidad en pilas de adobe que se obtuvieron muestran una mayor dispersión en los tipos A y tipo E como se mencionó antes debido al proceso de construcción.

**Figura 64**

*Módulos de Elasticidad en Pilas de Adobe Promedio por Tipo.*



Por otra parte, de los datos que se tiene en la figura 64, realizando una comparación frente al módulo de elasticidad promedio en pilas de adobe tradicional (Tipo A) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- El módulo de elasticidad en pilas de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presenta una disminución en su valor de 597.47 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de 22.87%
- El módulo de elasticidad en pilas de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presenta una disminución en su valor de 801.64 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de 30.68%

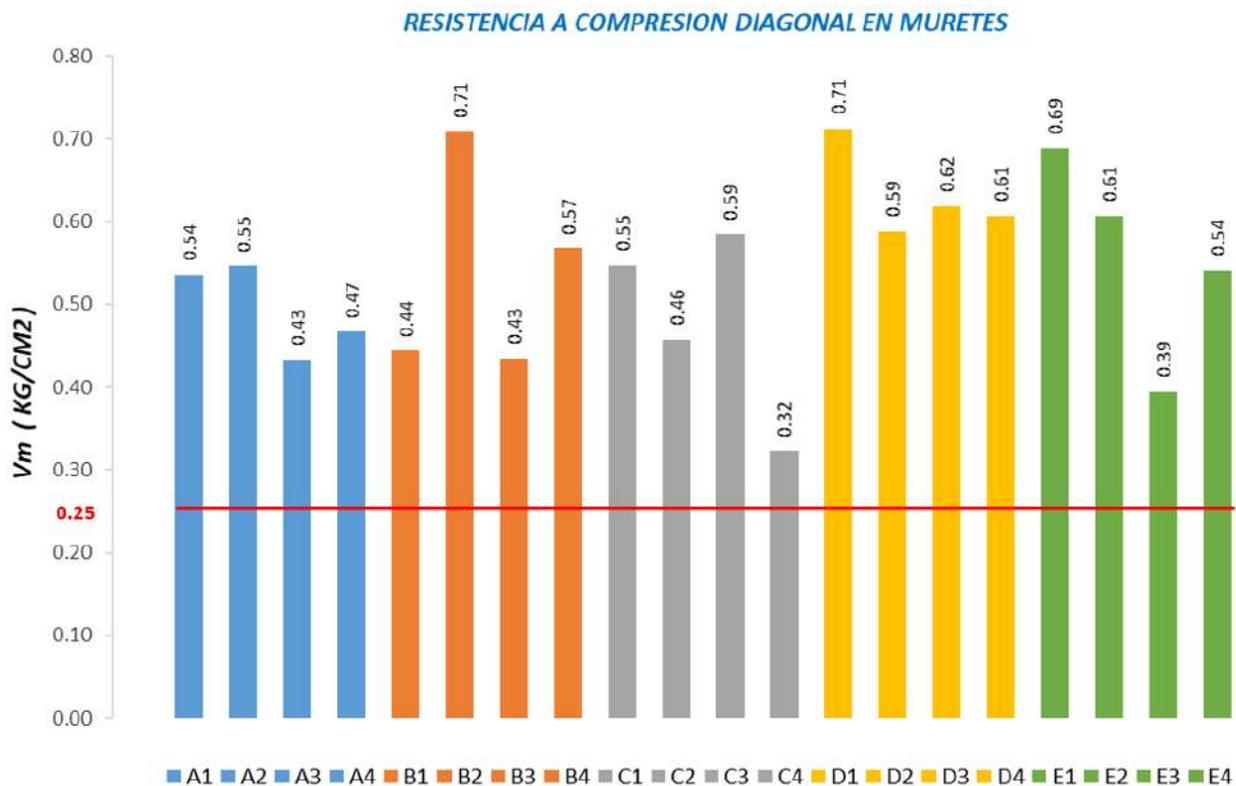
- El módulo de elasticidad en pilas de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presenta una disminución en su valor de 552.07 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de 21.13%
- El módulo de elasticidad en pilas de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presenta una disminución en su valor de 332.81 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de 12.74%

### 6.3.3. *Discusión de Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe*

En las figuras siguientes se muestran las gráficas de resistencia a compresión diagonal de muretes de adobe y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 65**

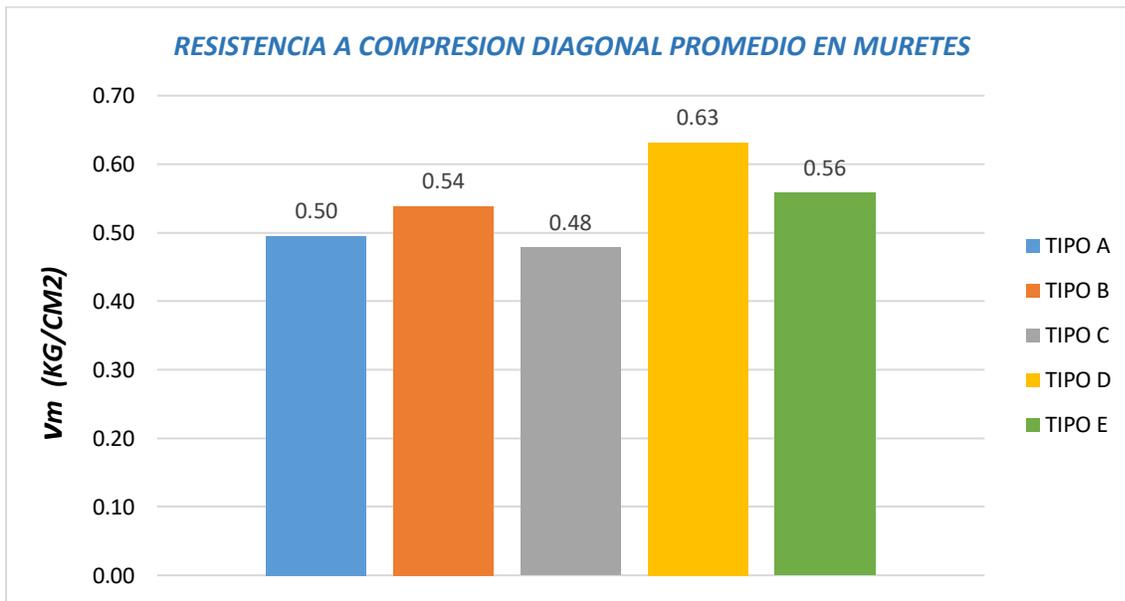
*Resistencia a Compresión Diagonal de Muretes por Tipo.*



En la figura 65, se muestran los valores de resistencia a compresión diagonal en muretes de adobe que se obtuvieron son mayores a lo indicado en la Norma E-080, cuya resistencia mínima es de 0.25 kg/cm<sup>2</sup>, se puede ver una mayor dispersión en los tipos B, C y E, esto debido al proceso constructivo.

**Figura 66**

*Resistencia a Compresión Diagonal Promedio de Muretes de Adobe Tipo.*



De los datos que se tiene en la figura 66, realizando comparación frente a la resistencia a compresión diagonal promedio de muretes de adobe tradicional (Tipo A) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Tenemos lo siguiente:

- Muretes de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presentan un aumento en su resistencia a compresión diagonal de 0.04 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un aumento de resistencia de un 8.73%.
- Muretes de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presentan una disminución en su resistencia a compresión diagonal de 0.02kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa una disminución de resistencia de un 3.49%.

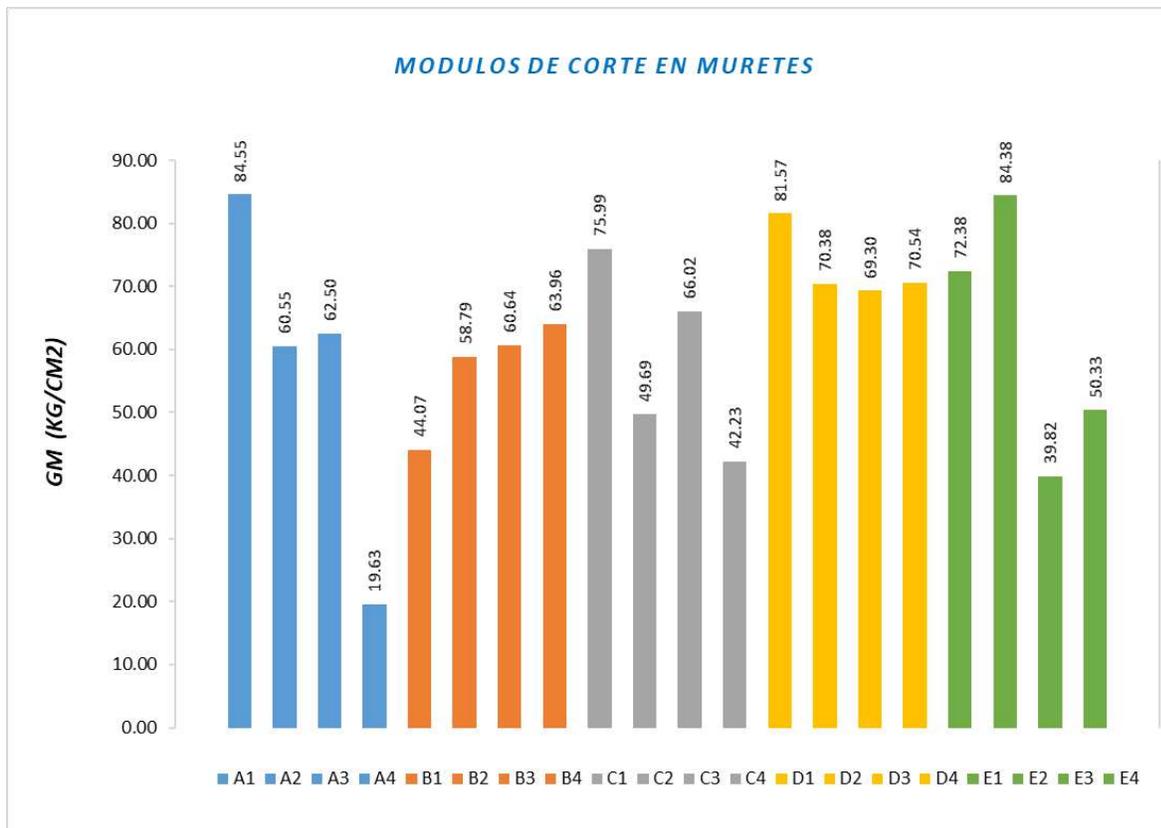
- Muretes de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presentan un aumento en su resistencia a compresión diagonal de 0.14 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un aumento de resistencia de un 27.48%.
- Muretes de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presentan un aumento en su resistencia a compresión diagonal de 0.06 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un aumento de resistencia de un 12.63%.

#### 6.3.4. Discusión de Resultados del Módulo de Corte en Muretes de Adobe

En las figuras siguientes se muestran las gráficas de los módulos de corte obtenidos de los ensayos en muretes de adobe y realizando una comparación de resultados obtenidos en cada caso.

**Figura 67**

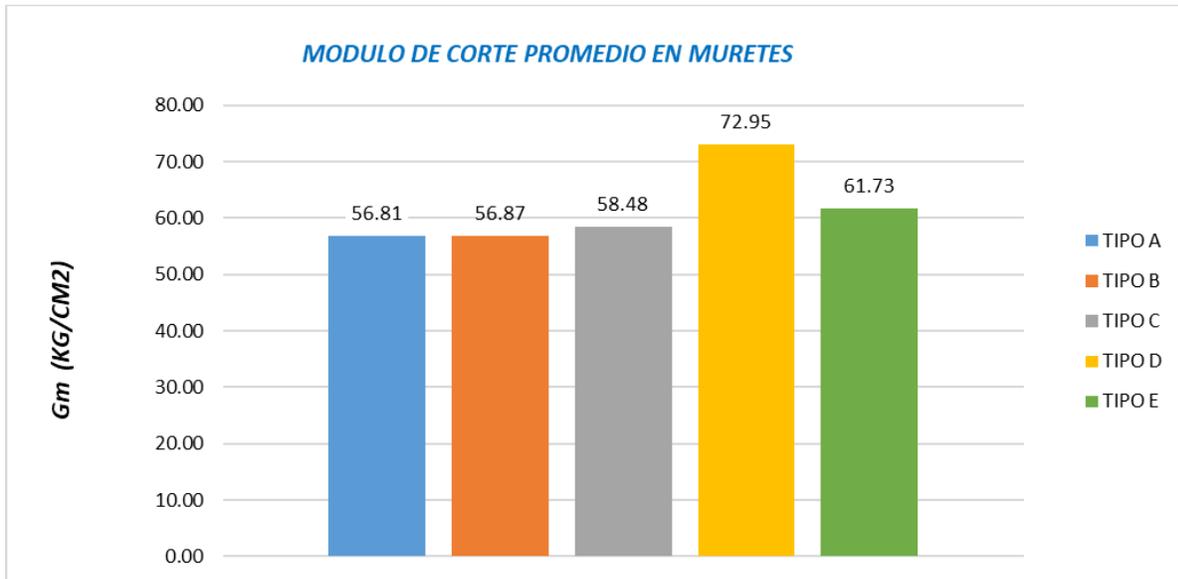
*Módulo de Corte de Muretes de Adobe por Tipo.*



En la figura 67, se muestra los valores de módulos de corte en muretes de adobe que se obtuvieron muestran una mayor dispersión en los tipos A, C y E, debido al proceso de construcción.

**Figura 68**

*Módulo de Corte Promedio de Muretes por Tipo*



De los datos que se tiene en la figura 68, realizando una comparación frente al módulo de corte promedio en muretes de adobe Tipo A (tradicional) con 0.35% de paja y 0% de agregado grueso. Se tiene lo siguiente:

- El módulo de corte en muretes de adobe con 0.35% de paja y 13.3% de agregado grueso (Tipo B) presenta un incremento en su valor de 0.06 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un incremento de 0.10%.
- El módulo de corte en muretes de adobe con 0.35% de paja y 18.3% de agregado grueso (Tipo C) presenta un incremento en su valor de 1.67 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un incremento de 2.94%.

- El módulo de corte en muretes de adobe con 0.35% de paja y 23.3% de agregado grueso (Tipo D) presenta un incremento en su valor de 16.14 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un incremento de 28.41%.
- El módulo de corte en muretes de adobe con 0.35% de paja y 28.3% de agregado grueso (Tipo E) presenta un incremento en su valor de 4.92 kg/cm<sup>2</sup>, que en porcentaje representa un incremento de 8.66%.

#### **6.4. Prueba de Hipótesis**

Con los datos obtenidos en la presente investigación se procedió a realizar la prueba de hipótesis el cual consiste en aceptar o rechazar una afirmación.

Para esto, analiza dos hipótesis de una población que se oponen: la hipótesis nula ( $H_0$ ) cuando no hay diferencia entre las medias de las muestras y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) cuando sí hay diferencia entre las medias de las muestras. Para ello en esta investigación se utilizó la prueba de t-student el cual considera el nivel de confiabilidad del 95% y nivel de significancia de  $\alpha=0.05$ . se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) con dos condiciones: que el valor de P que representa una evidencia en contra de la hipótesis nula sea menor que el valor de nivel significancia  $P(T \leq t)$  dos colas  $< \alpha$ , también que el valor de Estadístico  $t >$  Valor crítico de t (dos colas) (Amat, 2016).

Para la presente investigación se realizó la prueba de t-student considerando varianzas desiguales ya que los cálculos de varianza de cada muestra son diferentes.

##### **6.4.1. Hipótesis Específica Planteada N° 01**

Se tiene, el agregado grueso influye en la resistencia a compresión axial en las pilas de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos, para lo cual se usó la prueba de t- student mencionado anteriormente.

Mediante el uso de esta herramienta estadística se tienen las siguientes tablas:

**Tabla 78 Prueba t-student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo B.**

Prueba t - student para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo B</i>
Media	21.36259407	17.80588359
Varianza	1.722183846	1.08902255
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	6	
Estadístico t	4.242600542	
P(T<=t) una cola	0.002712095	
Valor crítico de t (una cola)	1.943180281	
P(T<=t) dos colas	0.00542419	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

De la tabla 78 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión axial en pilas de adobe de las muestras de adobe tipo A (tradicional) y tipo B son diferentes.

**Tabla 79 Prueba t-student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo C.**

Prueba t - student para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo C</i>
Media	21.36259407	16.33610883
Varianza	1.722183846	0.900814762
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	6.207194826	
P(T<=t) una cola	0.000792545	
Valor crítico de t (una cola)	2.015048373	
P(T<=t) dos colas	0.00158509	
Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851	

De la tabla 79 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión axial en pilas de adobe de las muestras de adobe tipo A y tipo C son diferentes.

**Tabla 80** Prueba t-Student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo D.

Prueba t - student para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo D</i>
Media	21.36259407	15.92769099
Varianza	1.722183846	0.343676943
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	7.562602482	
P(T<=t) una cola	0.000819286	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.001638572	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 80 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión axial en pilas de adobe de las muestras de adobe tipo A y tipo D son diferentes.

**Tabla 81***Prueba t-Student Esfuerzo Axial en Pilas Adobe Tipo A y Tipo E.*

Prueba t - student para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo E</i>
Media	21.36259407	13.52704826
Varianza	1.722183846	0.261983479
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	11.12525829	
P(T<=t) una cola	0.000185713	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.000371427	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 81 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión axial en pilas de adobe de las muestras de adobe tipo A (tradicional) y tipo E son diferentes.

#### **6.4.2. Hipótesis Específica Planteada N° 02**

Tenemos, el agregado grueso influye en la resistencia a compresión diagonal en muretes de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos.

**Tabla 82 Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo B.**

Prueba t para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo B</i>
Media	0.495442093	0.53870464
Varianza	0.002971047	0.01648132
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0.620377238	
P(T<=t) una cola	0.284303547	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.568607094	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 82 tenemos evidencia estadísticamente significativa para concluir que las medias de las resistencias a compresión diagonal en muretes de adobe de las muestras de adobe tipo A y tipo B son diferentes.

**Tabla 83 Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo C.**

Prueba t para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	<i>Tipo A</i>	<i>Tipo C</i>
Media	0.495442093	0.478163439
Varianza	0.002971047	0.01356435
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	0.268740164	
P(T<=t) una cola	0.400710547	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.801421094	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 83 se tiene evidencia estadísticamente significativa para concluir que las medias de las resistencias a compresión diagonal en muretes de adobe de las muestras de adobe tipo A y tipo C son diferentes.

**Tabla 84** Prueba T-Student Esfuerzo de Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo D.

Prueba t para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	Tipo A	Tipo D
Media	0.495442093	0.631597251
Varianza	0.002971047	0.003046387
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	6	
Estadístico t	-3.510414634	
P(T<=t) una cola	0.006332517	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.801421094	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 84 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión diagonal en muretes de adobe de las muestras de adobe tipo A (tradicional) y tipo D son diferentes.

**Tabla 85 Prueba T-Student Esfuerzo a Compresión Diagonal en Muretes de Tipo A y Tipo E.**

Prueba t para dos Muestras Suponiendo Varianzas Desiguales		
	Tipo A	Tipo E
Media	0.495442093	0.55800616
Varianza	0.002971047	0.01547588
Observaciones	4	4
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-0.921282792	
P(T<=t) una cola	0.204519559	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	0.409039118	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

De la tabla 85 se tiene evidencia estadísticamente significativa de decir que las medias de las resistencias a compresión diagonal en muretes de adobe de las muestras de adobe tipo A (tradicional) y tipo E son diferentes.

**Tabla 86 Prueba de Hipótesis General.**

HIPOTESIS GENERAL	
Hipotesis de Investigación	Hipotesis Nula
El agregado grueso influye en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos.	El agregado grueso no influye en las propiedades mecánicas de mampostería de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos.
p - valor $\leq$ 0.05	
Se acepta la hipótesis de investigación	Se rechaza la hipótesis nula

*Nota.* En la tabla 86 se considera nivel de significancia con 95% de confiabilidad  $\alpha = 0.05$ .

**Tabla 87***Prueba de Hipotesis Especifica.*

HIPOTESIS ESPECIFICOS	
Hipótesis alternativa ( $H_1$ )	Hipótesis nula ( $H_0$ )
El agregado grueso influye en la resistencia a compresión uniaxial en las pilas de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos.	El agregado grueso no influye en la resistencia a compresión uniaxial en las pilas de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos.
p - valor $\leq 0.05$	
Se acepta la hipotesis alternativa ( $H_1$ )	Se rechaza la hipotesis nula ( $H_0$ )
El agregado grueso influye en la resistencia a compresión diagonal de los muretes de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos	El agregado grueso no influye en la resistencia a compresión diagonal de los muretes de adobe en los procesos de restauración de muros de monumentos históricos
p - valor $\leq 0.05$	
Se acepta la hipotesis alternativa ( $H_1$ )	Se rechaza la hipotesis nula nula ( $H_0$ )

*Nota.* En la tabla 87 se considera nivel de significancia con 95% de confiabilidad  $\alpha = 0.05$

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

En los procesos de restauración de monumentos históricos una de las actividades es el reemplazo de unidades de adobe en los muros de acuerdo a la presente investigación se concluye que el agregado grueso tiene una influencia significativamente negativa en las propiedades mecánicas de compresión axial en pilas de adobe y una influencia significativamente positiva en las propiedades mecánicas de compresión diagonal de la mampostería de adobe.

#### **Conclusión 01:**

Se obtuvo un resultado a la compresión axial en promedio  $f_m$  en pilas de tipo A de 21.36 kg/cm<sup>2</sup>, supera a los valores de los resultados de las pilas de tipo B,C,D y E que tienen valores de 17.81 kg/cm<sup>2</sup>, 16.34 kg/cm<sup>2</sup>, 15.93 kg/cm<sup>2</sup>, 13.53 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Valores que superan a lo indicado en la Norma E-080 en la cual la resistencia última es de 6.12 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Conclusión 02:**

En las pilas de adobe, el resultado obtenido del ensayo de compresión axial en promedio en pilas de tipo B con agregado grueso al 13.3% disminuye en un 16.65%, en promedio con respecto a las pilas de adobe de tipo A, en pilas de tipo C con 18.3% de agregado grueso disminuye en un 23.53% con respecto a pilas del tipo A, en pilas de adobe de tipo D con 23.3% de agregado grueso disminuye en un 25.44% con respecto a pilas del tipo A y pilas de adobe de tipo E con 28.3% de agregado grueso disminuye en un 36.68% con respecto a las pilas de tipo A.

#### **Conclusión 03:**

Se obtuvo un resultado del módulo de elasticidad  $E_m$  en pilas de adobe de tipo A fue de 2612.78 kg/cm<sup>2</sup> en promedio, este valor supera a los demás valores de pilas con agregado grueso, pilas de adobe de tipo B con agregado grueso al 13.3% con un valor de 2015.31 kg/cm<sup>2</sup>, pilas de

adobe de tipo C con 18.3% de agregado grueso con un valor de 1811.14 kg/cm<sup>2</sup>, pilas de adobe de tipo D con 23.3% de agregado grueso con un valor de 2060.71 kg/cm<sup>2</sup>, pilas de adobe de tipo E con 28.3% de agregado grueso con un valor de 2279.97 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Conclusión 04:**

Se obtuvo un resultado a la compresión diagonal en promedio (tracción indirecta)  $V_m$  en muretes de adobe de tipo A fue de 0.50 kg/cm<sup>2</sup>, este valor fue menor a de los tipos B,D y E y mayor al tipo C, valores con agregado grueso que fueron, muretes de adobe de tipo B con agregado grueso al 13.3% con un valor de 0.54 kg/cm<sup>2</sup>, muretes de adobe de tipo D con 23.3% de agregado grueso con un valor de 0.63 kg/cm<sup>2</sup>, muretes de adobe de tipo E con 28.3% de agregado grueso con un valor de 0.56 kg/cm<sup>2</sup> y resultado mayor a muretes de adobe de tipo C con agregado grueso al 18.3 % con un valor de 0.48 kg/cm<sup>2</sup> . Valores que superan a lo indicado en la Norma E-080 con un valor de 0.25 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Conclusión 05:**

Se obtuvo un resultado del módulo de corte  $G_m$  en muretes de adobe de Tipo A de 56.81kg/cm<sup>2</sup> en promedio, valor que es menor a los muretes de adobe del Tipo B con 13.3% de agregado grueso cuyo valor fue de 56.87 kg/cm<sup>2</sup> ,muretes de adobe del Tipo C con 18.3% de agregado grueso con un valor de 58.48 kg/cm<sup>2</sup> , muretes de adobe del Tipo D con agregado grueso al 23.3 % con un valor de 72.95 kg/cm<sup>2</sup> y muretes de adobe del Tipo E con 28.3 % de agregado grueso con un valor de 61.73 kg/cm<sup>2</sup>.

## **7.2. Recomendaciones.**

#### **Recomendación 01:**

Se recomienda en el desarrollo de proyectos de restauración de muros de monumentos históricos y construcción de viviendas de adobe, usar tierra que tenga en su contenido agregado

grueso hasta el 23.3% en peso y éste que tenga tamaños inferiores a  $1\frac{1}{2}$ " (38.10mm) de diámetro, debido a los resultados obtenidos en esta investigación en compresión de unidades, compresión axial de pilas y compresión diagonal en muretes.

**Recomendación 02:**

Se recomienda en el desarrollo de proyectos de restauración de muros de monumentos históricos y construcción de viviendas de adobe, en la elaboración de adobes se debe tener un secado lento libre de excesos de viento y protección de los rayos solares mediante el uso de tendales, para así evitar que los adobes se fisuren excesivamente por un secado brusco debido a la pérdida de humedad. Tomar muy en cuenta el proceso de secado de las unidades de adobe puesto que influirán directamente en la resistencia mecánica de la mampostería de adobe.

**Recomendación 03:**

Se recomienda en el desarrollo de proyectos de restauración de muros de monumentos históricos y construcción de viviendas de adobe, tener un buen control en el proceso constructivo de la mampostería de adobe mediante el uso adecuado de herramientas manuales, cuidando así la verticalidad y la horizontalidad, en el caso de las juntas no debe de exceder de los 2 cm con la utilización de un mortero de barro con un óptimo contenido de agua y paja para una buena trabajabilidad.

**Recomendación 04:**

Se recomienda a los futuros tesistas realizar investigaciones en adobe donde se evalué la influencia del agregado fino en la resistencia mecánica de la mampostería de adobe.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Guevara , D. (2015). Vulnerabilidad sísmica de Viviendas de Adobe del C.P. la Huaraclla, Jesús s, Cajamarca 2015. *Tesis de pre grado*. Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Amat, J. (ENERO de 2016). *T-test: Comparación de medias poblacionales independientes*.  
Obtenido de [cienciadedatos.net](https://cienciadedatos.net/documentos/12_t-test): [https://cienciadedatos.net/documentos/12\\_t-test](https://cienciadedatos.net/documentos/12_t-test)
- Arango Ortiz, J. (2002). *Análisis, Diseño y Construcción en Albañilería*. Lima: 1ra Edición.
- Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería. (2002). *NTP 399.604*. Lima: El Peruano. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/norma-tecnica-peruana-ntp-399604-2002-4-pdf-free.html>
- Gallegos , H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural* (Vol. 3era Edicion ). Lima: Fondo Editorial. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>
- Mamani Quispe, R. E. (2016). “Estudio Ccomparativo del Comportamiento Estructural Lineal y No Lineal del Monumento Histórico “Templo de Miska”,para Verificar los Daños Ocurridos por el Sismo de Paruro (Cusco) en Setiembre de 2014”. *Tesis de Pre Grado*. UNSAAC, Cusco.
- Ministerio De Vivienda, Construccion Y Saneamiento. (1999). *NTP 339.127*. LIMA: El Peruano. Obtenido de [https://vdocuments.mx/ntp-339127-contenido-de-humedad.html?page=1#google\\_vignette](https://vdocuments.mx/ntp-339127-contenido-de-humedad.html?page=1#google_vignette)
- Ministerio De Vivienda, Construccion y Saneamiento. (1999). *NTP 339.128*. LIMA: El Peruano. Obtenido de <https://www.udocz.com/apuntes/26394/ntp-339-128-1999-suelos-metodo-de-ensayo-para-el-analisis-granulometrico>

Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento. (1999). *NTP 339.131*. LIMA: El Peruano.

Obtenido de <https://pdfcoffee.com/qdownload/ntp-339131-8-pdf-free.html>

Ministerio De Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2004). *NTP 399.621 UNIDADES DE ALBAÑILERIA*. Lima: El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *E.080 ABOBE*. Lima: El Peruano.

Ministerio De Vivienda, Construcción Y Saneamiento. (2013). *NTP 399.605* . Lima: El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *NORMA E.080*. EL PERUANO.

Obtenido de [https://procurement-notices.undp.org/view\\_file.cfm?doc\\_id=109376](https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=109376)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma E.060*. Lima: El Peruano.

Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>

San Bartolomé , Á. (1994). *Construcciones de Albañilería* (Vol. 1era Edición ). Lima: Fondo Editorial. Obtenido de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>.

San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva , W. (2014). *Diseño y Connstrucción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial.

Teixeira Martins, H. T. (2015). Estudio de las Propiedades de las Fábricas Históricas de Adobe como Soporte a Intervenciones de Rehabilitación. *post grado*. Escuela politecnica de madrid, Madrid, España. Obtenido de [https://oa.upm.es/39007/1/Hermano\\_Teixeira\\_Martins.pdf](https://oa.upm.es/39007/1/Hermano_Teixeira_Martins.pdf)

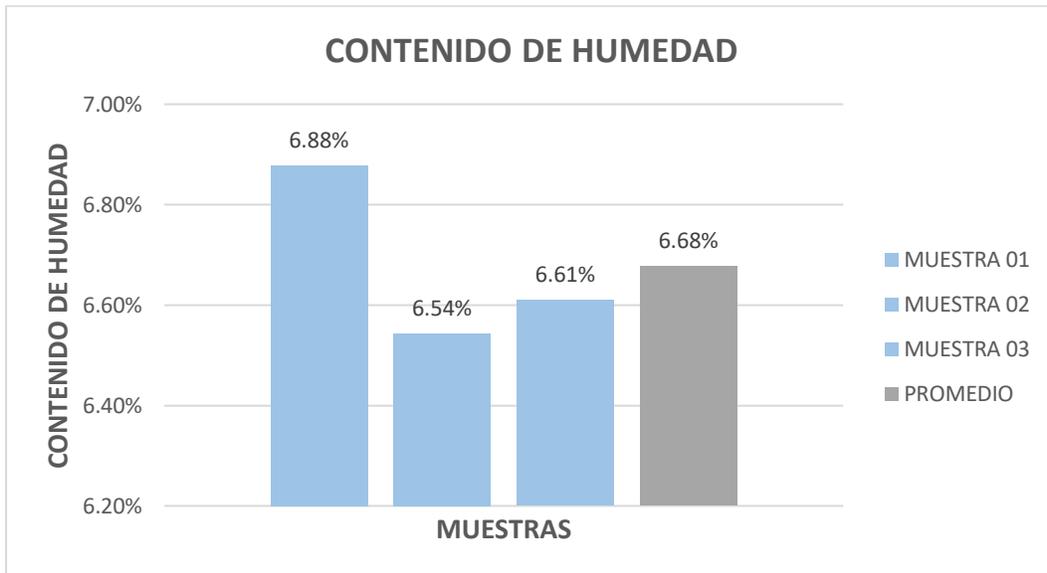
Vargas Díaz, L. (2016). Determinación de propiedades mecánicas de la mampostería de adobe, ladrillo y piedra en edificaciones históricas peruanas. *Pre grado*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/7472>

Zacaria, A. D., & Sánchez, S. (2021). “Cal como factor influyente en la resistencia a compresión diagonal de la mampostería”. *Cuaderno Activa*, 13, 61-72. Obtenido de <https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/882/1359>

## ANEXOS

### Contenido de Humedad del Suelo Natural

Muestras	Peso suelo humedo + cápsula	Peso suelo seco + cápsula	Peso cápsula	Peso suelo seco	Peso del agua	W
Muestra 01	123.71	119.63	60.32	59.31	4.08	<b>6.88%</b>
Muestra 02	122.99	119.15	60.47	58.68	3.84	<b>6.54%</b>
Muestra 03	113.28	109.93	59.25	50.68	3.35	<b>6.61%</b>
<b>PROMEDIO =</b>						<b>6.68%</b>

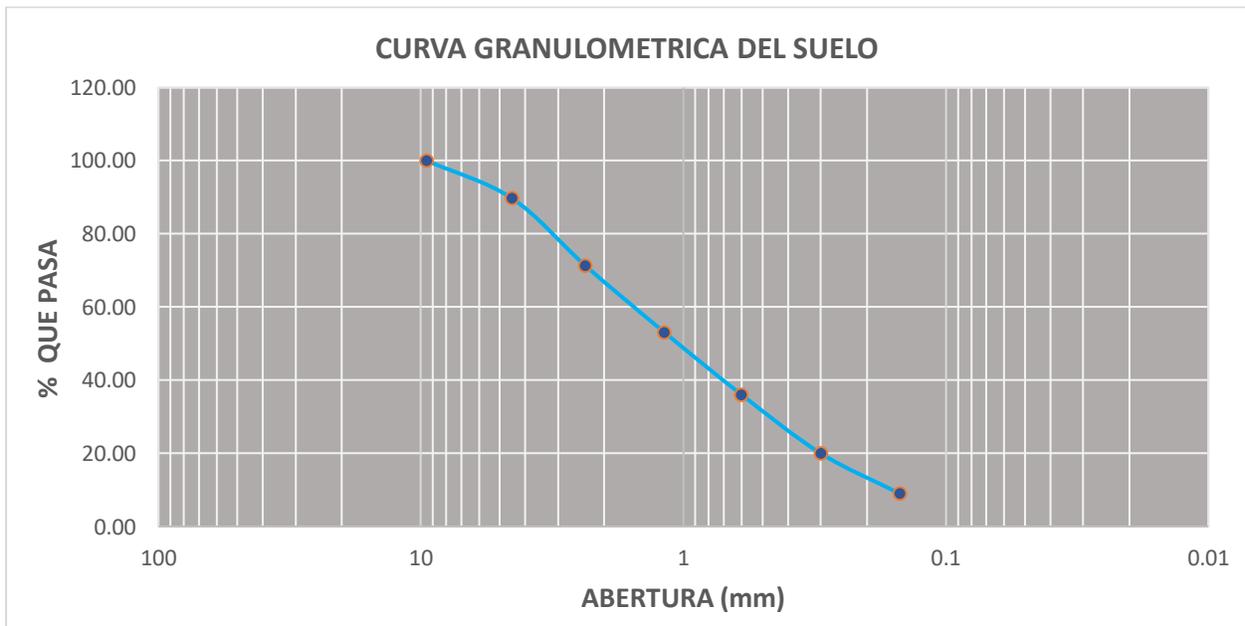


### PESO ESPECIFICO RELATIVO DEL SUELO

Muestra de Suelo	M-01
Peso de suelo seco	250.00 gr
Peso del matr�az + agua	637.56 gr
Peso del matr�az + agua + suelo seco	793.51 gr
<b>Peso Espec�fico</b>	<b>2.66 gr/cm<sup>3</sup></b>

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL SUELO M-1 CORREGIDO

PESO NATURAL MUESTRA = (gr)						1565.33		
PESO SECO ANTES DE LAVAR EN MALLA Nº 200 = (gr)						1454.35		
PESO SECO DESPUES DE LAVAR = (gr)						812.82		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO EN BASE AL TOTAL	% PESO RETENIDO ACUMULADO	PESO QUE PASA	% PESO QUE PASA
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	812.82	100.00
Nº 4	4.5	83.38	83.57	10.28%	5.75%	10.28%	729.25	89.72
Nº 8	2.36	149.52	149.86	18.44%	10.30%	28.72%	579.39	71.28
Nº 16	1.18	147.82	148.15	18.23%	10.19%	46.95%	431.24	53.05
Nº 30	0.6	138.20	138.51	17.04%	9.52%	63.99%	292.73	36.01
Nº 50	0.3	129.68	129.97	15.99%	8.94%	79.98%	162.75	20.02
Nº 100	0.15	89.24	89.44	11.00%	6.15%	90.98%	73.31	9.02
Nº 200	0.075	73.14	73.31	9.02%	5.04%	100.00%	0.00	
CAZUELA		<b>1.84</b>	<b>812.82</b>					
ERROR		1.84						
% ERROR		0.23%	ok!					
						% ARENA =	55.89%	
						% ARCILLA Y LIMO =	44.11%	



## SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS) ASTM D 2487

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

*Nota.* según los resultados de ensayo se obtuvo el límite líquido LL 26.70% y límite plástico de 15.51% e índice de plasticidad IP 11.19% tabla anterior la clasificación del suelo ensayado corresponde a sc: arena arcillosa.

## Ensayo: Carga vs Deformación Vertical en Pilas de Adobe Tipo A

MUESTRA A1	
DV (mm)	CARGA (kg)
0	0
0.14	67.24
0.44	215.20
0.84	368.27
1.23	471.94
1.57	641.33
1.73	762.55
1.94	882.86
2.18	1066.43
2.43	1290.51
2.52	1335.92
2.69	1522.35
2.80	1639.49
3.15	1959.49
3.35	2354.90
3.63	2822.65
3.73	3054.69
3.78	3208.27
3.87	3478.16
3.93	3600.92
4.03	3883.16
4.10	4012.96
4.23	4364.90
4.45	4783.27
4.58	4839.18
4.74	5095.92
5.06	5370.92
5.17	5588.47
5.31	5706.02
5.65	6077.14
6.02	6403.57
6.42	6518.88
6.74	6630.41
6.82	6358.57
6.83	6259.08
6.83	6199.39
6.84	6160.10
6.84	6130.10

MUESTRA A2	
DV (mm)	CARGA (kg)
0	0
0.07	100.51
0.42	245.31
0.56	311.43
0.88	464.18
1.06	574.29
1.38	777.35
1.48	842.86
1.86	1195.31
1.98	1325.41
2.10	1477.14
2.20	1617.24
2.45	1967.65
2.56	2113.67
2.73	2470.00
2.94	2759.08
3.04	2975.10
3.20	3236.43
3.37	3451.43
3.51	3680.82
3.61	3872.86
3.74	4004.18
4.01	4360.31
4.16	4526.63
4.46	4890.71
4.68	5062.65
4.96	5288.16
5.11	5408.06
5.43	5601.53
5.59	5705.41
6.57	5975.20
6.74	5918.06
6.88	5804.90
6.96	5668.88
6.98	5588.88
6.99	5544.39

MUESTRA A3	
DV (mm)	CARGA (kg)
0	0
0.17	63.78
0.26	126.63
0.53	242.24
0.83	380.20
1.22	583.67
1.27	609.49
1.53	787.35
1.54	809.18
1.86	1091.73
2.02	1281.94
2.24	1547.55
2.39	1691.43
2.47	1832.76
2.66	2106.94
2.84	2415.41
2.94	2565.61
3.09	2881.73
3.20	3040.00
3.40	3498.47
3.48	3695.61
3.62	3996.22
3.79	4502.24
3.86	4609.39
3.97	5019.18
4.08	5307.24
4.16	5501.22
4.28	5905.92
4.47	6264.39
4.68	6414.29
4.86	6625.51
5.12	6856.63
5.45	6918.47
5.69	6634.08
5.72	6484.18
5.72	6415.00
5.73	6369.39
5.73	6336.73

MUESTRA A4	
DV (mm)	CARGA (kg)
0	0
0.15	55.51
0.31	132.24
0.37	157.65
0.52	216.43
0.71	316.22
0.84	353.27
0.91	388.57
1.26	557.86
1.36	631.02
1.59	746.22
1.85	965.20
1.92	981.43
2.23	1270.51
2.49	1574.69
2.68	1797.04
2.81	1948.98
2.93	2165.92
3.06	2323.16
3.24	2649.59
3.30	2722.24
3.47	3078.47
3.51	3112.04
3.66	3490.41
3.70	3524.69
3.80	3826.12
3.84	3934.90
3.95	4282.35
3.99	4400.00
4.05	4627.76
4.11	4757.24
4.17	4943.06
4.25	5262.45
4.33	5546.53
4.34	6432.65
4.39	6115.00
4.40	5997.24
4.41	5943.16
4.41	5901.73
4.41	5870.31



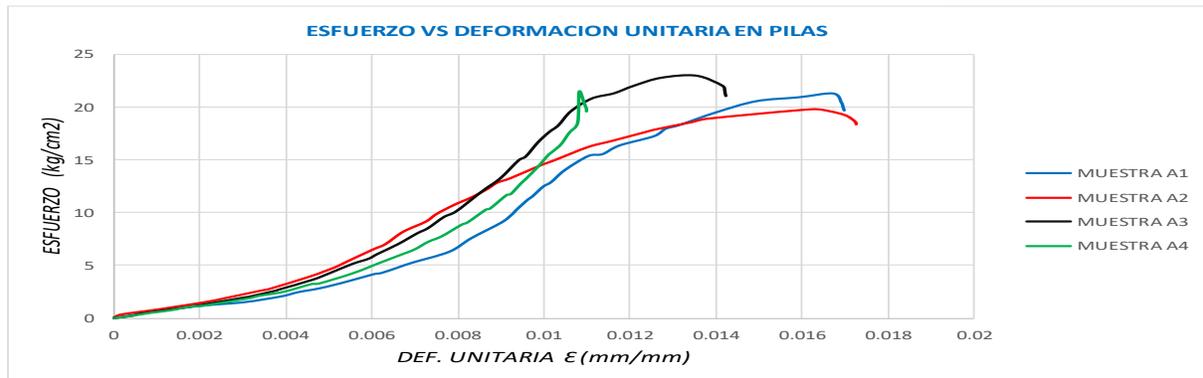
Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria Vertical en Pilas de Adobe Tipo A.

MUESTRA A1	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0
0.0003	0.22
0.0011	0.69
0.0021	1.18
0.0031	1.52
0.0039	2.06
0.0043	2.45
0.0048	2.84
0.0054	3.43
0.0060	4.15
0.0062	4.29
0.0067	4.89
0.0070	5.27
0.0078	6.30
0.0083	7.57
0.0090	9.07
0.0093	9.82
0.0094	10.31
0.0096	11.18
0.0097	11.57
0.0100	12.48
0.0102	12.89
0.0105	14.03
0.0110	15.37
0.0114	15.55
0.0118	16.37
0.0126	17.26
0.0128	17.96
0.0132	18.33
0.0140	19.53
0.0149	20.58
0.0159	20.95
0.0167	21.30
0.0169	20.43
0.0169	20.11
0.0170	19.92
0.0170	19.79
0.0170	19.70

MUESTRA A2	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0
0.0002	0.33
0.0010	0.81
0.0014	1.03
0.0022	1.53
0.0026	1.90
0.0034	2.57
0.0037	2.79
0.0046	3.95
0.0049	4.38
0.0052	4.88
0.0054	5.35
0.0060	6.50
0.0063	6.99
0.0067	8.16
0.0073	9.12
0.0075	9.83
0.0079	10.70
0.0083	11.41
0.0087	12.17
0.0089	12.80
0.0092	13.23
0.0099	14.41
0.0103	14.96
0.0110	16.16
0.0116	16.73
0.0122	17.48
0.0126	17.87
0.0134	18.51
0.0138	18.86
0.0162	19.75
0.0166	19.56
0.0170	19.19
0.0172	18.74
0.0172	18.47
0.0172	18.32

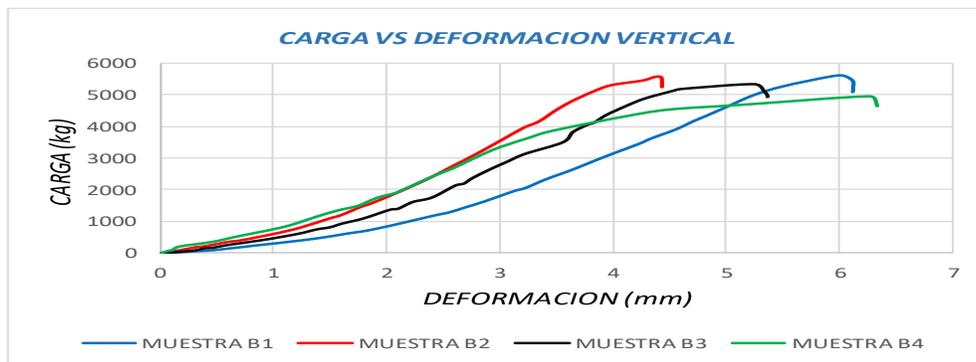
MUESTRA A3	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0
0.0004	0.21
0.0006	0.42
0.0013	0.80
0.0021	1.26
0.0030	1.94
0.0032	2.02
0.0038	2.61
0.0038	2.69
0.0046	3.62
0.0050	4.25
0.0056	5.14
0.0059	5.61
0.0062	6.08
0.0066	6.99
0.0071	8.02
0.0073	8.51
0.0077	9.56
0.0080	10.09
0.0085	11.61
0.0087	12.26
0.0090	13.26
0.0094	14.94
0.0096	15.30
0.0099	16.66
0.0101	17.61
0.0104	18.26
0.0106	19.60
0.0111	20.79
0.0116	21.29
0.0121	21.99
0.0127	22.76
0.0136	22.96
0.0142	22.02
0.0142	21.52
0.0142	21.29
0.0142	21.14
0.0142	21.03

MUESTRA A4	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0
0.0004	0.18
0.0008	0.44
0.0009	0.53
0.0013	0.72
0.0018	1.05
0.0021	1.18
0.0023	1.29
0.0031	1.86
0.0034	2.10
0.0040	2.49
0.0046	3.22
0.0048	3.27
0.0056	4.23
0.0062	5.25
0.0067	5.99
0.0070	6.49
0.0073	7.22
0.0076	7.74
0.0081	8.83
0.0082	9.07
0.0087	10.26
0.0088	10.37
0.0091	11.63
0.0092	11.75
0.0095	12.75
0.0096	13.11
0.0099	14.27
0.0099	14.66
0.0101	15.42
0.0102	15.85
0.0104	16.47
0.0106	17.54
0.0108	18.48
0.0108	21.44
0.0109	20.38
0.0110	19.99
0.0110	19.81
0.0110	19.67
0.0110	19.56



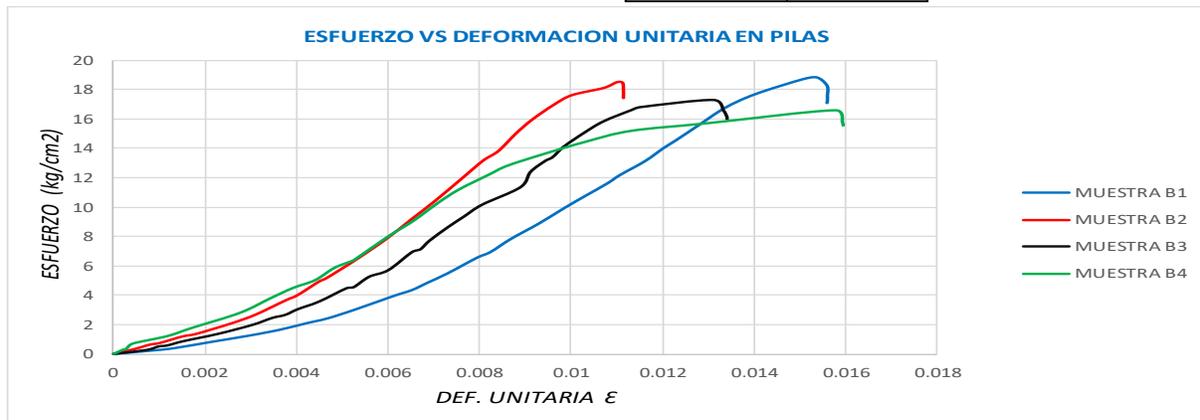
## Ensayo: Carga vs Deformación Vertical en Pilas de Adobe Tipo B

MUESTRA B1		MUESTRA B2		MUESTRA B3		MUESTRA B4	
DV (mm)	CARGA (kg)						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.41	85.41	0.18	98.88	0.29	85.31	0.08	83.67
0.55	128.57	0.31	188.88	0.39	155.71	0.11	104.18
0.86	251.63	0.40	225.51	0.47	180.71	0.17	211.84
1.17	376.33	0.59	353.78	0.61	266.63	0.47	364.39
1.43	495.10	0.71	404.39	0.92	424.59	0.69	535.10
1.66	626.73	0.86	509.59	1.22	614.18	1.10	839.59
1.84	723.16	1.04	635.10	1.39	757.35	1.37	1144.59
2.08	906.94	1.23	804.80	1.50	823.57	1.56	1349.29
2.41	1182.04	1.50	1098.37	1.61	943.16	1.75	1506.84
2.56	1301.94	1.60	1201.73	1.80	1102.65	1.92	1753.06
2.70	1454.08	1.78	1477.35	2.03	1380.41	2.07	1893.78
2.87	1643.27	1.86	1563.67	2.10	1408.88	2.10	1938.06
3.12	1956.84	2.11	1940.61	2.24	1626.63	2.33	2311.02
3.23	2074.49	2.37	2355.71	2.40	1765.31	2.44	2482.14
3.41	2343.47	2.59	2761.73	2.61	2142.55	2.61	2717.24
3.65	2658.88	2.79	3137.45	2.68	2205.82	2.83	3098.06
3.87	2973.27	3.04	3623.67	2.76	2387.96	3.01	3359.29
4.05	3223.78	3.21	3962.45	2.93	2673.98	3.26	3658.16
4.24	3474.59	3.35	4161.43	3.06	2892.24	3.42	3836.33
4.35	3643.98	3.50	4519.39	3.22	3146.02	3.71	4055.61
4.56	3926.22	3.64	4798.06	3.56	3514.29	4.10	4327.24
4.72	4196.12	3.82	5101.43	3.65	3837.04	4.50	4552.65
4.82	4340.20	3.98	5303.47	3.77	4065.61	5.16	4707.24
5.02	4655.51	4.26	5449.39	3.84	4145.71	6.28	4973.06
5.25	5006.94	4.37	5567.76	3.94	4372.76	6.34	4735.82
5.51	5287.65	4.42	5555.71	4.12	4660.82	6.34	4661.73
5.92	5594.69	4.43	5386.73	4.28	4901.63		
6.04	5631.63	4.43	5293.47	4.53	5140.71		
6.12	5463.37	4.43	5244.49	4.61	5200.82		
6.13	5259.59			5.25	5351.63		
6.13	5189.59			5.33	5129.49		
6.13	5143.37			5.36	5030.00		
6.12	5110.61			5.36	4979.29		
				5.36	4947.65		



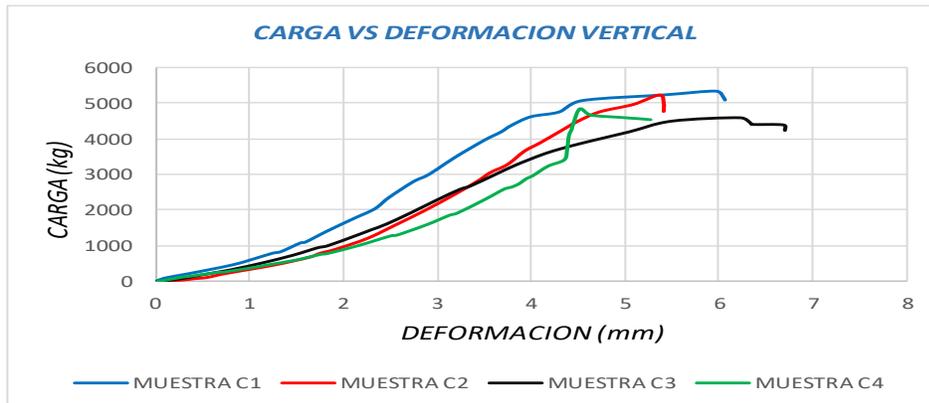
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria Vertical en Pilas de Adobe Tipo B.

MUESTRA B1		MUESTRA B2		MUESTRA B3		MUESTRA B4	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0	0	0	0
0.0010	0.29	0.0005	0.33	0.0007	0.28	0.0002	0.28
0.0014	0.43	0.0008	0.63	0.0010	0.50	0.0003	0.35
0.0022	0.84	0.0010	0.75	0.0012	0.59	0.0004	0.71
0.0030	1.26	0.0015	1.17	0.0015	0.86	0.0012	1.21
0.0036	1.66	0.0018	1.34	0.0023	1.38	0.0017	1.78
0.0042	2.10	0.0022	1.69	0.0030	1.99	0.0028	2.80
0.0047	2.42	0.0026	2.11	0.0035	2.45	0.0034	3.81
0.0053	3.03	0.0031	2.67	0.0038	2.67	0.0039	4.50
0.0061	3.95	0.0038	3.64	0.0040	3.05	0.0044	5.02
0.0065	4.36	0.0040	3.99	0.0045	3.57	0.0048	5.84
0.0069	4.86	0.0045	4.90	0.0051	4.47	0.0052	6.31
0.0073	5.50	0.0047	5.1889	0.0053	4.56	0.0053	6.46
0.0079	6.55	0.0053	6.4397	0.0056	5.27	0.0059	7.70
0.0082	6.94	0.0060	7.82	0.0060	5.72	0.0061	8.27
0.0087	7.84	0.0065	9.16	0.0065	6.94	0.0066	9.06
0.0093	8.90	0.0070	10.41	0.0067	7.14	0.0071	10.32
0.0098	9.95	0.0076	12.02	0.0069	7.73	0.0076	11.19
0.0103	10.79	0.0081	13.15	0.0073	8.66	0.0082	12.19
0.0108	11.62	0.0084	13.81	0.0077	9.37	0.0086	12.78
0.0111	12.19	0.0088	15.00	0.0081	10.19	0.0093	13.52
0.0116	13.14	0.0091	15.92	0.0089	11.38	0.0103	14.42
0.0120	14.04	0.0096	16.93	0.0091	12.43	0.0113	15.17
0.0123	14.52	0.0100	17.60	0.0094	13.17	0.0130	15.69
0.0128	15.58	0.0107	18.08	0.0096	13.43	0.0158	16.57
0.0133	16.75	0.0110	18.48	0.0098	14.16	0.0159	15.78
0.0140	17.69	0.0111	18.44	0.0103	15.10	0.0159	15.53
0.0151	18.72	0.0111	17.88	0.0107	15.88		
0.0154	18.84	0.0111	17.57	0.0113	16.65		
0.0156	18.28	0.0111	17.40	0.0115	16.84		
0.0156	17.60			0.0131	17.33		
0.0156	17.36			0.0133	16.61		
0.0156	17.21			0.0134	16.29		
0.0156	17.10			0.0134	16.13		
				0.0134	16.02		



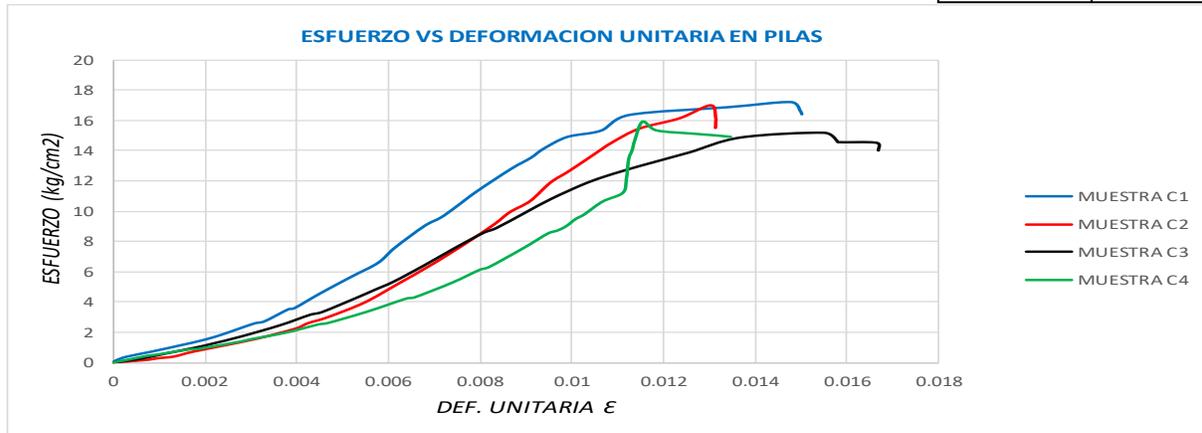
## Ensayo: Carga vs Deformación Vertical en Pilas de Adobe Tipo C.

MUESTRA C1		MUESTRA C2		MUESTRA C3		MUESTRA C4	
DV (mm)	CARGA (kg)						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.03	44.08	0.29	48.57	0.11	29.69	0.15	65.20
0.12	116.02	0.41	85.51	0.27	85.31	0.29	133.67
0.35	225.41	0.55	120.71	0.47	181.02	0.39	161.53
0.60	353.47	0.72	216.84	0.74	304.80	0.66	264.08
0.78	451.94	1.00	342.86	0.87	376.53	0.74	275.41
0.95	560.31	1.31	491.73	1.12	520.71	1.10	422.65
1.24	797.35	1.64	687.65	1.47	749.80	1.17	462.24
1.33	843.06	1.75	796.84	1.73	955.51	1.49	604.80
1.54	1089.39	1.93	917.76	1.84	1013.47	1.76	765.00
1.60	1114.08	2.26	1213.67	2.13	1290.31	1.84	795.41
1.83	1422.86	2.55	1579.90	2.30	1463.27	2.17	1019.90
2.11	1767.35	2.88	2001.94	2.46	1623.47	2.51	1285.92
2.34	2046.63	3.20	2451.53	2.73	1946.12	2.58	1311.33
2.48	2354.29	3.43	2813.78	2.99	2293.98	2.90	1604.80
2.74	2798.98	3.57	3051.63	3.24	2593.78	3.14	1864.80
2.88	2971.63	3.75	3277.96	3.36	2701.73	3.22	1923.27
3.01	3172.55	3.93	3650.82	3.62	3014.39	3.51	2308.98
3.20	3508.16	4.10	3882.35	3.84	3280.61	3.72	2594.39
3.50	3969.49	4.32	4214.39	4.11	3569.18	3.80	2654.18
3.68	4198.47	4.49	4466.73	4.31	3735.51	3.87	2741.63
3.79	4382.76	4.73	4746.22	4.61	3941.22	3.96	2888.16
4.00	4626.94	5.09	4954.59	5.04	4212.86	4.03	2981.43
4.30	4759.49	5.37	5218.78	5.50	4516.12	4.19	3240.92
4.54	5079.49	5.42	4968.06	6.23	4611.02	4.36	3417.35
5.42	5239.69	5.42	4869.18	6.34	4454.49	4.39	3699.08
5.96	5343.06	5.42	4817.86	6.35	4422.45	4.41	4089.80
6.05	5162.65	5.42	4784.29	6.69	4409.59	4.44	4276.33
6.06	5093.78	5.42	4759.59	6.70	4256.33	4.46	4463.06
						4.53	4847.76
						4.64	4673.78
						4.95	4608.88
						5.15	4572.55
						5.28	4542.86



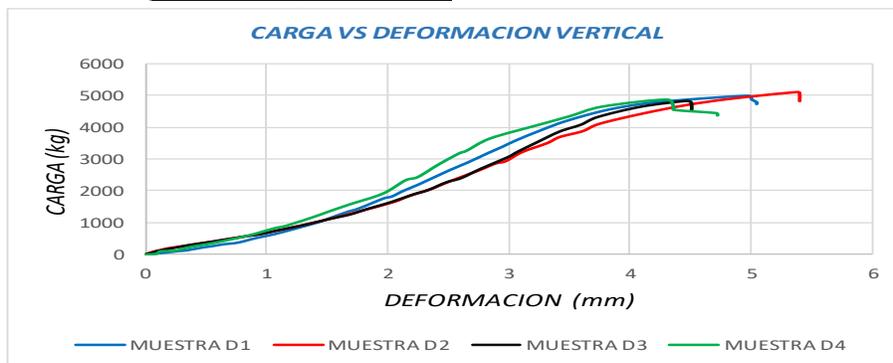
Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria Vertical en Pilas de Adobe Tipo C.

MUESTRA C1		MUESTRA C2		MUESTRA C3		MUESTRA C4	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0	0	0	0
0.0001	0.14	0.0007	0.16	0.0003	0.10	0.0004	0.21
0.0003	0.37	0.0010	0.28	0.0007	0.28	0.0008	0.44
0.0009	0.73	0.0013	0.39	0.0012	0.60	0.0010	0.53
0.0015	1.14	0.0017	0.71	0.0018	1.00	0.0017	0.87
0.0019	1.46	0.0024	1.11	0.0022	1.24	0.0019	0.91
0.0023	1.81	0.0032	1.60	0.0028	1.71	0.0028	1.39
0.0031	2.57	0.0040	2.24	0.0037	2.47	0.0030	1.52
0.0033	2.72	0.0043	2.59	0.0043	3.15	0.0038	1.99
0.0038	3.51	0.0047	2.98	0.0046	3.34	0.0045	2.52
0.0040	3.59	0.0055	3.95	0.0053	4.25	0.0047	2.62
0.0045	4.59	0.0062	5.14	0.0057	4.82	0.0055	3.36
0.0052	5.70	0.0070	6.51	0.0061	5.34	0.0064	4.23
0.0058	6.60	0.0078	7.97	0.0068	6.41	0.0066	4.32
0.0062	7.60	0.0083	9.15	0.0074	7.55	0.0074	5.28
0.0068	9.03	0.0087	9.92	0.0081	8.54	0.0080	6.14
0.0072	9.59	0.0091	10.66	0.0084	8.89	0.0082	6.33
0.0075	10.24	0.0095	11.87	0.0090	9.92	0.0090	7.60
0.0079	11.32	0.0099	12.63	0.0095	10.80	0.0095	8.54
0.0087	12.81	0.0105	13.71	0.0102	11.75	0.0097	8.74
0.0091	13.55	0.0109	14.53	0.0107	12.30	0.0099	9.02
0.0094	14.14	0.0115	15.43	0.0115	12.97	0.0101	9.51
0.0099	14.93	0.0124	16.11	0.0125	13.87	0.0103	9.81
0.0107	15.36	0.0130	16.97	0.0137	14.87	0.0107	10.67
0.0113	16.39	0.0131	16.16	0.0155	15.18	0.0111	11.25
0.0134	16.90	0.0131	15.83	0.0158	14.66	0.0112	12.18
0.0148	17.24	0.0131	15.67	0.0158	14.56	0.0112	13.46
0.0150	16.66	0.0131	15.56	0.0166	14.51	0.0113	14.08
0.0150	16.43	0.0131	15.48	0.0167	14.01	0.0114	14.69
						0.0115	15.96
						0.0118	15.38
						0.0126	15.17
						0.0131	15.05
						0.0135	14.95



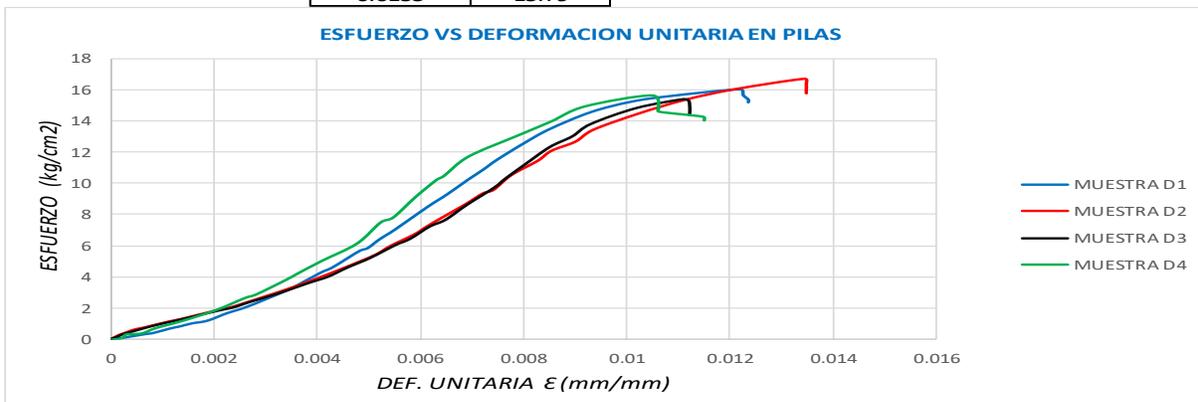
## Ensayo: Carga vs Deformación Vertical en Pilas de Adobe Tipo D

MUESTRA D1		MUESTRA D2		MUESTRA D3		MUESTRA D4	
DV (mm)	CARGA (kg)						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.08	36.02	0.06	81.43	0.02	32.04	0.10	32.96
0.11	44.90	0.09	108.98	0.05	61.12	0.12	105.92
0.28	115.00	0.14	161.12	0.09	109.69	0.25	126.43
0.34	135.20	0.19	206.02	0.14	142.55	0.36	232.24
0.48	226.84	0.26	240.20	0.25	225.82	0.57	371.63
0.55	268.57	0.43	343.57	0.38	309.59	0.84	594.29
0.65	327.65	0.55	405.92	0.56	413.37	1.07	830.20
0.77	381.22	0.66	473.88	0.84	586.63	1.16	904.29
0.92	530.31	0.85	590.92	0.96	651.43	1.40	1198.57
1.07	644.39	0.94	640.82	1.09	762.24	1.50	1326.63
1.23	812.55	1.01	691.22	1.29	920.92	1.68	1567.04
1.41	992.14	1.27	907.55	1.53	1133.47	1.96	1911.84
1.45	1047.14	1.47	1076.02	1.69	1270.71	2.15	2329.69
1.66	1336.12	1.63	1232.24	1.84	1448.67	2.25	2431.94
1.76	1449.18	1.81	1404.59	2.02	1645.41	2.42	2831.94
1.97	1772.24	2.06	1662.86	2.21	1901.12	2.59	3175.82
2.04	1828.78	2.17	1839.80	2.33	2031.73	2.65	3255.82
2.14	2014.80	2.36	2068.78	2.49	2279.59	2.85	3642.65
2.26	2204.69	2.46	2222.55	2.61	2414.80	3.24	4056.63
2.51	2652.14	2.59	2411.33	2.77	2715.41	3.50	4335.41
2.67	2905.10	2.76	2659.49	2.99	3070.10	3.77	4640.51
2.83	3195.82	2.89	2868.88	3.07	3242.65	4.30	4858.06
2.95	3390.31	2.98	2943.16	3.23	3533.16	4.36	4615.51
3.06	3593.67	3.11	3227.96	3.42	3879.80	4.36	4534.90
3.27	3913.16	3.32	3508.78	3.60	4095.82	4.71	4434.29
3.48	4208.47	3.43	3705.51	3.74	4343.47	4.72	4360.61
3.81	4547.86	3.61	3884.69	4.10	4665.82		
4.12	4752.65	3.75	4119.80	4.46	4843.78		
4.42	4865.41	4.10	4434.39	4.50	4816.73		
4.99	5003.47	4.47	4706.63	4.51	4663.88		
5.01	4886.94	4.85	4912.45	4.51	4574.49		
5.05	4798.27	5.39	5118.27	4.51	4525.41		
5.05	4743.16	5.41	5017.86				
		5.41	4918.67				
		5.41	4866.94				
		5.41	4833.78				



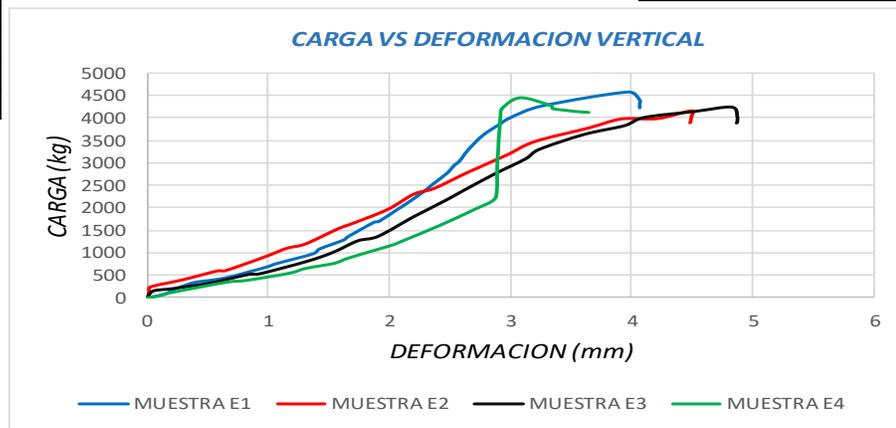
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria Vertical en Pilas de adobe tipo D.

MUESTRA D1		MUESTRA D2		MUESTRA D3		MUESTRA D4	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0	0	0	0
0.0002	0.12	0.0001	0.27	0.0000	0.10	0.0002	0.11
0.0003	0.14	0.0002	0.36	0.0001	0.19	0.0003	0.34
0.0007	0.37	0.0004	0.53	0.0002	0.35	0.0006	0.41
0.0008	0.43	0.0005	0.67	0.0003	0.45	0.0009	0.75
0.0012	0.73	0.0007	0.78	0.0006	0.72	0.0014	1.19
0.0014	0.86	0.0011	1.12	0.0009	0.98	0.0021	1.91
0.0016	1.05	0.0014	1.33	0.0014	1.31	0.0026	2.67
0.0019	1.22	0.0016	1.55	0.0021	1.86	0.0028	2.91
0.0023	1.70	0.0021	1.93	0.0024	2.07	0.0034	3.85
0.0026	2.06	0.0023	2.09	0.0027	2.42	0.0036	4.26
0.0030	2.60	0.0025	2.26	0.0032	2.92	0.0041	5.03
0.0034	3.17	0.0032	2.96	0.0038	3.60	0.0048	6.14
0.0035	3.35	0.0037	3.51	0.0042	4.03	0.0052	7.48
0.0041	4.28	0.0041	4.02	0.0046	4.60	0.0055	7.81
0.0043	4.64	0.0045	4.59	0.0050	5.22	0.0059	9.10
0.0048	5.67	0.0051	5.43	0.0055	6.04	0.0063	10.20
0.0050	5.85	0.0054	6.01	0.0058	6.45	0.0065	10.46
0.0052	6.45	0.0059	6.76	0.0062	7.24	0.0069	11.70
0.0055	7.06	0.0061	7.26	0.0065	7.67	0.0079	13.03
0.0061	8.49	0.0064	7.87	0.0069	8.62	0.0085	13.93
0.0065	9.30	0.0069	8.68	0.0074	9.75	0.0092	14.91
0.0069	10.23	0.0072	9.37	0.0076	10.29	0.0105	15.61
0.0072	10.85	0.0074	9.61	0.0080	11.22	0.0106	14.83
0.0075	11.50	0.0078	10.54	0.0085	12.32	0.0106	14.57
0.0080	12.52	0.0083	11.46	0.0089	13.00	0.0115	14.25
0.0085	13.47	0.0085	12.10	0.0093	13.79	0.0115	14.01
0.0093	14.55	0.0090	12.69	0.0102	14.81		
0.0101	15.21	0.0094	13.45	0.0111	15.38		
0.0108	15.57	0.0102	14.48	0.0112	15.29		
0.0122	16.01	0.0111	15.37	0.0112	14.81		
0.0123	15.64	0.0121	16.04	0.0112	14.52		
0.0124	15.35	0.0134	16.71	0.0112	14.37		
0.0124	15.18	0.0135	16.39				
		0.0135	16.06				
		0.0135	15.89				
		0.0135	15.79				



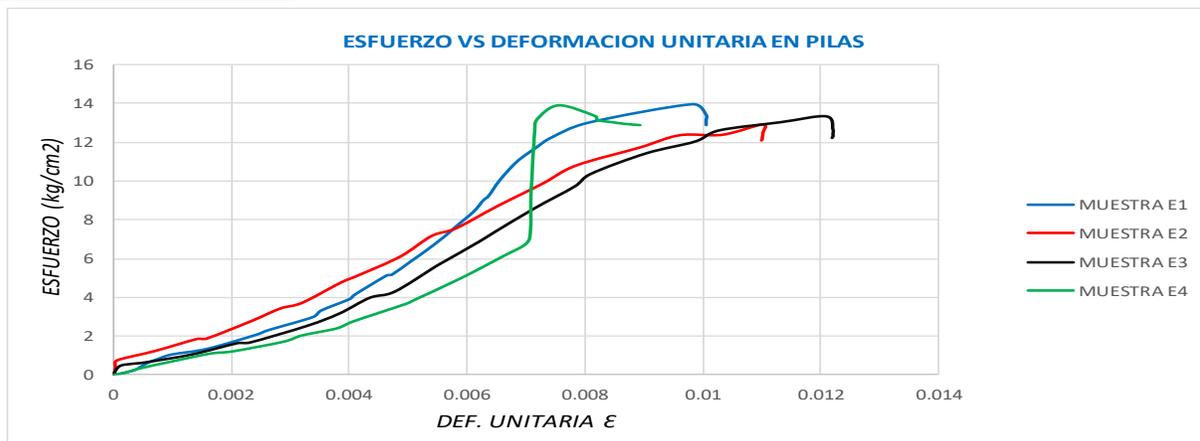
## Ensayo: Carga vs Deformación Vertical en Pilas de Adobe Tipo E.

MUESTRA E1		MUESTRA E2		MUESTRA E3		MUESTRA E4	
DV (mm)	CARGA (kg)						
0	0	0	0	0	0	0	0
0.06	27.45	0.01	44.90	0.05	145.31	0.08	32.35
0.16	87.96	0.02	136.84	0.13	183.98	0.18	105.61
0.23	193.67	0.03	244.29	0.21	204.90	0.41	226.22
0.31	272.55	0.29	399.49	0.54	336.33	0.68	353.67
0.41	347.96	0.58	598.16	0.84	521.84	0.83	391.43
0.65	444.08	0.65	609.90	0.93	535.31	1.19	551.33
0.98	681.53	0.96	898.47	1.32	806.84	1.31	652.65
1.07	761.73	1.16	1107.55	1.54	1011.02	1.55	771.02
1.37	981.84	1.31	1203.06	1.74	1267.96	1.67	888.06
1.43	1091.84	1.58	1540.82	1.91	1370.00	2.03	1174.90
1.63	1289.08	1.70	1661.02	2.19	1783.47	2.10	1246.43
1.66	1362.86	1.99	1973.88	2.25	1870.82	2.41	1601.73
1.88	1685.82	2.21	2314.39	2.49	2194.29	2.71	1967.65
1.92	1702.24	2.38	2443.37	2.59	2346.12	2.87	2175.20
2.05	1939.80	2.66	2804.80	2.86	2742.86	2.89	2404.18
2.15	2105.41	2.98	3190.41	3.13	3097.96	2.90	2840.82
2.28	2350.92	3.21	3489.90	3.24	3306.33	2.90	3094.59
2.35	2515.61	3.65	3789.69	3.61	3640.92	2.90	3244.90
2.48	2771.84	3.93	3993.27	3.95	3835.92	2.91	3544.90
2.54	2956.84	4.22	4001.43	4.11	4018.88	2.92	3798.78
2.58	3048.47	4.50	4174.49	4.52	4152.35	2.92	4029.18
2.65	3295.00	4.50	4033.78	4.83	4249.69	2.94	4230.71
2.77	3615.51	4.50	3984.59	4.88	4034.59	3.09	4455.31
2.90	3857.76	4.50	3951.22	4.88	3962.45	3.34	4276.22
3.01	4029.39	4.50	3926.94	4.88	3922.96	3.35	4211.94
3.26	4280.92	4.49	3907.24	4.87	3895.82	3.46	4174.69
3.97	4592.55					3.55	4148.78
4.07	4414.80					3.65	4128.88
4.07	4330.20						
4.07	4289.29						
4.07	4262.65						
4.07	4239.49						



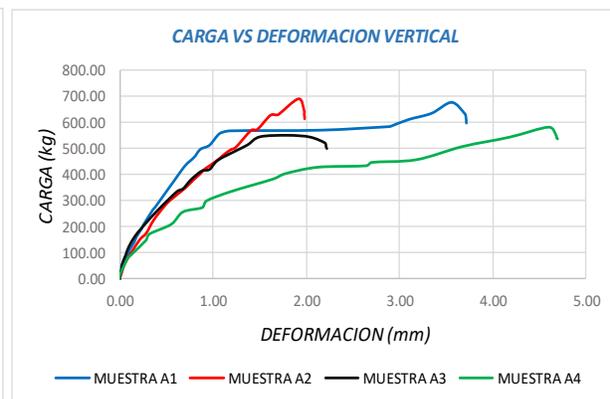
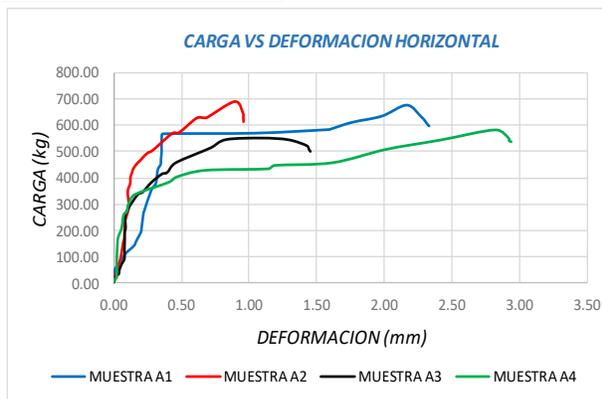
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria Vertical en Pilas de Adobe Tipo E.

MUESTRA E1		MUESTRA E2		MUESTRA E3		MUESTRA E4	
DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA $\epsilon$	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0	0	0	0	0	0	0
0.0001	0.08	0.0000	0.14	0.0001	0.46	0.0002	0.10
0.0004	0.27	0.0000	0.42	0.0003	0.58	0.0004	0.33
0.0006	0.59	0.0001	0.75	0.0005	0.64	0.0010	0.71
0.0008	0.83	0.0007	1.23	0.0013	1.06	0.0017	1.11
0.0010	1.06	0.0014	1.85	0.0021	1.64	0.0020	1.22
0.0016	1.35	0.0016	1.88	0.0023	1.68	0.0029	1.72
0.0024	2.07	0.0024	2.77	0.0033	2.53	0.0032	2.04
0.0026	2.32	0.0028	3.42	0.0038	3.17	0.0038	2.41
0.0034	2.98	0.0032	3.72	0.0044	3.98	0.0041	2.78
0.0035	3.32	0.0039	4.76	0.0048	4.30	0.0050	3.67
0.0040	3.92	0.0042	5.13	0.0055	5.59	0.0051	3.90
0.0041	4.14	0.0049	6.10	0.0056	5.87	0.0059	5.01
0.0046	5.12	0.0054	7.15	0.0062	6.88	0.0066	6.15
0.0047	5.17	0.0058	7.55	0.0065	7.36	0.0070	6.80
0.0051	5.90	0.0065	8.66	0.0072	8.60	0.0071	7.51
0.0053	6.40	0.0073	9.85	0.0078	9.72	0.0071	8.88
0.0056	7.15	0.0079	10.78	0.0081	10.37	0.0071	9.67
0.0058	7.65	0.0089	11.70	0.0090	11.42	0.0071	10.14
0.0061	8.43	0.0096	12.33	0.0099	12.03	0.0071	11.08
0.0063	8.99	0.0103	12.36	0.0103	12.61	0.0071	11.87
0.0064	9.27	0.0110	12.89	0.0113	13.03	0.0072	12.59
0.0065	10.02	0.0110	12.46	0.0121	13.33	0.0072	13.22
0.0068	10.99	0.0110	12.31	0.0122	12.66	0.0076	13.92
0.0072	11.73	0.0110	12.20	0.0122	12.43	0.0082	13.36
0.0074	12.25	0.0110	12.13	0.0122	12.31	0.0082	13.16
0.0081	13.01	0.0110	12.07	0.0122	12.22	0.0085	13.05
0.0098	13.96					0.0087	12.96
0.0100	13.42					0.0089	12.90
0.0100	13.16						
0.0100	13.04						
0.0100	12.96						
0.0100	12.89						



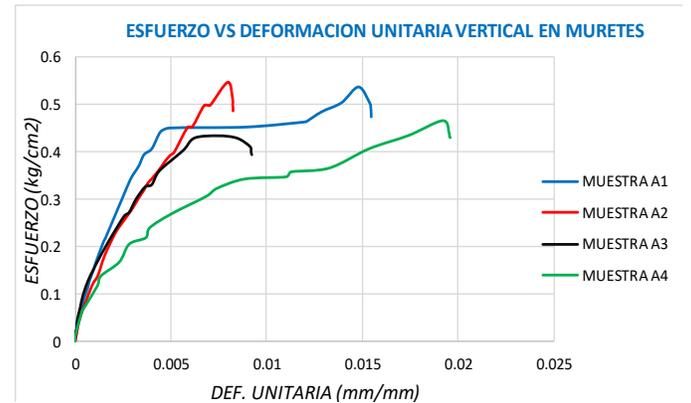
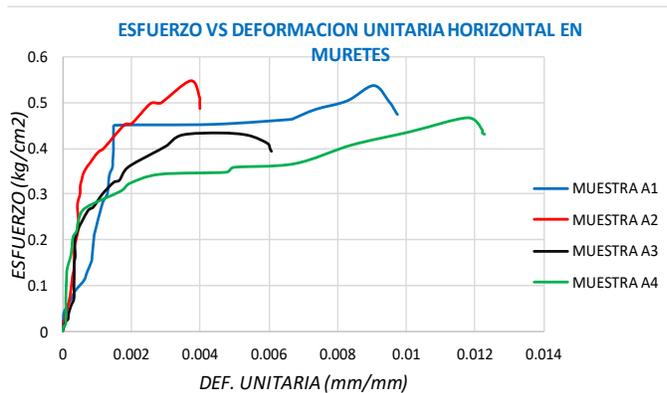
## Ensayo: Carga vs Deformación en Muretes de Adobe Tipo A.

MUESTRA A1			MUESTRA A2			MUESTRA A3			MUESTRA A4		
DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.02	30.61	0.01	0.03	26.84	0.02	0.01	29.80	0.01	0.00	15.31
0.01	0.03	56.73	0.03	0.06	60.10	0.04	0.02	35.20	0.02	0.01	23.78
0.07	0.09	93.57	0.05	0.12	99.90	0.04	0.03	51.02	0.02	0.09	81.02
0.09	0.11	112.76	0.07	0.22	150.71	0.06	0.04	72.35	0.02	0.11	89.80
0.15	0.16	142.24	0.08	0.29	175.71	0.08	0.07	92.76	0.03	0.28	146.94
0.17	0.18	163.16	0.08	0.37	226.94	0.08	0.10	124.39	0.03	0.32	173.37
0.20	0.24	194.80	0.11	0.49	281.33	0.08	0.17	164.29	0.06	0.56	210.20
0.21	0.25	206.33	0.11	0.55	304.08	0.08	0.22	189.49	0.07	0.68	257.35
0.22	0.36	266.63	0.11	0.70	348.27	0.09	0.27	211.33	0.10	0.89	274.08
0.23	0.38	274.08	0.12	0.79	378.16	0.09	0.41	265.31	0.11	0.94	300.41
0.28	0.54	352.45	0.13	0.86	400.82	0.18	0.61	334.59	0.16	1.21	336.63
0.31	0.59	380.00	0.14	0.91	419.59	0.22	0.68	345.31	0.41	1.65	383.06
0.33	0.69	429.29	0.15	0.97	432.76	0.28	0.77	380.71	0.47	1.78	403.57
0.35	0.75	451.33	0.17	1.04	452.45	0.36	0.88	413.27	0.68	2.13	428.47
0.35	0.80	467.65	0.20	1.08	463.88	0.40	0.96	419.59	1.14	2.65	434.18
0.36	0.87	496.73	0.22	1.13	479.90	0.46	1.05	454.69	1.19	2.71	447.35
0.36	0.96	512.45	0.26	1.19	494.39	0.63	1.26	493.67	1.62	3.19	457.24
0.36	1.07	557.24	0.29	1.24	502.24	0.72	1.37	513.88	2.02	3.68	507.76
0.37	1.19	567.24	0.43	1.41	566.94	0.84	1.50	544.18	2.42	4.18	543.37
1.05	2.15	569.69	0.48	1.47	570.71	1.10	1.80	549.80	2.83	4.61	581.84
1.59	2.88	583.27	0.61	1.61	624.49	1.30	2.03	543.27	2.93	4.69	549.49
1.61	2.91	585.00	0.67	1.68	626.02	1.43	2.20	520.92	2.93	4.69	540.92
1.77	3.10	610.61	0.69	1.70	627.96	1.45	2.21	506.43	2.94	4.70	537.14
1.99	3.34	634.18	0.89	1.91	687.55	1.46	2.22	499.18			
2.17	3.56	676.02	0.96	1.97	642.76						
2.28	3.70	632.24	0.96	1.98	629.80						
2.30	3.71	620.92	0.96	1.98	623.88						
2.31	3.71	613.06	0.96	1.98	618.98						
2.32	3.71	606.63	0.96	1.98	615.10						
2.33	3.71	601.73	0.96	1.98	611.43						
2.34	3.72	596.84									



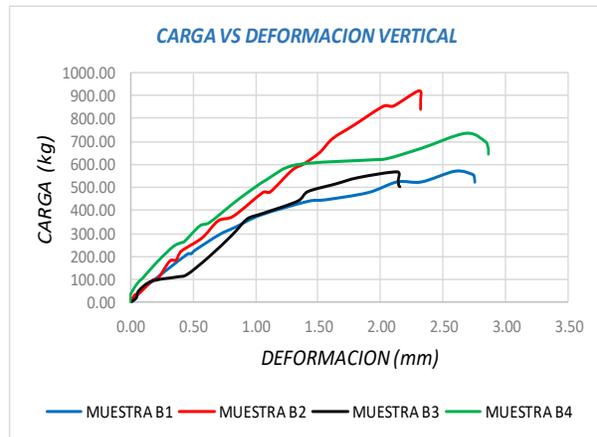
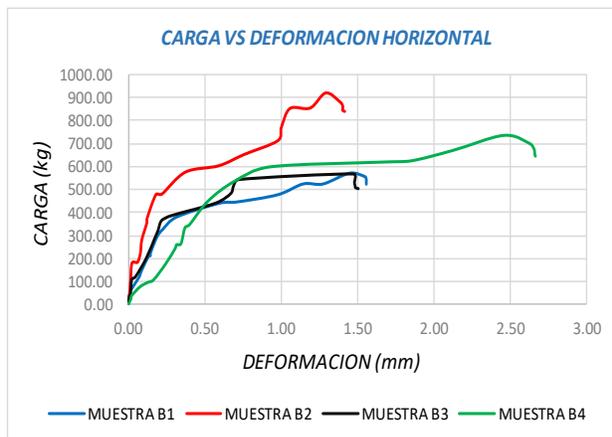
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Muretes de Adobe Tipo A.

MUESTRA A1			MUESTRA A2			MUESTRA A3			MUESTRA A4		
DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.01
0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.05	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.02
0.000	0.000	0.07	0.000	0.001	0.08	0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.06
0.000	0.000	0.09	0.000	0.001	0.12	0.000	0.000	0.06	0.000	0.000	0.07
0.001	0.001	0.11	0.000	0.001	0.14	0.000	0.000	0.07	0.000	0.001	0.12
0.001	0.001	0.13	0.000	0.002	0.18	0.000	0.000	0.10	0.000	0.001	0.14
0.001	0.001	0.15	0.000	0.002	0.22	0.000	0.001	0.13	0.000	0.002	0.17
0.001	0.001	0.16	0.000	0.002	0.24	0.000	0.001	0.15	0.000	0.003	0.21
0.001	0.001	0.21	0.000	0.003	0.28	0.000	0.001	0.17	0.000	0.004	0.22
0.001	0.002	0.22	0.001	0.003	0.30	0.000	0.002	0.21	0.000	0.004	0.24
0.001	0.002	0.28	0.001	0.004	0.32	0.001	0.003	0.26	0.001	0.005	0.27
0.001	0.002	0.30	0.001	0.004	0.33	0.001	0.003	0.27	0.002	0.007	0.31
0.001	0.003	0.34	0.001	0.004	0.34	0.001	0.003	0.30	0.002	0.007	0.32
0.001	0.003	0.36	0.001	0.004	0.36	0.001	0.004	0.33	0.003	0.009	0.34
0.001	0.003	0.37	0.001	0.005	0.37	0.002	0.004	0.33	0.005	0.011	0.35
0.001	0.004	0.39	0.001	0.005	0.38	0.002	0.004	0.36	0.005	0.011	0.36
0.001	0.004	0.41	0.001	0.005	0.39	0.003	0.005	0.39	0.007	0.013	0.37
0.001	0.004	0.44	0.001	0.005	0.40	0.003	0.006	0.40	0.008	0.015	0.41
0.002	0.005	0.45	0.002	0.006	0.45	0.003	0.006	0.43	0.010	0.017	0.44
0.004	0.009	0.45	0.002	0.006	0.45	0.005	0.007	0.43	0.012	0.019	0.47
0.007	0.012	0.46	0.003	0.007	0.50	0.005	0.008	0.43	0.012	0.020	0.44
0.007	0.012	0.46	0.003	0.007	0.50	0.006	0.009	0.41	0.012	0.020	0.43
0.007	0.013	0.48	0.003	0.007	0.50	0.006	0.009	0.40	0.012	0.020	0.43
0.008	0.014	0.50	0.004	0.008	0.55	0.006	0.009	0.39			
0.009	0.015	0.54	0.004	0.008	0.51						
0.009	0.015	0.50	0.004	0.008	0.50						
0.010	0.015	0.49	0.004	0.008	0.50						
0.010	0.015	0.49	0.004	0.008	0.49						
0.010	0.015	0.48	0.004	0.008	0.49						
0.010	0.015	0.48	0.004	0.008	0.49						
0.010	0.015	0.47									



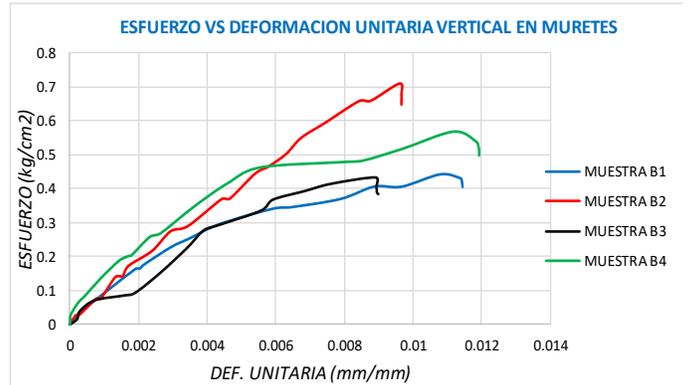
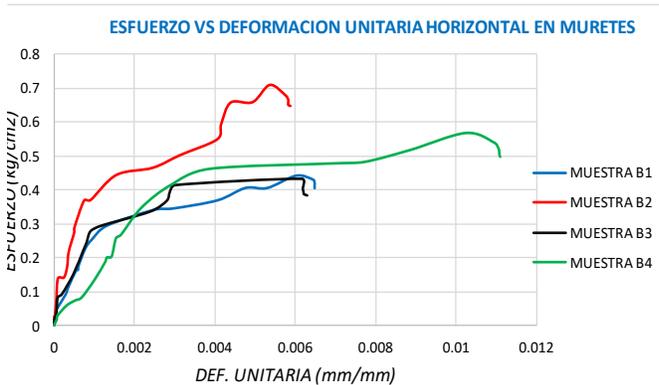
## Ensayo: Carga vs Deformación en Muretes de Adobe Tipo B.

MUESTRA B1			MUESTRA B2			MUESTRA B3			MUESTRA B4		
DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.07	51.43	0.00	0.04	35.20	0.00	0.05	21.33	0.02	0.00	23.88
0.03	0.13	71.63	0.01	0.06	36.33	0.02	0.07	52.55	0.02	0.01	40.31
0.07	0.24	119.90	0.02	0.18	99.29	0.02	0.17	93.67	0.08	0.05	78.88
0.09	0.31	150.71	0.02	0.22	101.12	0.03	0.38	111.84	0.13	0.08	97.45
0.13	0.46	212.45	0.03	0.32	181.33	0.05	0.46	122.86	0.17	0.10	108.57
0.15	0.49	213.88	0.06	0.37	185.10	0.12	0.63	199.80	0.24	0.21	176.12
0.15	0.52	229.49	0.08	0.41	225.00	0.18	0.81	289.80	0.31	0.34	243.47
0.19	0.71	296.33	0.09	0.58	281.63	0.20	0.86	320.82	0.32	0.41	261.12
0.23	0.84	329.59	0.12	0.70	356.33	0.22	0.94	364.90	0.35	0.43	265.20
0.32	1.04	382.86	0.12	0.83	376.84	0.28	1.06	386.02	0.37	0.56	334.90
0.59	1.42	442.24	0.18	1.06	479.08	0.57	1.34	439.90	0.40	0.64	348.67
0.72	1.56	448.88	0.22	1.12	481.63	0.67	1.42	480.92	0.52	0.87	450.51
0.98	1.90	479.90	0.37	1.30	576.94	0.69	1.64	513.57	0.70	1.10	537.45
1.14	2.13	526.84	0.59	1.39	604.39	0.72	1.83	542.14	0.93	1.33	598.78
1.27	2.33	526.94	0.76	1.52	652.96	1.48	2.14	566.33	1.66	1.90	619.49
1.44	2.59	573.67	0.98	1.62	713.37	1.48	2.15	530.61	1.85	2.05	624.90
1.54	2.74	558.67	1.00	1.79	771.22	1.49	2.15	519.49	2.13	2.33	670.31
1.55	2.75	545.92	1.06	2.02	853.67	1.49	2.15	512.76	2.46	2.68	735.51
1.55	2.75	539.39	1.19	2.11	855.31	1.49	2.15	508.16	2.63	2.84	699.18
1.55	2.75	535.00	1.29	2.31	920.82	1.50	2.15	505.41	2.65	2.86	678.47
1.55	2.75	530.82	1.38	2.32	880.20	1.51	2.16	502.45	2.66	2.86	667.86
1.55	2.75	525.82	1.40	2.32	864.49				2.66	2.86	659.90
			1.40	2.32	855.31				2.66	2.86	652.04
			1.40	2.32	849.49				2.66	2.86	645.00
			1.40	2.32	844.49						
			1.41	2.32	840.51						



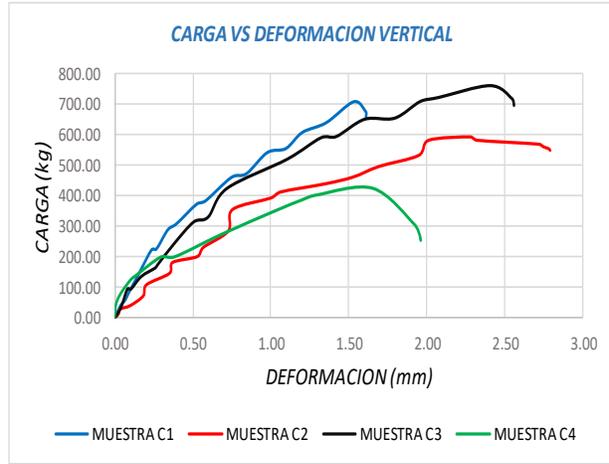
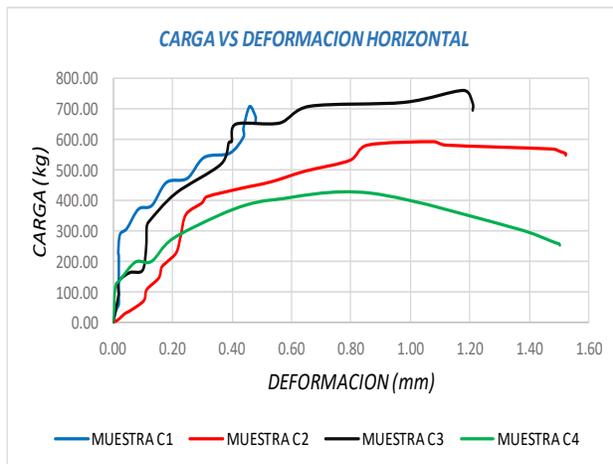
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Muretes de Adobe Tipo B.

MUESTRA B1			MUESTRA B2			MUESTRA B3			MUESTRA B4		
DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)
0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.02
0.000	0.001	0.06	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.03
0.000	0.001	0.09	0.000	0.001	0.08	0.000	0.001	0.07	0.000	0.000	0.06
0.000	0.001	0.12	0.000	0.001	0.08	0.000	0.002	0.09	0.001	0.000	0.08
0.001	0.002	0.16	0.000	0.001	0.14	0.000	0.002	0.09	0.001	0.000	0.08
0.001	0.002	0.17	0.000	0.002	0.14	0.000	0.003	0.15	0.001	0.001	0.14
0.001	0.002	0.18	0.000	0.002	0.17	0.001	0.003	0.22	0.001	0.001	0.19
0.001	0.003	0.23	0.000	0.002	0.22	0.001	0.004	0.25	0.001	0.002	0.20
0.001	0.003	0.26	0.001	0.003	0.27	0.001	0.004	0.28	0.001	0.002	0.20
0.001	0.004	0.30	0.001	0.003	0.29	0.001	0.004	0.30	0.002	0.002	0.26
0.002	0.006	0.34	0.001	0.004	0.37	0.002	0.006	0.34	0.002	0.003	0.27
0.003	0.006	0.35	0.001	0.005	0.37	0.003	0.006	0.37	0.002	0.004	0.35
0.004	0.008	0.37	0.002	0.005	0.44	0.003	0.007	0.39	0.003	0.005	0.42
0.005	0.009	0.41	0.002	0.006	0.46	0.003	0.008	0.42	0.004	0.006	0.46
0.005	0.010	0.41	0.003	0.006	0.50	0.006	0.009	0.43	0.007	0.008	0.48
0.006	0.011	0.44	0.004	0.007	0.55	0.006	0.009	0.41	0.008	0.009	0.48
0.006	0.011	0.43	0.004	0.007	0.59	0.006	0.009	0.40	0.009	0.010	0.52
0.006	0.011	0.42	0.004	0.008	0.66	0.006	0.009	0.39	0.010	0.011	0.57
0.006	0.011	0.42	0.005	0.009	0.66	0.006	0.009	0.39	0.011	0.012	0.54
0.006	0.011	0.41	0.005	0.010	0.71	0.006	0.009	0.39	0.011	0.012	0.52
0.006	0.011	0.41	0.006	0.010	0.68	0.006	0.009	0.39	0.011	0.012	0.52
0.006	0.011	0.41	0.006	0.010	0.66	0.006	0.009	0.39	0.011	0.012	0.51
			0.006	0.010	0.66				0.011	0.012	0.51
			0.006	0.010	0.65				0.011	0.012	0.50
			0.006	0.010	0.65				0.011	0.012	0.50
			0.006	0.010	0.65						



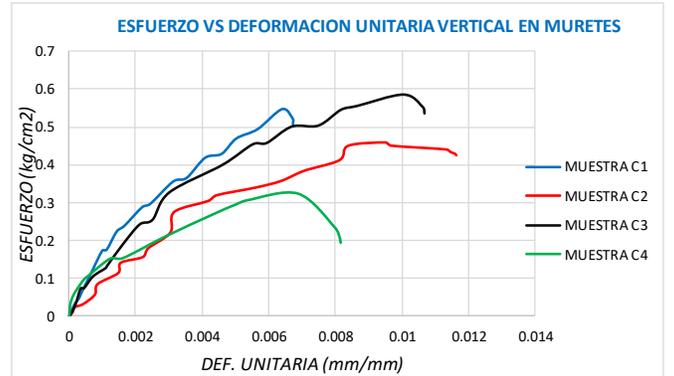
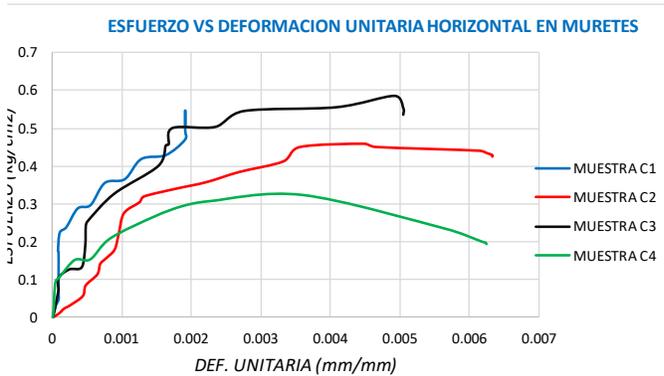
## Ensayo: Carga vs Deformación en Muretes de Adobe Tipo C.

MUESTRA C1			MUESTRA C2			MUESTRA C3			MUESTRA C4		
DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.04	39.18	0.02	0.03	14.39	0.01	0.04	34.49	0.00	0.01	42.04
0.02	0.07	61.22	0.04	0.04	30.31	0.02	0.08	94.90	0.01	0.04	77.96
0.02	0.09	80.71	0.06	0.10	41.73	0.02	0.11	96.43	0.01	0.10	126.12
0.02	0.15	142.14	0.10	0.18	73.37	0.02	0.17	136.73	0.02	0.14	139.90
0.02	0.24	222.35	0.11	0.20	109.49	0.06	0.26	165.10	0.08	0.29	199.59
0.02	0.27	226.43	0.15	0.35	146.84	0.10	0.27	172.65	0.13	0.39	201.84
0.02	0.34	288.78	0.16	0.37	182.35	0.11	0.38	245.71	0.20	0.69	274.39
0.05	0.40	307.86	0.18	0.53	201.43	0.11	0.51	314.59	0.35	1.02	349.90
0.09	0.53	371.33	0.21	0.57	231.43	0.12	0.60	331.22	0.45	1.20	386.63
0.13	0.59	383.27	0.23	0.73	284.59	0.21	0.72	424.59	0.54	1.30	403.06
0.18	0.75	458.47	0.25	0.76	354.90	0.36	1.11	519.69	0.87	1.66	424.69
0.25	0.85	471.22	0.30	1.00	392.35	0.39	1.32	589.59	1.36	1.92	307.55
0.31	0.98	539.69	0.32	1.07	412.24	0.40	1.42	594.29	1.47	1.96	269.29
0.39	1.10	553.16	0.43	1.35	438.27	0.41	1.60	650.41	1.49	1.96	261.73
0.44	1.20	605.31	0.53	1.53	460.41	0.56	1.80	654.08	1.50	1.96	259.49
0.44	1.36	637.24	0.64	1.69	495.10	0.66	1.96	708.37	1.50	1.96	256.84
0.46	1.53	705.31	0.80	1.95	531.22	0.98	2.08	721.43	1.50	1.96	254.59
0.48	1.61	672.76	0.86	2.01	580.41	1.18	2.41	760.31			
0.48	1.61	659.59	1.08	2.28	591.53	1.21	2.55	718.47			
0.48	1.61	652.24	1.12	2.32	580.51	1.21	2.56	695.71			
			1.48	2.72	567.65						
			1.50	2.75	559.29						
			1.52	2.78	553.06						
			1.52	2.79	547.55						



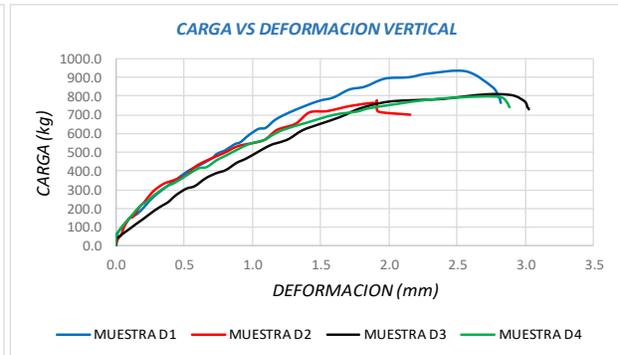
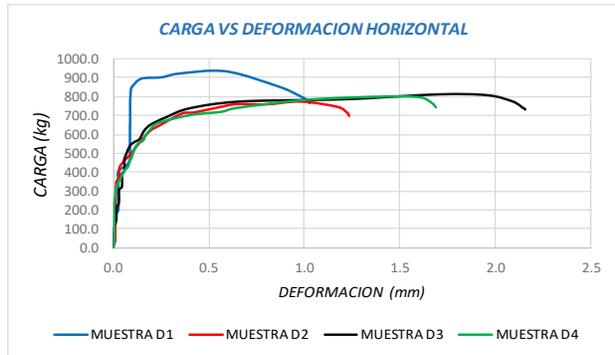
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Muretes de Adobe Tipo C.

MUESTRA C1			MUESTRA C2			MUESTRA C3			MUESTRA C4		
DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)
0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.01	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.03
0.000	0.000	0.05	0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.07	0.000	0.000	0.06
0.000	0.000	0.06	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.07	0.000	0.000	0.10
0.000	0.001	0.11	0.000	0.001	0.06	0.000	0.001	0.11	0.000	0.001	0.11
0.000	0.001	0.17	0.000	0.001	0.08	0.000	0.001	0.13	0.000	0.001	0.15
0.000	0.001	0.18	0.001	0.001	0.11	0.000	0.001	0.13	0.001	0.002	0.15
0.000	0.001	0.22	0.001	0.002	0.14	0.000	0.002	0.19	0.001	0.003	0.21
0.000	0.002	0.24	0.001	0.002	0.16	0.000	0.002	0.24	0.001	0.004	0.27
0.000	0.002	0.29	0.001	0.002	0.18	0.001	0.003	0.25	0.002	0.005	0.29
0.001	0.002	0.30	0.001	0.003	0.22	0.001	0.003	0.33	0.002	0.005	0.31
0.001	0.003	0.36	0.001	0.003	0.27	0.002	0.005	0.40	0.004	0.007	0.32
0.001	0.004	0.37	0.001	0.004	0.30	0.002	0.006	0.45	0.006	0.008	0.23
0.001	0.004	0.42	0.001	0.004	0.32	0.002	0.006	0.46	0.006	0.008	0.20
0.002	0.005	0.43	0.002	0.006	0.34	0.002	0.007	0.50	0.006	0.008	0.20
0.002	0.005	0.47	0.002	0.006	0.36	0.002	0.007	0.50	0.006	0.008	0.20
0.002	0.006	0.49	0.003	0.007	0.38	0.003	0.008	0.55	0.006	0.008	0.20
0.002	0.006	0.55	0.003	0.008	0.41	0.004	0.009	0.56	0.006	0.008	0.19
0.002	0.007	0.52	0.004	0.008	0.45	0.005	0.010	0.59			
0.002	0.007	0.51	0.004	0.009	0.46	0.005	0.011	0.55			
0.002	0.007	0.51	0.005	0.010	0.45	0.005	0.011	0.54			
			0.006	0.011	0.44						
			0.006	0.011	0.43						
			0.006	0.012	0.43						
			0.006	0.012	0.42						



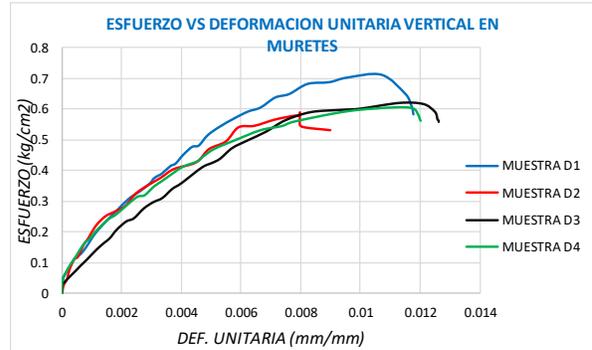
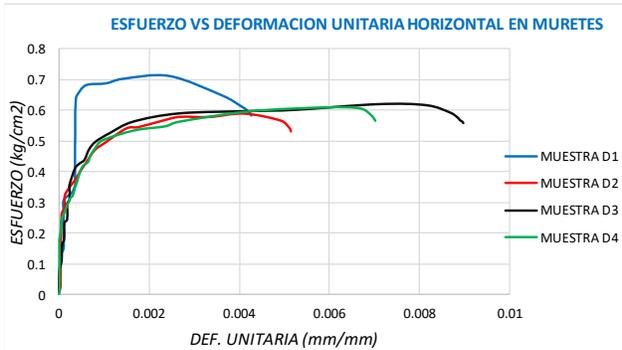
## Ensayo: Carga vs Deformación en Muretes de Adobe Tipo D.

MUESTRA D1			MUESTRA D2			MUESTRA D3			MUESTRA D4		
DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00	0.01	12.76	0.01	0.02	34.69	0.00	0.00	31.63	0.01	0.00	17.55
0.00	0.01	50.71	0.01	0.04	59.90	0.00	0.00	36.12	0.01	0.00	51.53
0.00	0.02	75.92	0.01	0.05	72.76	0.00	0.03	55.92	0.01	0.00	61.73
0.01	0.11	151.84	0.01	0.06	105.00	0.01	0.11	96.94	0.01	0.01	64.49
0.01	0.15	169.39	0.01	0.10	147.35	0.01	0.15	119.08	0.01	0.03	84.18
0.03	0.20	198.57	0.01	0.13	154.80	0.02	0.20	143.98	0.01	0.07	126.22
0.03	0.27	257.14	0.01	0.14	167.14	0.02	0.28	187.35	0.01	0.09	140.31
0.03	0.36	312.86	0.01	0.18	207.65	0.02	0.35	217.65	0.01	0.14	181.22
0.03	0.44	352.24	0.01	0.21	232.86	0.03	0.39	235.31	0.01	0.19	219.08
0.03	0.54	404.90	0.01	0.23	254.29	0.03	0.44	272.35	0.01	0.23	237.24
0.07	0.63	438.88	0.01	0.28	294.90	0.03	0.52	306.63	0.01	0.28	273.27
0.09	0.71	471.94	0.02	0.35	331.53	0.05	0.58	320.31	0.02	0.38	320.20
0.09	0.74	492.35	0.02	0.43	350.82	0.05	0.66	362.24	0.03	0.44	340.92
0.09	0.78	504.69	0.03	0.51	376.33	0.05	0.73	388.27	0.06	0.60	414.18
0.09	0.80	512.65	0.03	0.59	423.27	0.06	0.81	406.63	0.08	0.66	422.14
0.09	0.87	545.10	0.05	0.67	455.00	0.06	0.89	445.51	0.09	0.74	459.90
0.09	0.91	555.92	0.09	0.79	495.00	0.06	0.96	468.78	0.10	0.80	482.14
0.09	0.97	592.76	0.12	0.90	533.16	0.09	1.13	536.12	0.11	0.85	500.71
0.09	1.05	627.35	0.14	1.08	562.04	0.11	1.21	556.43	0.13	0.97	544.59
0.09	1.10	633.06	0.19	1.18	618.67	0.14	1.27	573.78	0.16	1.09	568.16
0.09	1.17	676.73	0.25	1.32	651.02	0.16	1.37	618.78	0.17	1.14	590.61
0.09	1.27	712.96	0.36	1.42	711.73	0.20	1.49	651.22	0.19	1.23	622.55
0.09	1.39	750.31	0.43	1.55	718.27	0.28	1.64	688.37	0.24	1.40	659.90
0.09	1.49	778.06	0.56	1.72	745.71	0.40	1.79	736.12	0.41	1.60	702.35
0.09	1.60	795.31	0.65	1.88	761.84	0.64	2.00	771.12	0.57	1.77	719.80
0.09	1.71	838.06	0.80	1.91	761.12	1.03	2.25	780.92	0.64	1.86	738.67
0.10	1.83	853.16	0.99	1.91	775.82	1.26	2.40	786.12	1.02	2.29	783.57
0.15	1.97	896.12	1.18	1.91	745.92	1.70	2.71	810.41	1.42	2.67	800.31
0.25	2.15	903.78	1.23	1.93	714.80	1.96	2.90	805.71	1.61	2.82	795.92
0.34	2.29	923.16	1.24	2.16	699.49	2.08	2.99	774.49	1.67	2.87	765.31
0.59	2.57	935.20				2.12	3.01	753.27	1.68	2.87	750.82
0.87	2.76	851.84				2.13	3.02	742.45	1.69	2.88	743.16
0.96	2.80	809.69				2.15	3.03	735.20			
1.00	2.81	789.08				2.15	3.03	730.00			
1.02	2.82	778.47									
1.02	2.82	771.53									
1.03	2.82	766.33									



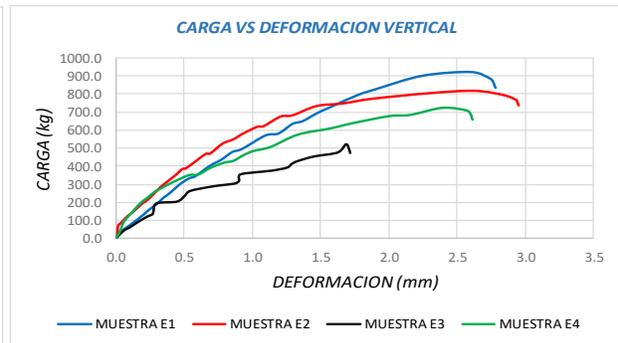
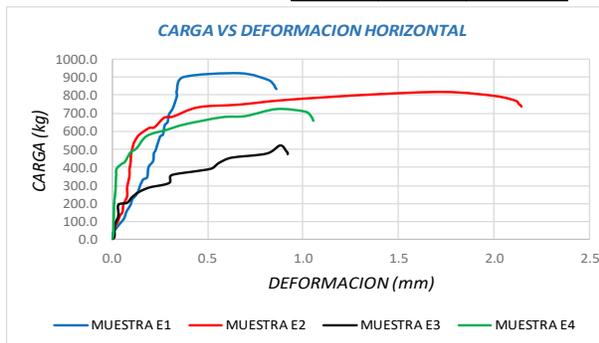
## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Muretes de Adobe Tipo D.

MUESTRA D1			MUESTRA D2			MUESTRA D3			MUESTRA D4		
DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA Ev	ESFUERZO (kg/cm2)
0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
0.000	0.000	0.01	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.01
0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.05	0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.04
0.000	0.000	0.06	0.000	0.000	0.06	0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.05
0.000	0.000	0.12	0.000	0.000	0.08	0.000	0.000	0.07	0.000	0.000	0.05
0.000	0.001	0.13	0.000	0.000	0.11	0.000	0.001	0.09	0.000	0.000	0.06
0.000	0.001	0.15	0.000	0.001	0.12	0.000	0.001	0.11	0.000	0.000	0.10
0.000	0.001	0.20	0.000	0.001	0.13	0.000	0.001	0.14	0.000	0.000	0.11
0.000	0.002	0.24	0.000	0.001	0.16	0.000	0.001	0.17	0.000	0.001	0.14
0.000	0.002	0.27	0.000	0.001	0.18	0.000	0.002	0.18	0.000	0.001	0.17
0.000	0.002	0.31	0.000	0.001	0.19	0.000	0.002	0.21	0.000	0.001	0.18
0.000	0.003	0.33	0.000	0.001	0.22	0.000	0.002	0.23	0.000	0.001	0.21
0.000	0.003	0.36	0.000	0.001	0.25	0.000	0.002	0.24	0.000	0.002	0.24
0.000	0.003	0.38	0.000	0.002	0.27	0.000	0.003	0.28	0.000	0.002	0.26
0.000	0.003	0.38	0.000	0.002	0.29	0.000	0.003	0.30	0.000	0.003	0.31
0.000	0.003	0.39	0.000	0.002	0.32	0.000	0.003	0.31	0.000	0.003	0.32
0.000	0.004	0.42	0.000	0.003	0.35	0.000	0.004	0.34	0.000	0.003	0.35
0.000	0.004	0.42	0.000	0.003	0.38	0.000	0.004	0.36	0.000	0.003	0.37
0.000	0.004	0.45	0.000	0.004	0.40	0.000	0.005	0.41	0.000	0.004	0.38
0.000	0.004	0.48	0.001	0.005	0.43	0.000	0.005	0.42	0.001	0.004	0.41
0.000	0.005	0.48	0.001	0.005	0.47	0.001	0.005	0.44	0.001	0.005	0.43
0.000	0.005	0.52	0.001	0.005	0.49	0.001	0.006	0.47	0.001	0.005	0.45
0.000	0.005	0.54	0.002	0.006	0.54	0.001	0.006	0.50	0.001	0.005	0.47
0.000	0.006	0.57	0.002	0.006	0.54	0.001	0.007	0.53	0.001	0.006	0.50
0.000	0.006	0.59	0.002	0.007	0.57	0.002	0.007	0.56	0.002	0.007	0.53
0.000	0.007	0.61	0.003	0.008	0.58	0.003	0.008	0.59	0.002	0.007	0.55
0.000	0.007	0.64	0.003	0.008	0.58	0.004	0.009	0.60	0.003	0.008	0.56
0.000	0.008	0.65	0.004	0.008	0.59	0.005	0.010	0.60	0.004	0.010	0.59
0.001	0.008	0.68	0.005	0.008	0.57	0.007	0.011	0.62	0.006	0.011	0.61
0.001	0.009	0.69	0.005	0.008	0.54	0.008	0.012	0.61	0.007	0.012	0.60
0.001	0.010	0.70	0.005	0.009	0.53	0.009	0.012	0.59	0.007	0.012	0.58
0.002	0.011	0.71				0.009	0.013	0.57	0.007	0.012	0.57
0.004	0.012	0.65				0.009	0.013	0.57	0.0070	0.0120	0.56
0.004	0.012	0.62				0.009	0.013	0.56			
0.004	0.012	0.60				0.009	0.013	0.56			
0.004	0.012	0.59									
0.004	0.012	0.59									
0.004	0.012	0.58									



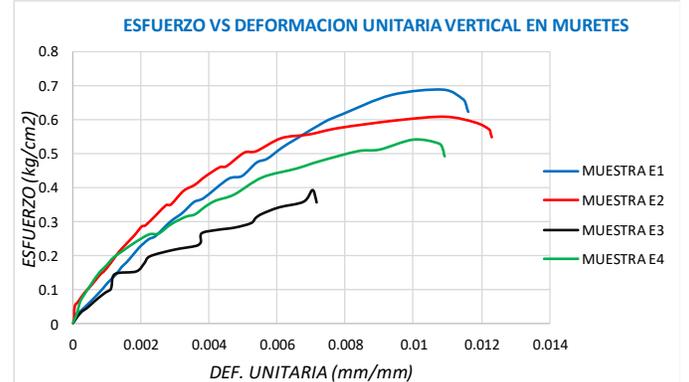
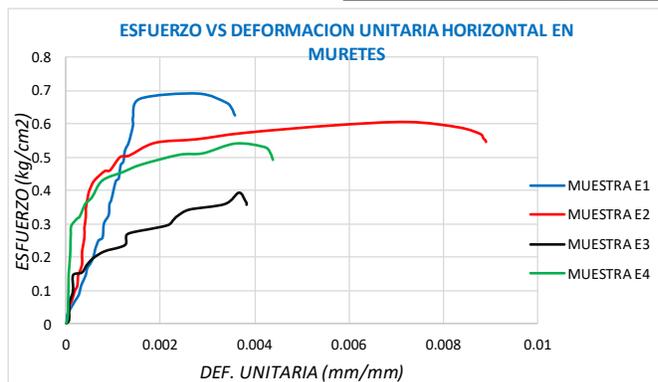
## Ensayo: Carga vs Deformaciones en Muretes de Adobe Tipo E.

MUESTRA E1			MUESTRA E2			MUESTRA E3			MUESTRA E4		
DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)	DH (mm)	DV (mm)	CARGA (kg)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00	0.03	20.82	0.01	0.01	19.18	0.01	0.02	16.53	0.01	0.03	35.20
0.01	0.03	38.06	0.01	0.02	53.98	0.01	0.06	46.53	0.01	0.06	86.94
0.01	0.06	49.69	0.02	0.02	77.55	0.02	0.11	64.59	0.01	0.08	114.39
0.05	0.14	93.98	0.02	0.03	79.18	0.02	0.16	88.37	0.01	0.13	154.29
0.06	0.18	118.27	0.03	0.04	88.88	0.03	0.23	120.82	0.01	0.19	199.80
0.07	0.22	144.18	0.04	0.08	121.12	0.03	0.27	134.49	0.02	0.24	227.96
0.08	0.25	163.37	0.04	0.11	136.12	0.04	0.28	147.04	0.02	0.29	260.00
0.10	0.31	194.39	0.06	0.14	155.41	0.04	0.30	196.22	0.02	0.35	284.49
0.11	0.35	224.80	0.06	0.20	197.45	0.08	0.45	206.12	0.02	0.43	315.92
0.12	0.38	242.24	0.07	0.23	209.08	0.11	0.51	237.35	0.02	0.54	350.61
0.14	0.42	269.29	0.08	0.27	240.41	0.14	0.55	265.31	0.02	0.61	354.39
0.15	0.47	299.80	0.08	0.31	272.14	0.20	0.71	290.71	0.03	0.70	391.73
0.16	0.50	317.55	0.08	0.35	298.67	0.27	0.87	306.73	0.05	0.80	420.10
0.17	0.54	336.12	0.09	0.44	350.31	0.31	0.90	320.41	0.07	0.86	429.29
0.19	0.59	347.65	0.09	0.49	385.71	0.31	0.91	355.41	0.09	0.94	460.61
0.19	0.69	403.37	0.09	0.52	390.10	0.35	1.01	368.06	0.10	1.01	483.16
0.22	0.77	437.55	0.10	0.60	434.08	0.42	1.14	378.06	0.13	1.14	506.63
0.22	0.86	481.63	0.10	0.66	469.90	0.52	1.26	395.31	0.18	1.34	573.67
0.23	0.93	497.04	0.10	0.69	472.04	0.55	1.29	416.12	0.29	1.57	608.16
0.25	1.10	572.24	0.11	0.78	526.12	0.57	1.34	431.73	0.38	1.74	637.14
0.27	1.19	583.78	0.12	0.86	550.00	0.63	1.45	456.94	0.58	2.01	676.53
0.28	1.30	636.63	0.14	0.93	581.84	0.81	1.63	479.29	0.70	2.16	682.65
0.29	1.37	651.94	0.20	1.04	619.39	0.88	1.69	524.59	0.87	2.40	721.63
0.30	1.48	695.61	0.22	1.09	623.37	0.92	1.71	491.33	1.02	2.58	706.63
0.32	1.58	730.20	0.27	1.21	676.73	0.92	1.72	483.27	1.05	2.61	680.41
0.34	1.78	797.24	0.32	1.29	682.65	0.92	1.72	476.33	1.05	2.61	668.78
0.34	1.91	828.98	0.45	1.47	734.29				1.05	2.61	661.43
0.38	2.25	903.47	0.67	1.67	748.98				1.06	2.62	656.53
0.67	2.61	924.29	0.91	1.88	774.49						
0.82	2.75	887.35	1.36	2.29	805.00						
0.84	2.77	863.98	1.74	2.62	818.78						
0.85	2.77	852.45	2.00	2.83	796.43						
0.85	2.78	845.71	2.11	2.93	769.49						
0.86	2.78	841.02	2.13	2.94	752.24						
0.86	2.78	836.63	2.14	2.95	743.57						
			2.14	2.95	737.86						



## Ensayo: Esfuerzo vs Deformación Unitaria en Muretes de Adobe Tipo E.

MUESTRA E1			MUESTRA E2			MUESTRA E3			MUESTRA E4		
DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. UNITARIA EH	DEF. UNITARIA EV	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )
0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
0.000	0.000	0.02	0.000	0.000	0.01	0.000	0.000	0.01	0.000	0.000	0.03
0.000	0.000	0.03	0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.07
0.000	0.000	0.04	0.000	0.000	0.06	0.000	0.000	0.05	0.000	0.000	0.09
0.000	0.001	0.07	0.000	0.000	0.06	0.000	0.001	0.07	0.000	0.001	0.12
0.000	0.001	0.09	0.000	0.000	0.07	0.000	0.001	0.09	0.000	0.001	0.15
0.000	0.001	0.11	0.000	0.000	0.09	0.000	0.001	0.10	0.000	0.001	0.17
0.000	0.001	0.12	0.000	0.000	0.10	0.000	0.001	0.11	0.000	0.001	0.20
0.000	0.001	0.14	0.000	0.001	0.12	0.000	0.001	0.15	0.000	0.001	0.21
0.000	0.001	0.17	0.000	0.001	0.15	0.000	0.002	0.16	0.000	0.002	0.24
0.001	0.002	0.18	0.000	0.001	0.15	0.000	0.002	0.18	0.000	0.002	0.26
0.001	0.002	0.20	0.000	0.001	0.18	0.001	0.002	0.20	0.000	0.003	0.27
0.001	0.002	0.22	0.000	0.001	0.20	0.001	0.003	0.22	0.000	0.003	0.29
0.001	0.002	0.24	0.000	0.001	0.22	0.001	0.004	0.23	0.000	0.003	0.32
0.001	0.002	0.25	0.000	0.002	0.26	0.001	0.004	0.24	0.000	0.004	0.32
0.001	0.002	0.26	0.000	0.002	0.29	0.001	0.004	0.27	0.000	0.004	0.35
0.001	0.003	0.30	0.000	0.002	0.29	0.001	0.004	0.28	0.000	0.004	0.36
0.001	0.003	0.33	0.000	0.002	0.32	0.002	0.005	0.28	0.001	0.005	0.38
0.001	0.004	0.36	0.000	0.003	0.35	0.002	0.005	0.30	0.001	0.006	0.43
0.001	0.004	0.37	0.000	0.003	0.35	0.002	0.005	0.31	0.001	0.007	0.46
0.001	0.005	0.43	0.000	0.003	0.39	0.002	0.006	0.32	0.002	0.007	0.48
0.001	0.005	0.44	0.001	0.004	0.41	0.003	0.006	0.34	0.002	0.008	0.51
0.001	0.005	0.47	0.001	0.004	0.43	0.003	0.007	0.36	0.003	0.009	0.51
0.001	0.006	0.49	0.001	0.004	0.46	0.004	0.007	0.39	0.004	0.010	0.54
0.001	0.006	0.52	0.001	0.005	0.46	0.004	0.007	0.37	0.004	0.011	0.53
0.001	0.007	0.54	0.001	0.005	0.50	0.004	0.007	0.36	0.004	0.011	0.51
0.001	0.007	0.59	0.001	0.005	0.51	0.004	0.007	0.36	0.004	0.011	0.50
0.001	0.008	0.62	0.002	0.006	0.54				0.004	0.011	0.50
0.002	0.009	0.67	0.003	0.007	0.56				0.004	0.011	0.49
0.003	0.011	0.69	0.004	0.008	0.57						
0.003	0.011	0.66	0.006	0.010	0.60						
0.004	0.012	0.64	0.007	0.011	0.61						
0.004	0.012	0.64	0.008	0.012	0.59						
0.004	0.012	0.63	0.009	0.012	0.57						
0.004	0.012	0.63	0.009	0.012	0.56						
0.004	0.012	0.62	0.009	0.012	0.55						
			0.009	0.012	0.55						
			0.009	0.012	0.55						



## Prueba T-Student para el Esfuerzo Axial en Pilas de Adobe

Prueba t - Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			
<b>Esfuerzo axial en pilas de adobe</b>		<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo B</b>
<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo B</b>	Media	21.36259407
21.30	18.84	Varianza	1.722183846
19.75	18.48	Observaciones	4
22.96	17.33	Diferencia hipotética de las medias	0
21.44	16.57	Grados de libertad	6
		Estadístico t	4.242600542
1.722183846	1.08902255	P(T<=t) una cola	0.002712095
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	1.943180281
		P(T<=t) dos colas	0.00542419
		Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851

4.2426	>	2.45	VERDADERO
0.0054	≤	0.05	VERDADERO

Prueba t Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			
<b>Esfuerzo axial en pilas de adobe</b>		<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo C</b>
<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo C</b>	Media	21.36259407
21.30	17.24	Varianza	1.722183846
19.75	16.97	Observaciones	4
22.96	15.18	Diferencia hipotética de las medias	0
21.44	15.96	Grados de libertad	5
		Estadístico t	6.207194826
1.722183846	0.900814762	P(T<=t) una cola	0.000792545
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.015048373
		P(T<=t) dos colas	0.00158509
		Valor crítico de t (dos colas)	2.570581836

6.2072	>	2.57	VERDADERO
0.0016	≤	0.05	VERDADERO

Prueba t Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			
<b>Esfuerzo axial en pilas de adobe</b>		<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo D</b>
<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo D</b>	Media	21.36259407
21.30	16.01	Varianza	1.722183846
19.75	16.71	Observaciones	4
22.96	15.38	Diferencia hipotética de las medias	0
21.44	15.61	Grados de libertad	4
		Estadístico t	7.562602482
1.722183846	0.343676943	P(T<=t) una cola	0.000819286
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.131846786
		P(T<=t) dos colas	0.001638572
		Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105

7.5626	>	2.78	VERDADERO
0.0016	≤	0.05	VERDADERO

Prueba t Student para dos muestras suponiendo varianzas desiguales			
<b>Esfuerzo axial en pilas de adobe</b>		<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo E</b>
<b>Adobe Tradicional</b>	<b>Adobe Tipo E</b>	Media	21.36259407
21.30	13.96	Varianza	1.722183846
19.75	12.89	Observaciones	4
22.96	13.33	Diferencia hipotética de las medias	0
21.44	13.92	Grados de libertad	4
		Estadístico t	11.12525829
1.722183846	0.261983479	P(T<=t) una cola	0.000185713
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.131846786
		P(T<=t) dos colas	0.000371427
		Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105

11.125	>	2.78	VERDADERO
0.0004	≤	0.05	VERDADERO

## Prueba T-Student para Esfuerzo a Compresión Diagonal en Muretes de Adobe

Esfuerzo diagonal en muretes		Adobe Tradicional		Adobe Tipo B				
Adobe Tradicional	Adobe Tipo B	Media	0.495442093	0.53870464				
0.54	0.44	Varianza	0.002971047	0.01648132				
0.55	0.71	Observaciones	4	4	0.6204	>	2.78	FALSO
0.43	0.43	Diferencia hipotética de las medias	0		0.5686	≤	0.05	FALSO
0.47	0.57	Grados de libertad	4					
		Estadístico t	-0.620377238					
0.002971047	0.01648132	P(T<=t) una cola	0.284303547					
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.131846786					
		P(T<=t) dos colas	0.568607094					
		Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105					

Esfuerzo diagonal en muretes		Adobe Tradicional		Adobe Tipo C				
Adobe Tradicional	Adobe Tipo C	Media	0.495442093	0.478163439				
0.54	0.55	Varianza	0.002971047	0.01356435				
0.55	0.46	Observaciones	4	4	0.2687	>	2.78	FALSO
0.43	0.59	Diferencia hipotética de las medias	0		0.8014	≤	0.05	FALSO
0.47	0.32	Grados de libertad	4					
		Estadístico t	0.268740164					
0.002971047	0.01356435	P(T<=t) una cola	0.400710547					
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.131846786					
		P(T<=t) dos colas	0.801421094					
		Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105					

Esfuerzo diagonal en muretes		Adobe Tradicional		Adobe Tipo D				
Adobe Tradicional	Adobe Tipo D	Media	0.495442093	0.631597251				
0.54	0.71	Varianza	0.002971047	0.003046387				
0.55	0.59	Observaciones	4	4	3.5104	>	2.45	VERDADERO
0.43	0.62	Diferencia hipotética de las medias	0		0.0127	≤	0.05	VERDADERO
0.47	0.61	Grados de libertad	6					
		Estadístico t	-3.510414634					
0.002971047	0.003046387	P(T<=t) una cola	0.006332517					
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	1.943180281					
		P(T<=t) dos colas	0.012665033					
		Valor crítico de t (dos colas)	2.446911851					

Esfuerzo diagonal en muretes		Adobe Tradicional		Adobe Tipo E				
Adobe Tradicional	Adobe Tipo E	Media	0.495442093	0.55800616				
0.54	0.69	Varianza	0.002971047	0.01547588				
0.55	0.61	Observaciones	4	4	0.9213	>	2.78	FALSO
0.43	0.39	Diferencia hipotética de las medias	0		0.409	≤	0.05	FALSO
0.47	0.54	Grados de libertad	4					
		Estadístico t	-0.921282792					
0.002971047	0.01547588	P(T<=t) una cola	0.204519559					
Varianza		Valor crítico de t (una cola)	2.131846786					
		P(T<=t) dos colas	0.409039118					
		Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105					

## PANEL FOTOGRAFICO

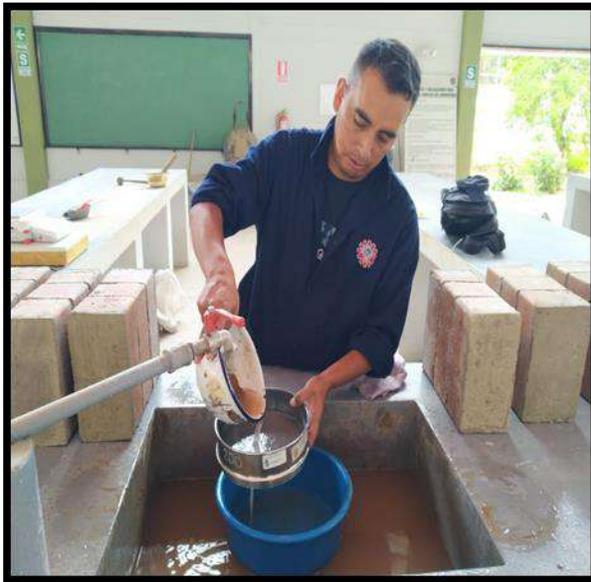
### Casa Cabildo de zurite - Anta, en Plena Rehabilitacion



### Extracción de Muestras de Adobe Patrón de la Casa Cabildo de Zurite.



## Análisis Granulométrico de la Muestra Patrón M-02



## Prueba de la Botella de la Muestra de Suelo Natural



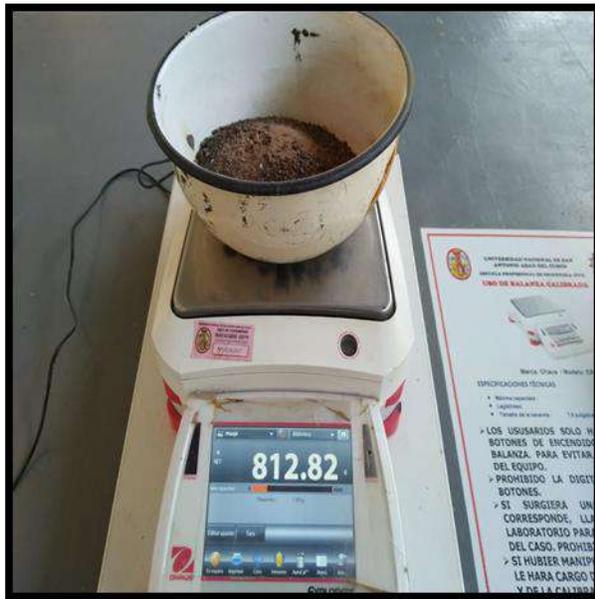
## Pesado de Suelo natural y Secado al Horno para Análisis Granulométrico M-01.



## Lavado de Suelo en la Malla N° 200



## Análisis Granulométrico de la Muestra de Suelo M-01.



## Extracción de Material para la Elaboración de Adobes



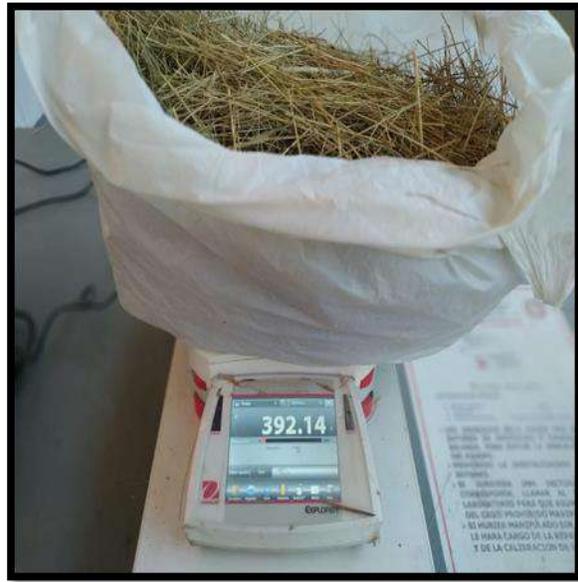
**Zarandeado de Tierra**



**Tamizado del Agregado Grueso**



**Extracción, cortado y pesado de la paja para elaboración de adobes**



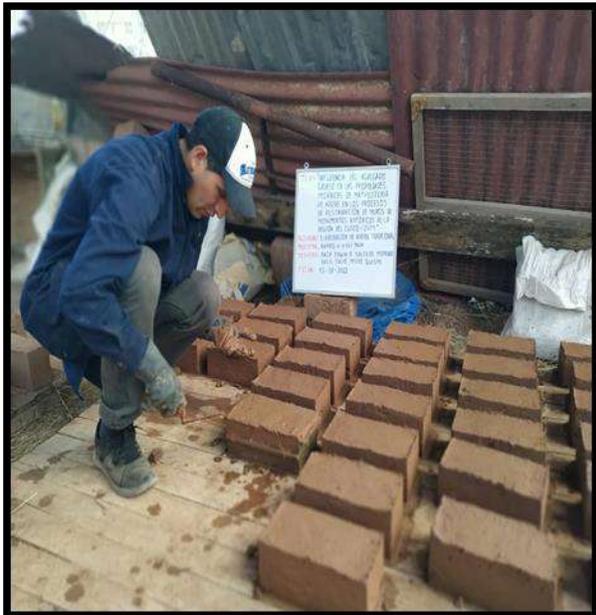
**Pesado de Tierra y Agua para elaboración de adobe.**



## Proceso de Preparación de Barro



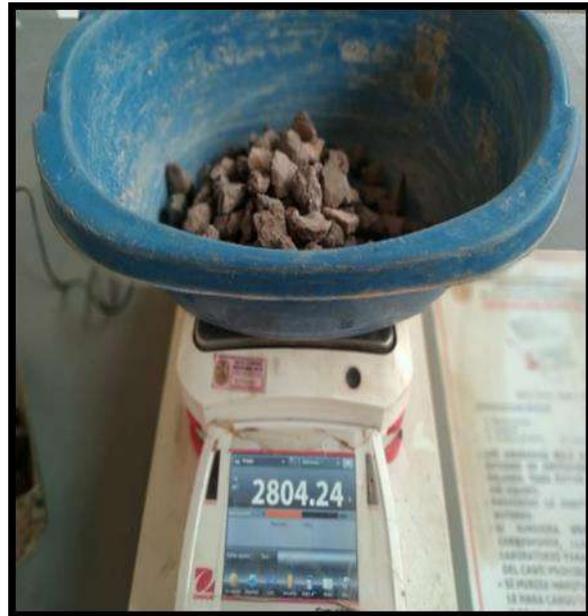
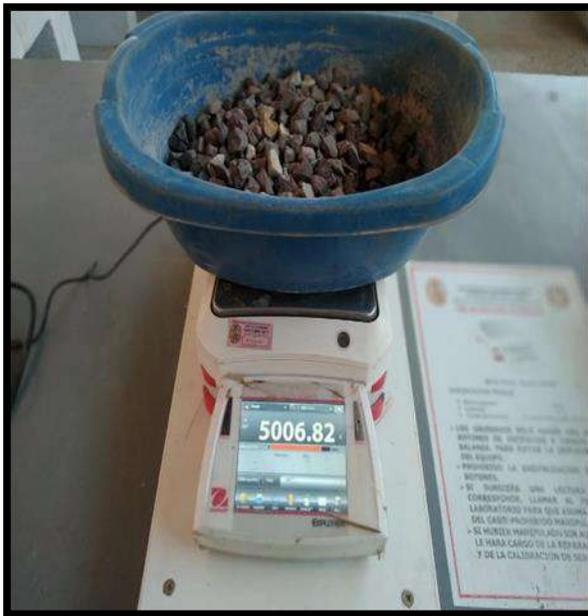
## Elaboración de Adobe Tradicional



## Secado de Adobes.



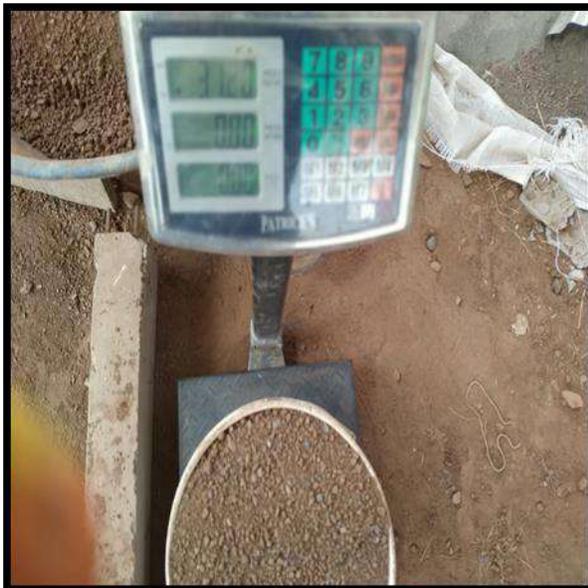
## Pesado de los Diferentes Tamaños de Agregado Grueso

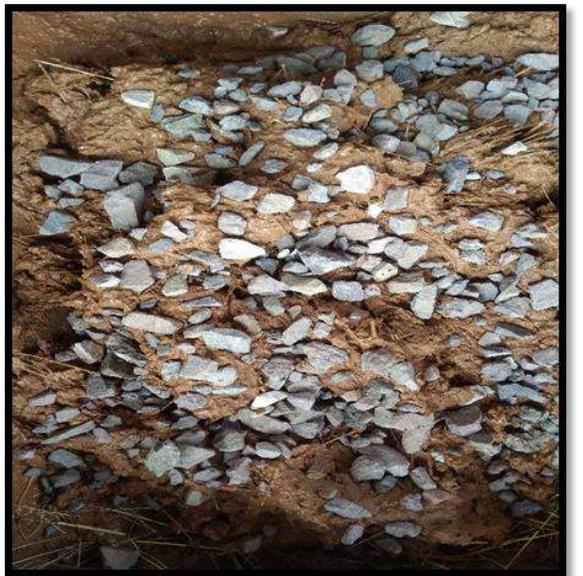


### Adición de Agregado Grueso al Barro.



### Elaboración de Adobes con 18.3% de Agregado Grueso





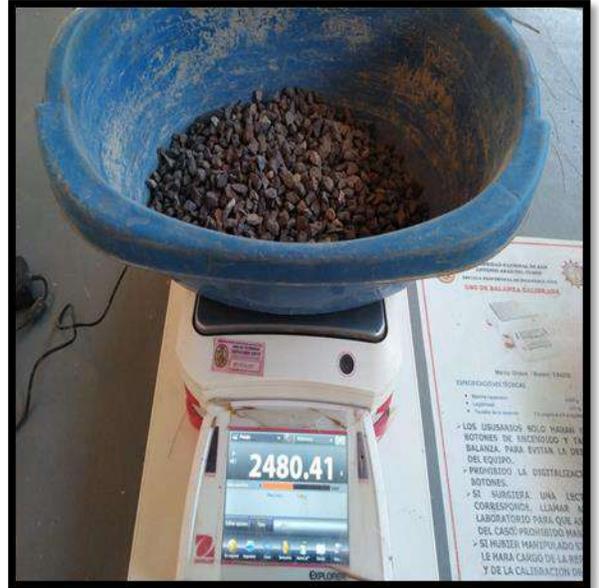
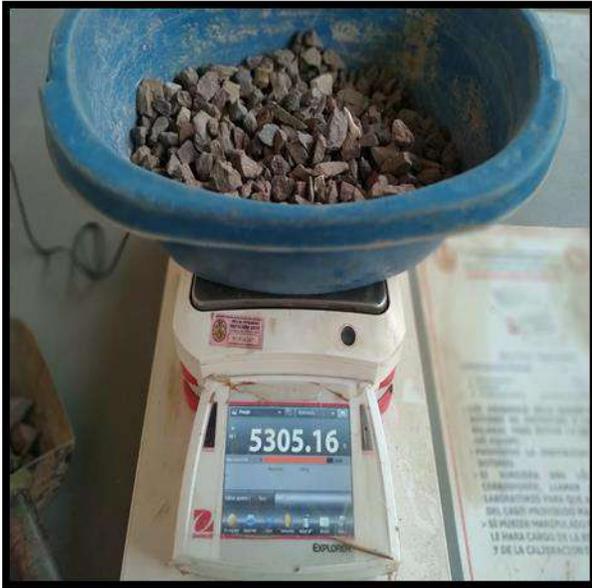


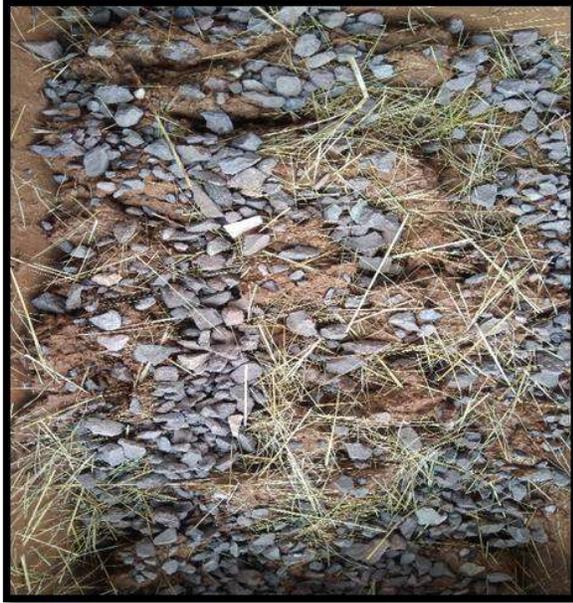
**Elaboración de adobes con 23.3% de Agregado Grueso**





## Elaboración de Adobes con 28.3% de Agregado Grueso





**Elaboración de pilas y muretes**



**Elaboración de Pilas y Muretes con Mortero de barro con 0.35% de paja con una junta de separación de 1.0 cm**



**Pilas y Muretes con Juntas Secas**





**Ensayo de Corte en Muretes de Adobe en el Marco de Carga**

