

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

#### **TESIS:**

**INFLUENCIA DEL CURADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
DE LAS PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE  
CAJAMARCA, 2024**

Para optar el Grado Académico de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL**

Presentado por:  
**JOHANNES MARÍN VIGO**

Asesor:  
**Dr. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**

Cajamarca, Perú

2025



### **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador:  
Johannes Marin Vigo  
DNI: 71105362  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Ingeniería Civil.
2. Asesor: Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramirez
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
Influencia del curado en la resistencia a compresión de las pilas y muretes de albañilería en la ciudad de Cajamarca, 2024
6. Fecha de evaluación: **29/12/2025**
7. Software antiplagio: **X TURNITIN**       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **9%**
9. Código Documento: **3117:543450722**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
**X APROBADO**       PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **05/01/2026**

*Firma y/o Sello  
Emisor Constancia*

  
**Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramirez**  
DNI 26673916

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by  
**JOHANNES MARÍN VIGO**  
Todos los derechos reservados



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD  
ESCUELA DE POSGRADO  
CAJAMARCA - PERU  
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las ...~~11:30~~ horas, del día 16 de Diciembre de dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. RONALD JESÚS SALAS BERROSPÍ, M. CS. DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA** y en calidad de Asesor el **DR. HERMÉS ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la TESIS titulada: **"INFLUENCIA DEL CURADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2024"**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **JOHANNES MARÍN VIGO**.

Realizada la exposición de la TESIS y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó ....~~APODERAR~~..... con la calificación de ....~~17. (PARCIAL)~~ - **EXCELENTE**.... la mencionada TESIS; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **JOHANNES MARÍN VIGO**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de INGENIERÍA, con mención en **INGENIERÍA CIVIL**.

Siendo las ...~~12:30~~ horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....  
**Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez**  
Asesor

.....  
**Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas**  
Jurado Evaluador

.....  
**M. Cs. Ronald Jesús Salas Berrospi**  
Jurado Evaluador

.....  
**M. Cs. Doris Yveth Ortiz Zamora**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser la base que dan soporte a mi vida, su gran amor, su buen ejemplo y sus palabras de aliento me inspiraron para seguir adelante, cada sacrificio y esfuerzo que hicieron me ayudo a mantener el rumbo. No hay palabras para expresar mi eterna gratitud y el orgullo que siento de ser su hijo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre Amadeo Marín Bolaños y mi madre Lindomera Vigo Sáenz por su constante apoyo para seguir mejorando.

A mi asesor Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez por la guía constante en el presente trabajo de investigación.

A los docentes de la escuela de posgrado por los conocimientos impartidos en aula.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme apoyado con el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería.

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1    Planteamiento del problema de investigación .....	1
1.1.1    Contextualización .....	1
1.1.2    Descripción del problema .....	2
1.1.3    Formulación del problema .....	2
1.2    Justificación.....	2
1.2.1    Justificación científica .....	2
1.2.2    Justificación técnica – práctica.....	2
1.2.3    Justificación institucional y personal.....	3
1.3    Delimitación .....	3
1.4    Limitación .....	4
1.5    Objetivos .....	4
1.5.1    Objetivo General.....	4
1.5.2    Objetivos Específicos.....	4
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	5
2.1    Antecedentes de la investigación.....	5
2.2    Bases Teóricas .....	8
2.2.1    Curado .....	8
2.2.2    Mortero.....	8
2.2.3    Componentes del mortero .....	9

2.2.4	Albañilería o mampostería .....	9
2.2.5	Ladrillo.....	9
2.2.6	Ladrillos de arcilla .....	10
2.2.7	Ensayos de las unidades de ladrillo .....	11
2.2.8	Resistencia a compresión .....	12
2.2.9	Pilas.....	12
2.2.10	Muretes.....	15
2.3	Definición de términos básicos .....	19
<b>CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>		<b>20</b>
3.1	Hipótesis.....	20
3.1.1	Hipótesis general .....	20
3.2	Definición de variables .....	20
3.2.1	Variable independiente.....	20
3.2.2	Variables dependientes.....	20
<b>CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO.....</b>		<b>21</b>
4.1	Ubicación geográfica de la investigación .....	21
4.2	Tipo de Investigación.....	21
4.3	Métodos de la investigación .....	22
4.4	Diseño de investigación .....	22
4.5	Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	28
4.5.1	Población.....	28
4.5.2	Muestra.....	28
4.5.3	Unidad de análisis.....	29
4.5.4	Unidad de observación.....	29
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
4.7	Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos .....	30
4.7.1	Equipo y materiales de la investigación.....	31

CAPÍTULO V: RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	32
5.1    Presentación de resultados .....	32
5.1.1    Resultados de las propiedades de la arena gruesa .....	32
5.1.2    Resultados de las propiedades del ladrillo artesanal.....	32
5.1.3    Resultado de la resistencia a compresión axial de las pilas .....	33
5.1.4    Resultado de la resistencia a compresión diagonal de los muretes .....	34
5.2    Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	35
5.3    Contrastación de hipótesis.....	37
5.3.1    Resistencia a compresión axial de las pilas.....	37
5.3.2    Resistencia a compresión diagonal de los muretes.....	38
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
6.1    CONCLUSIONES .....	41
6.2    RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS .....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS.....	43
ANEXOS.....	45
Anexo A: Constancia de laboratorio. ....	45
Anexo B: Ensayo de las propiedades físico mecánicas de arena gruesa. ....	46
Anexo C: Diseño de mezcla del mortero.....	50
Anexo D: Resistencia a compresión de los cubos del mortero.....	51
Anexo E: Propiedades del ladrillo de arcilla artesanal.....	53
Anexo F: Ensayo de compresión axial de pilas. ....	57
Anexo G: Ensayo de compresión diagonal de muretes .....	80
Anexo H: Ficha técnica de del Cemento Portland Tipo I .....	103
Anexo I: Panel fotográfico.....	104

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Muestra de la investigación.....	29
<b>Tabla 2</b> Propiedades de la arena gruesa que se utilizó para la elaboración del mortero. ....	32
<b>Tabla 3</b> Propiedades de los ladrillos de arcilla artesanales. ....	32
<b>Tabla 4</b> Resistencia a compresión axial característica de las pilas para cada variación de curado.....	33
<b>Tabla 5</b> Resistencia a compresión diagonal característica de los muretes para cada variación de curado.....	34
<b>Tabla 6</b> Contenido de humedad de la arena gruesa. ....	46
<b>Tabla 7</b> Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 1. ....	46
<b>Tabla 8</b> Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 2. ....	47
<b>Tabla 9</b> Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 3. ....	47
<b>Tabla 10</b> Peso específico del agua.....	48
<b>Tabla 11</b> Calculo para la determinación del volumen del recipiente .....	48
<b>Tabla 12</b> Peso unitario seco compactado de la arena gruesa. ....	48
<b>Tabla 13</b> Peso unitario suelto seco de la arena gruesa.....	49
<b>Tabla 14</b> Peso específico y absorción de la arena gruesa. ....	49
<b>Tabla 15</b> Diseño de mezcla del mortero. ....	50
<b>Tabla 16</b> Resistencia a compresión de los cubos del mortero sin curado.....	51
<b>Tabla 17</b> Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado una vez al día....	51
<b>Tabla 18</b> Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado dos veces al día..	52
<b>Tabla 19</b> Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado tres veces al día..	52
<b>Tabla 20</b> Variación Dimensional de los ladrillos de arcilla artesanal.....	53
<b>Tabla 21</b> Alabeo de los ladrillos de arcilla artesanal.....	54
<b>Tabla 22</b> Pesos de ladrillos de arcilla artesanal.....	54

<b>Tabla 23</b> Resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla artesanal .....	55
<b>Tabla 24</b> Absorción de los ladrillos de arcilla artesanal .....	55
<b>Tabla 25</b> Succión de los ladrillos de arcilla artesanal.....	56
<b>Tabla 26</b> Medidas de las pilas de ladrillos de arcilla artesanal .....	57
<b>Tabla 27</b> Resistencia a compresión axial de las pilas sin curado.....	58
<b>Tabla 28</b> Resistencia a compresión axial de las pilas 1V.....	59
<b>Tabla 29</b> Resistencia a compresión axial de las pilas 2V.....	60
<b>Tabla 30</b> Resistencia a compresión axial de las pilas 3V.....	61
<b>Tabla 31</b> Esfuerzo y deformación pila N° 1 Sin Curado.....	62
<b>Tabla 32</b> Esfuerzo y deformación pila N° 2 Sin Curado.....	63
<b>Tabla 33</b> Esfuerzo y deformación pila N° 3 Sin Curado.....	64
<b>Tabla 34</b> Esfuerzo y deformación pila N° 4 Sin Curado.....	65
<b>Tabla 35</b> Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal SC .....	66
<b>Tabla 36</b> Esfuerzo y deformación pila N° 1 C1V.....	66
<b>Tabla 37</b> Esfuerzo y deformación pila N° 2 C1V.....	67
<b>Tabla 38</b> Esfuerzo y deformación pila N° 3 C1V.....	68
<b>Tabla 39</b> Esfuerzo y deformación pila N° 4 C1V.....	69
<b>Tabla 40</b> Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C1V .....	70
<b>Tabla 41</b> Esfuerzo y deformación pila N° 1 C2V.....	71
<b>Tabla 42</b> Esfuerzo y deformación pila N° 2 C2V.....	72
<b>Tabla 43</b> Esfuerzo y deformación pila N° 3 C2V.....	73
<b>Tabla 44</b> Esfuerzo y deformación pila N° 4 C2V.....	74
<b>Tabla 45</b> Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C2V .....	75
<b>Tabla 46</b> Esfuerzo y deformación pila N° 1 C3V.....	75
<b>Tabla 47</b> Esfuerzo y deformación pila N° 2 C3V.....	76

<b>Tabla 48</b> Esfuerzo y deformación pila N° 3 C3V.....	77
<b>Tabla 49</b> Esfuerzo y deformación pila N° 4 C3V.....	78
<b>Tabla 50</b> Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C3V.....	79
<b>Tabla 51</b> Medidas de los muretes de ladrillos de concreto vibrado. ....	80
<b>Tabla 52</b> Resistencia a compresión diagonal de los muretes sin curado. ....	81
<b>Tabla 53</b> Resistencia a compresión diagonal de los muretes 1V.....	82
<b>Tabla 54</b> Resistencia a compresión diagonal de los muretes 2V.....	83
<b>Tabla 55</b> Resistencia a compresión diagonal de los muretes 3V.....	84
<b>Tabla 56</b> Esfuerzo y deformación murete N° 1 Sin Curado. ....	85
<b>Tabla 57</b> Esfuerzo y deformación murete N° 2 Sin Curado. ....	86
<b>Tabla 58</b> Esfuerzo y deformación murete N° 3 Sin Curado. ....	87
<b>Tabla 59</b> Esfuerzo y deformación murete N° 4 Sin Curado. ....	88
<b>Tabla 60</b> Esfuerzo y deformación murete N° 1 C1V.....	89
<b>Tabla 61</b> Esfuerzo y deformación murete N° 2 C1V.....	90
<b>Tabla 62</b> Esfuerzo y deformación murete N° 3 C1V.....	91
<b>Tabla 63</b> Esfuerzo y deformación murete N° 4 C1V.....	92
<b>Tabla 64</b> Esfuerzo y deformación murete N° 1 C2V.....	93
<b>Tabla 65</b> Esfuerzo y deformación murete N° 2 C2V.....	94
<b>Tabla 66</b> Esfuerzo y deformación murete N° 3 C2V.....	95
<b>Tabla 67</b> Esfuerzo y deformación murete N° 4 C2V.....	96
<b>Tabla 68</b> Esfuerzo y deformación murete N° 1 C3V.....	98
<b>Tabla 69</b> Esfuerzo y deformación murete N° 2 C3V.....	99
<b>Tabla 70</b> Esfuerzo y deformación murete N° 3 C3V.....	100
<b>Tabla 71</b> Esfuerzo y deformación murete N° 4 C3V.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Falla ideal en pilas de albañilería.....	13
<b>Figura 2</b> Falla por trituración en pilas de albañilería.....	13
<b>Figura 3</b> Falla por aplastamiento local en pilas de albañilería.....	14
<b>Figura 4</b> Falla por aplastamiento por pandeo en pilas de albañilería.....	15
<b>Figura 5</b> Falla por tracción diagonal en muretes de albañilería.....	16
<b>Figura 6</b> Falla escalonada en muretes de albañilería.....	17
<b>Figura 7</b> Falla mixta en muretes de albañilería.....	17
<b>Figura 8</b> Falla por deslizamiento en muretes de albañilería.....	18
<b>Figura 9</b> Falla por trituración local en muretes de albañilería.....	18
<b>Figura 10</b> Ubicación del laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.....	21
<b>Figura 11</b> Resistencia a compresión axial de las pilas con respecto al número de veces que fueron curadas.....	33
<b>Figura 12</b> Resistencia a compresión diagonal de los muretes con respecto al número de veces que fueron curados.....	34
<b>Figura 13</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas sin curado.....	65
<b>Figura 14</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas una vez por día.....	69
<b>Figura 15</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas dos veces por día.....	74
<b>Figura 16</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas tres veces por día.....	78
<b>Figura 17</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes sin curado.....	88

<b>Figura 18</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados una vez por día.....	92
<b>Figura 19</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados dos veces por día.....	97
<b>Figura 20</b> Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados tres veces por día.....	102
<b>Figura 21</b> Proceso de Secado de ladrillos de arcilla. ....	104
<b>Figura 22</b> Ensayo de peso unitario de arena gruesa.....	104
<b>Figura 23</b> Peso unitario seco compactado de la arena gruesa .....	105
<b>Figura 24</b> Peso unitario suelto seco de la arena gruesa.....	105
<b>Figura 25</b> Arena gruesa en estado saturado superficialmente seco. ....	106
<b>Figura 26</b> Peso de la fiola.....	106
<b>Figura 27</b> Fiola de 500 cm <sup>3</sup> con llenado con agua.....	107
<b>Figura 28</b> Fiola de 500 cm <sup>3</sup> con agua y arena gruesa, ensayo de peso específico.....	107
<b>Figura 29</b> Medición de alabeo de los ladrillos de arcilla artesanales.....	108
<b>Figura 30</b> Ensayo de compresión de los ladrillos de arcilla artesanales. ....	108
<b>Figura 31</b> Ladrillos de arcilla artesanales saturados por 24 horas para ensayo de absorción. ....	109
<b>Figura 32</b> Peso de ladrillo de arcilla artesanal saturado por 24 horas.....	109
<b>Figura 33</b> Ladrillos de arcilla artesanales 24 horas en la estufa para ensayo de absorción. ....	110
<b>Figura 34</b> Ladrillos de arcilla artesanales secos para ensayo de succión. ....	110
<b>Figura 35</b> Peso de ladrillo seco para ensayo de succión. ....	111
<b>Figura 36</b> Nivelación de recipiente para ensayo de succión .....	111
<b>Figura 37</b> Ensayo de succión de los ladrillos de arcilla artesanales. ....	112

<b>Figura 38</b> Peso del ladrillo de arcilla artesanal después de estar un minuto en el recipiente .....	112
<b>Figura 39</b> Ensayo de compresión axial de las pilas elaboradas con ladrillos de arcilla artesanales curados 2 veces al día.....	113
<b>Figura 40</b> Falla de la pila elaborada con ladrillos de arcilla artesanales curados 2 veces al día.....	113
<b>Figura 41</b> Ensayo de compresión diagonal de los muretes elaborados con ladrillos de arcilla artesanal curados 1 vez al día.....	114
<b>Figura 42</b> Medición de los cubos de mortero. ....	114
<b>Figura 43</b> Cubos de mortero ensayados a compresión.....	115

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del curado en la resistencia a compresión de las pilas y muretes de albañilería siendo una investigación aplicada, cuantitativa y de corte transversal, para lo cual se plantearon 4 grupos: el primer grupo sin curado, el segundo grupo se curó una vez al día, el tercer grupo se curó 2 veces al día y finalmente el cuarto grupo se curó 3 veces al día. La resistencia a compresión axial de las pilas que no fueron curadas fue de  $f'b = 27.38 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las pilas que fueron curadas dieron una resistencia de  $f'b = 30.61 \text{ kg/cm}^2$  cuando se curó una vez al día,  $f'b = 32.53 \text{ kg/cm}^2$  cuando se curó dos veces al día y  $f'b = 35.50 \text{ kg/cm}^2$  cuando se curó tres veces al día. La resistencia a compresión diagonal de los muretes que no fueron curados fue de  $v'm = 3.04 \text{ kg/cm}^2$  y de los muretes que fueron curados se obtuvo una resistencia de  $v'm = 3.29 \text{ kg/cm}^2$  para el curado una vez al día,  $v'm = 3.68 \text{ kg/cm}^2$  para el curado dos veces al día y  $v'm = 4.16 \text{ kg/cm}^2$  para el curado tres veces al día. De los resultados obtenidos concluimos que realizar el curado tres veces al día incrementa la resistencia a compresión axial de las pilas en 29.66% y la resistencia a compresión diagonal de los muretes en un 36.84%.

**Palabras Clave:** Curado, Albañilería, Resistencia a la compresión axial, Resistencia a la compresión diagonal.

## ABSTRACT

The present investigation aimed to determine the influence of curing on the compressive strength of masonry piers and walls being an applied, quantitative and cross-sectional research, for which 4 groups were proposed: the first group without curing, the second group was cured once a day, the third group was cured twice a day and finally the fourth group was cured three times a day. The axial compressive strength of the piers that were not cured was  $f_b = 27.38 \text{ kg/cm}^2$ , while the piers that were cured gave a resistance of  $f_b = 30.61 \text{ kg/cm}^2$  when cured once a day,  $f_b = 32.53 \text{ kg/cm}^2$  when cured twice a day and  $f_b = 35.50 \text{ kg/cm}^2$  when cured three times a day. The diagonal compressive strength of the uncured walls was  $v'm = 3.04 \text{ kg/cm}^2$  and the cured walls had a strength of  $v'm = 3.29 \text{ kg/cm}^2$  for curing once a day,  $v'm = 3.68 \text{ kg/cm}^2$  for curing twice a day and  $v'm = 4.16 \text{ kg/cm}^2$  for curing 3 times a day. From the results obtained we conclude that curing three times a day increases the axial compressive strength of the piers by 29.66% and the diagonal compressive strength of the walls by 36.84%.

**Keywords:** Curing, Masonry, Axial compressive strength, Diagonal compressive strength.

## **CAPÍTULO I:**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del problema de investigación**

##### **1.1.1 Contextualización**

En la India se realizó un estudio sobre el efecto que tienen el curado al aire, el curado sumergido en agua, el curado con recubrimiento húmedo saturado y el curado con compuestos, sobre la resistencia a compresión del mortero, donde obtienen que la mayor resistencia a compresión se logra cuando los cubos de mortero son sumergidos en agua, en segundo lugar los cubos de mortero que estuvieron con recubrimiento húmedo saturado, tercero los cubos de mortero que se aplicó una membrana y por ultimo están los cubos de mortero que fueron dejados al aire libre, el autor concluye que se obtiene una mayor resistencia cuando la pérdida de agua es baja debido a que el curado será más eficiente (Nahata et al., 2014).

En el Perú se han realizado investigaciones con diferentes tipos de curado (el curado sumergido, el curado por aspersión, el curado con membrana y muestras donde no se realizó ningún tipo de curado), donde se aprecia el impacto que tienen los distintos tipos de curado en la resistencia a la compresión, siendo la hidratación del cemento esencial para el desarrollo de su máxima resistencia (Rondón, 2018).

En Cajamarca el 22.2 % de viviendas son de material noble según el censo realizado en el 2017 por el INEI, al comparar con el número de viviendas existentes en el 2007 se identifica un incremento de 78.1 %, ante este incremento es importante investigar el beneficio que tiene el curado en las pilas y muretes de albañilería para obtener edificaciones más resistentes.

### **1.1.2 Descripción del problema**

La norma E.070 encargada de establecer los requisitos y las exigencias mínimas para la albañilería, no hace mención sobre el proceso de curado en las construcciones, cuando un muro no es curado el mortero se quema debido a que no recibe la hidratación necesaria, esto genera que su resistencia se encuentre por debajo de la esperado y no exista una adecuada adhesión entre el mortero-ladrillo. El curado incrementa la resistencia del mortero, pero la exposición al agua debilita al ladrillo de arcilla.

### **1.1.3 Formulación del problema**

¿Cómo influye el curado en la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería con ladrillo artesanal en la ciudad de Cajamarca, 2024?

## **1.2 Justificación**

### **1.2.1 Justificación científica**

La presente investigación sirve para ampliar los conocimientos que se tienen sobre la variación de la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería cuando se incrementa el número de veces que son curados al día.

### **1.2.2 Justificación técnica – práctica**

Esta investigación tiene como objetivo determinar cómo varía la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería al variar el número de veces que son curados al día, con los datos obtenidos identificaremos el número de veces de curado al día que obtenga mejores resultados y de este modo generar sustento para incrementar la importancia del curado en las viviendas de albañilería.

### **1.2.3 Justificación institucional y personal**

La escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca con el fin de generar nuevos conocimientos, se interesa en desarrollar investigaciones que mediante procesos mejoran el comportamiento de los materiales de construcción y a su vez incrementar el desarrollo profesional al aplicar los conocimientos adquiridos.

### **1.3 Delimitación**

Los ensayos de resistencia a compresión de los cubos de mortero, la resistencia a compresión axial de pilas y resistencia a compresión diagonal de los muretes se desarrollaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “M. en I. Carlos Esparza Díaz” de la Universidad Nacional de Cajamarca en el 2024.

Para la elaboración del mortero se utilizó cemento Portland tipo I y agregado de la cantera el Gavilán, con una proporción en volumen de 1:5 (cemento: arena).

Los especímenes fueron elaborados con junta de mortero de 13 mm y ladrillos de arcilla artesanal cocida de la fábrica Romero, C.P. El Cerrillo, distrito de Baños del Inca.

Se realizaron 4 grupos, cada grupo estuvo conformado por 4 muretes y 4 pilas. El primer grupo no fue curado, el segundo grupo se curó una vez al día, el tercer grupo se curó dos veces al día y el cuarto grupo se curó tres veces al día.

La investigación se elaboró con la NTP 399.605 y la NTP 399.621 que rigen los procedimientos para determinar la resistencia a compresión axial de pilas y resistencia a compresión diagonal de muretes.

## **1.4 Limitación**

La limitación que tuvo la presente investigación, fue la falta de estudios realizados sobre el tema, por lo que se recurrió a completar con estudios relacionados como por ejemplo el curado interno del concreto al sustituir agregado grueso por trozos de ladrillos de arcilla, con respecto a la metodología se tuvo el número de veces que se curó en un día, debido a que tuvimos 4 grupos de los cuales un grupo no fue curado, los otros 3 grupos estuvieron sometidos al curado 1 vez al día, 2 veces al día y 3 veces al día, los resultados podrán ser utilizados para muros de albañilería hechos con ladrillos artesanales de arcilla y materiales que tengan similares características.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Determinar la influencia del curado en la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes de albañilería con ladrillo artesanal en la ciudad de Cajamarca, 2024.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la resistencia a compresión axial de las pilas elaboradas con los ladrillos artesanales de arcilla cuando no se realiza el curado y cuando es realizado 1, 2 y 3 veces al día.
- Determinar la resistencia a compresión diagonal de los muretes elaborados con los ladrillos artesanales de arcilla cuando no se realiza el curado y cuando es realizado 1, 2 y 3 veces al día.

## **CAPITULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Patil, D. et al. (2025), en su artículo científico titulado: “Effect of Insufficient Curing on the Properties of CementSand Mortar under the Laboratory and Field Conditions”, evalúan el efecto de un curado insuficiente en el mortero, donde elaboran diversos grupos (sin curado, curados 3 días, curados 7 días, curados 14 días y curados 28 días), el curado se realizó por aspersión 2 veces al día. Concluyen que un curado insuficiente conlleva a una pérdida significativa de la resistencia e indican que, si se desea producir un mortero de mejor calidad usando buenos materiales, pero no le damos importancia a la duración y frecuencia del curado, todos los esfuerzos invertidos en la fabricación de un mejor producto serán en vano.

Zambrano L. et al. (2021), en su investigación: “Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón”, realizada en la Universidad Técnica de Manabí - Ecuador, plantea tres tipos de curados, curado con hidratación continua (son rociados con agua tres veces al día), curado con cubiertas húmedas (los especímenes son envueltos completamente en tejido de yute y fueron rociados con agua 3 veces al día) y curados en láminas de polietileno (los especímenes fueron revestidos con láminas de polietileno negras para que mantengan la humedad que existe en el hormigón ya que no se les proporcionara más hidratación externa), fueron ensayados a la edad de 28 días, el curado con hidratación continua alcanzó una resistencia a la compresión de 22.31 MPa, el curado con cubierta húmeda consiguió una resistencia a la compresión de 22.92 MPa y el curado en láminas de polietileno obtuvo una resistencia a la compresión de 21.81 MPa.

Amín Z. & Ordoñez J. (2021), en su investigación: “Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión”, realizada en la Universidad de la Costa – Colombia, emplea en su investigación 8 técnicas de curado, nos enfocaremos en tres técnicas, inundado en agua de grifo (T1), rociado manual con agua 2 veces al día (T7) y sin curado (T8), y son ensayados a los 28 días, cuando los especímenes son inundados obtienen una resistencia a compresión de 4670.2 PSI, cuando los especímenes son curados dos veces al día alcanzan una resistencia a compresión de 4032.1 PSI y cuando no son sometidos a ningún tipo de curado logran una resistencia a compresión de 4003.0 PSI.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Espinoza K. (2019), en su investigación: “Evaluación del curado interno del concreto, empleando material cerámico en la mezcla del concreto”, realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, lleva a cabo 2 tratamientos de curado a los especímenes (curado sumergido en agua y curado interno), para el curado interno sustituye agregado grueso por ladrillo cerámico triturado en 10%, 20% y 30%, y los cura rociando agua dos veces al día (una vez en la mañana y otra en la tarde) por 7 días, a los 28 días los especímenes que fueron sumergidos para el proceso de curado alcanzaron una resistencia a compresión de 259.62 kg/cm<sup>2</sup>, los especímenes con sustitución de 10% lograron una resistencia a compresión de 261.70 kg/cm<sup>2</sup>, los especímenes con sustitución de 20% obtuvieron una resistencia a compresión de 268.95 kg/cm<sup>2</sup> y los especímenes con sustitución de 30% consiguieron una resistencia a compresión de 280.42 kg/cm<sup>2</sup>.

Ramírez M. (2018), en su investigación: “Influencia del tiempo de exposición al agua en la resistencia a la compresión ( $f'_{m}$ ) de prismas de albañilería fabricados con ladrillos artesanales e industriales de arcilla en la ciudad de Arequipa”, realizada en la Universidad Católica de Santa María, obtiene que la resistencia a compresión de prisma

$f'm$  aumenta en los primeros 7 días de exposición al agua, sin embargo, a los 14 días de exposición la resistencia a compresión de los prismas baja su resistencia notablemente.

Cuellar J. & Sequeiros W. (2017), en su investigación: “Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo ip en la ciudad de Abancay – Apurímac”, realizada en la Universidad Tecnológica de los Andes, obtienen una resistencia a compresión de 387.93 kg/cm<sup>2</sup> cuando las muestras están totalmente sumergidas, 357.33 kg/cm<sup>2</sup> cuando las muestras son curadas y 321.39 kg/cm<sup>2</sup> cuando las muestras son sometidas a la intemperie sin ningún tipo de curado. En la investigación nos indican que el clima de Abancay es templado y moderadamente lluvioso.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Santa Cruz J. (2019), en su investigación: “Método de curado interno de elementos de concreto usando agregados en su condición de saturados con humedad superficial para alcanzar su resistencia a compresión de diseño - Cajamarca”, realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, hace especímenes con agregado saturado y agregado en condiciones normales y a la vez introduce 3 condiciones de curados (sin curado, curado por aspersión y curado por inmersión), obteniendo mayor resistencia en los especímenes que fueron sumergidos, seguidos por los especímenes curados por aspersión y finalmente los especímenes que no fueron curados.

López J. (2017), en su investigación: “Estudio experimental del curado interno de un concreto con adiciones de arcilla coccionada en reemplazo del agregado grueso”, realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, plantea 3 tipos de curado a los especímenes (curado interno, curado por inmersión y curado con membrana), el curado interno lo realiza sustituyendo agregado grueso por ladrillo King Kong triturado en 5%, 10% y 20%, alcanzando una resistencia a compresión a los 28 días de 276.01 kg/cm<sup>2</sup> para

los especímenes que fueron curados por inmersión,  $230.54 \text{ kg/cm}^2$  los especímenes con sustitución de 5%,  $245.40 \text{ kg/cm}^2$  los especímenes con sustitución de 10% y  $259.69 \text{ kg/cm}^2$  los especímenes con sustitución de 20%.

Tejada L. (2016), en su investigación: “Efectividad del curado interno del concreto mediante la saturación del agregado grueso en comparación a otros tipos de curado”, realizada en la Universidad Nacional de Cajamarca, hace 4 tipos de curados (curado rociado con agua, curado por rociado de líquido formador de membrana y curado sumergido en agua), obtiene de los ensayos realizados que los especímenes sumergidos alcanzan una resistencia a compresión de  $192.51 \text{ kg/cm}^2$  y los especímenes rociados con agua una resistencia de  $160.66 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 7 días, para la edad de 28 días los especímenes sumergidos alcanzan una resistencia a compresión de  $246.88 \text{ kg/cm}^2$  y los especímenes rociados con agua obtienen una resistencia de  $216.16 \text{ kg/cm}^2$ , y a los 90 días los especímenes sumergidos alcanzan una resistencia a compresión de  $301.55 \text{ kg/cm}^2$  y los especímenes rociados con agua obtienen una resistencia de  $282.70 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.2 Bases Teóricas

### 2.2.1 Curado

Según el ACI 308R, es el proceso por el cual el concreto elaborado con cemento hidráulico madura y endurece con el tiempo, como resultado de la hidratación continua del cemento en presencia de suficiente cantidad de agua y de calor.

### 2.2.2 Mortero

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades, corrigiendo las irregularidades geométricas de altura que estas tienen, así como sellar las juntas contra la penetración del aire y de la humedad. Cuando el muro de albañilería es portante de carga vertical, el mortero cumple además una función resistente, por lo que conviene que las resistencias de las unidades y el mortero sean parecidas, el mortero

generalmente está compuesto por cemento portland tipo I o puzolánico IP, arena gruesa y agua (San Bartolomé et al., 2018)

### **2.2.3 Componentes del mortero**

Según San Bartolomé et al. (2018), el mortero está compuesto de la siguiente manera:

- CEMENTO: Se usa cemento Portland tipo I; en ocasiones cuando exista presencia de sulfatos se usará el cemento Portland tipo II.
- ARENA GRUESA: Se recomienda arena gruesa con partículas redondas, la granulometría deberá estar conformada por partículas de diferentes tamaños, para que sean capaces de llenar los espacios vacíos con el material cementante, formando así un mortero resistente a la intemperie y denso.
- AGUA: Se debe evitar el uso de agua de mar porque produce eflorescencia en el mortero debido a las sales que contiene y ocasiona corrosión en el refuerzo en caso que lleve. El agua debe ser potable, sin materia orgánica y sustancias como aceites y ácidos.

### **2.2.4 Albañilería o mampostería**

La albañilería se define como unidades trabadas entre sí o adheridas con algún material, el material usado habitualmente es el barro o el cemento. Las unidades pueden ser elaboradas por el hombre como los adobes, tapias, ladrillos y bloques o extraídas de la naturaleza directamente como las piedras (San Bartolomé et al., 2018).

### **2.2.5 Ladrillo**

Los ladrillos tienen forma octaedrítica, y las dimensiones varían usualmente: largo de 23 a 29 cm, ancho de 11 a 14 cm, altura de 6 a 9 cm y tienen un peso de 3 a 6 kg. Se usan en las construcciones de albañilería confinada y son fabricados de manera artesanal o industrial. (San Bartolomé et al., 2018)

La unidad de albañilería se denomina ladrillo o bloques. Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones particularmente el ancho y el peso que lo hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado. El ladrillo tradicional es una pieza pequeña que usualmente no tiene un ancho mayor de 10 a 12 cm, y cuyo peso no excede los cuatro kilos. (Gallegos H. y Casabone C., 2005)

#### **2.2.6 Ladrillos de arcilla**

También denominados ladrillos cerámicos, son elaborados con arcilla compuesta de sílice y alúmina con cantidades variables de óxidos metálicos. Las arcillas suelen ser clasificadas por su composición básica en calcáreas y no calcáreas. Las calcáreas contiene aproximadamente 15% de carbonato de calcio y generan un ladrillo de color amarillento. Las no calcáreas contienen silicato de alúmina con óxido de hierro de 2 a 10% y feldespato, generan un ladrillo de color rojo o salmón, el color dependerá del contenido de óxido de hierro. Para fabricar ladrillos es mejor usar las arcillas impuras que contienen 33% de arena y limo, debido a que se reducen las contracciones y agrietamientos cuando son secados y quemados (Gallegos H. y Casabone C., 2005)

Son clasificados como calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen 15% de carbonato de calcio, que genera unidades de color amarillento; en la segunda predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que genera un tono rojo. Las mejores arcillas contienen arena y limo; es necesario que contenga arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla, que podría generar fisuras en el ladrillo (San Bartolomé et al., 2018).

## **2.2.7 Ensayos de las unidades de ladrillo**

La Norma de albañilería E.070 establece el procedimiento para el muestreo y ensayos a los que serán sometidos las unidades de albañilería de concreto:

- **MUESTREO:** Para determinar la resistencia a la compresión y absorción, se seleccionarán 10 unidades de cada lote de 1 000 000 o menos ladrillos; Para lotes mayores se usarán cinco especímenes adicionales, por cada 500 000 unidades. Se puede tomar mayor número de unidades a criterio del comprador, según lo indica la Norma NTP 399.613:2017.
- **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:** Se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en la Norma NTP 339.613. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.
- **VARIACIÓN DIMENSIONAL:** Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.
- **ALABEO:** Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613.
- **ABSORCIÓN:** Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en la Norma NTP 399.613.
- **SUCCIÓN:** Los ensayos de succión se harán de acuerdo a lo indicado en la Norma NTP 399.613.

### **2.2.8 Resistencia a compresión**

Es un indicador que nos ayuda a determinar la calidad de los elementos empleados, los que son ensayados bajo las mismas condiciones, a mayor resistencia se obtendrá una mayor densidad y una mejor durabilidad de los elementos (San Bartolomé et al., 2018).

### **2.2.9 Pilas**

Son unidades asentadas con mortero y se las ubica unas sobre otras, deben ser especímenes pequeños, para que su almacenamiento y transporte sea fácil, las pilas serán fabricadas con una altura mínima de dos unidades y su relación alto – espesor estará entre 1,3 y 5,0. En el ensayo a compresión la falla se genera en el bloque por agrietamiento vertical en sus caras (NTP 399.605:2018).

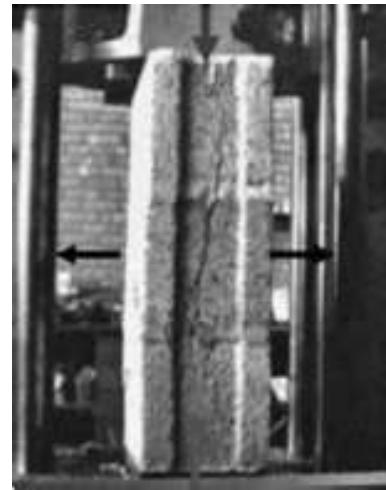
#### **2.2.9.1 Tipos de falla**

Según San Bartolomé et al. (2018), el comportamiento y el tipo de falla de las pilas sometidas a cargas axiales serán determinadas por la interacción entre la cara de asentado de la unidad y el mortero. Dado que las unidades y el mortero tienen distinta rigidez, cuando es aplicada una carga normal, el material con menor deformación (generalmente las unidades) limitara las deformaciones laterales del material que tiene mayor deformación (mortero). Esta restricción genera esfuerzos de compresión en sentido transversal dentro del mortero, lo cual provoca tracciones laterales en la unidad y la formación de las grietas verticales.

- Falla ideal: Se caracteriza por la aparición de una grieta vertical en la cara más pequeña (ancho), la cual atraviesa las unidades y el mortero (Figura 1), este tipo de falla se origina por la tracción generada debido a

la expansión lateral (efecto de Poisson), que se produce cuando la pila es sometida a cargas de compresión.

**Figura 1**  
*Falla ideal en pilas de albañilería*



- Falla por trituración: Son fallas frágiles y explosivas, se presenta principalmente en unidades huecas. Este tipo de falla en las pilas (Figura 2) suele manifestarse de manera súbita.

**Figura 2**  
*Falla por trituración en pilas de albañilería.*



- Falla por aplastamiento local: Esta falla es generada porque la carga provoca una deformación excesiva en una zona específica, provocando la rotura de la unidad (Figura 3).

**Figura 3**

*Falla por aplastamiento local en pilas de albañilería.*



- Falla por aplastamiento en una zona localizada de la pila o aplastamiento por pandeo de la pila: Se produce cuando actúan fuerzas distintas a la compresión pura, especialmente cuando intervienen componentes de flexión (pandeo). Es generada por imperfecciones en la construcción que se ven reflejadas en la geometría del espécimen, debido a la falta de paralelismo en las caras de asiento externas, o desalineación entre el eje de carga y el eje longitudinal de la pila, la falla de aplastamiento por pandeo se muestra en la Figura 4.

**Figura 4**  
*Falla por aplastamiento por pandeo en pilas de albañilería.*



#### **2.2.9.2 Resistencia característica a compresión axial ( $f'm$ )**

La resistencia a compresión axial de la pila ( $f'm$ ) es determinada al dividir la carga máxima soportada antes de la ruptura entre al área bruta de la sección transversal, independientemente de que la unidad de albañilería sea es hueca o maciza. Este resultado será ajustado considerando la Tabla 10 de la norma E.070 denominada factor de corrección por esbeltez. Tras realizar el ensayo de compresión axial a las pilas, se calcula el promedio y la desviación estándar de la muestra. Con los datos obtenidos, y según la norma E.070, determinaremos la resistencia característica a compresión axial, la cual obtendremos al restar la desviación estándar al valor promedio de la muestra (San Bartolomé et al., 2018).

#### **2.2.10 Muretes**

Son unidades asentadas por hiladas con mortero de tal forma que las unidades se vayan cruzando en la hilada siguiente generando un amarre, los especímenes de los muretes son cuadrados con dimensiones mínimas de 600 mm x 600 mm, tendrán por lo menos dos unidades enteras de albañilería por hilada, por el espesor del tipo de muro que

está siendo ensayado. En el ensayo se le aplica una carga de compresión en una de sus diagonales (NTP 399.621:2018).

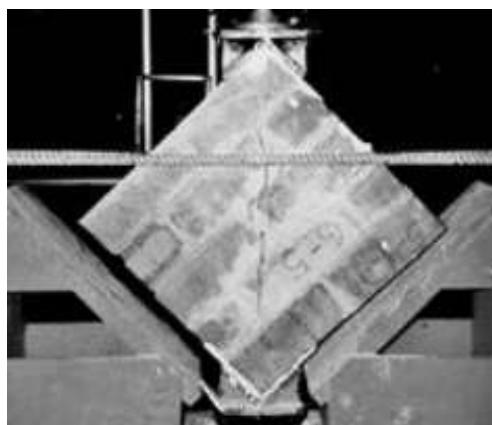
#### 2.2.10.1 Tipos de falla

Según San Bartolomé et al. (2018), la capacidad de resistencia de los muretes al corte puro y el tipo de falla están estrechamente relacionados con la adherencia alcanzada entre la unidad y el mortero. Asimismo, a partir de los resultados obtenidos en los muretes, es posible anticipar la resistencia frente a fuerzas cortantes y el modo de falla que presentaran los muros a escala natural.

- Falla por tracción diagonal: Se produce cuando la adherencia entre la unidad y el mortero es óptima, generando que la fractura atraviese tanto las unidades como el mortero (Figura 5), cuando se obtiene esta falla se logra maximizar la resistencia al corte del murete.

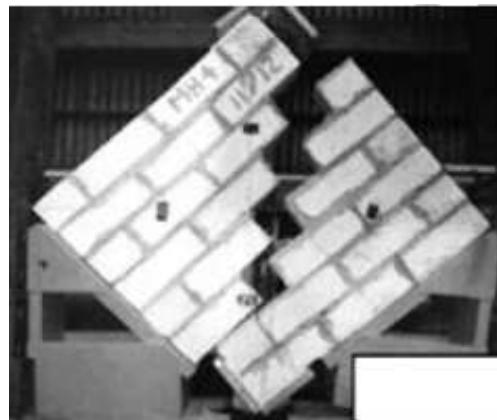
**Figura 5**

*Falla por tracción diagonal en muretes de albañilería.*



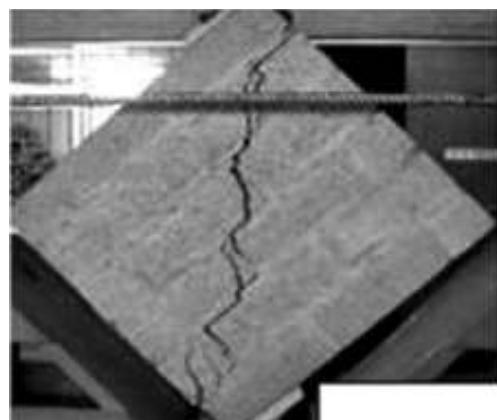
- Falla escalonada: Ocurre cuando la adherencia de la unidad y el mortero no es suficiente, provocando que la falla se desarrolle a lo largo de la junta de manera escalonada (Figura 6), sin atravesar las unidades.

**Figura 6**  
*Falla escalonada en muretes de albañilería.*



- Falla mixta: Se presenta cuando la adherencia es parcial, combinando tramos de falla escalonada y tramos donde la fractura atraviesa las unidades (Figura 7).

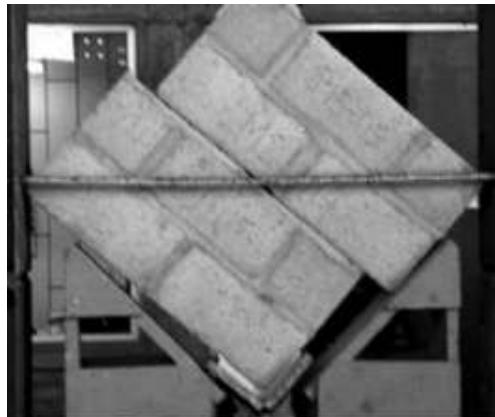
**Figura 7**  
*Falla mixta en muretes de albañilería.*



- Falla por deslizamiento: Aparece cuando la adherencia entre la unidad y el mortero en la junta horizontal es muy débil, la fractura se genera en la junta horizontal del murete entre la unidad y el mortero (Figura 8).

**Figura 8**

*Falla por deslizamiento en muretes de albañilería.*



- Falla por trituración local de la unidad: Se observa en la zona de contacto entre el murete y el cabezal angular del equipo de ensayo (Figura 9), especialmente cuando los ladrillos son huecos.

**Figura 9**

*Falla por trituración local en muretes de albañilería.*



#### **2.2.10.2 Resistencia característica a compresión diagonal ( $v'm$ )**

La resistencia a compresión diagonal de un murete ( $vm$ ), se calcula dividiendo la carga máxima registrada antes de la rotura entre el área bruta de la diagonal cargada. Esto es igual a dividir la carga diagonal proyectada en la dirección de las hiladas entre el área bruta de la hilada en los muretes que son cuadrados. Luego de realizar los ensayos de compresión diagonal de los muretes, se consigue el promedio y la desviación estándar de

la muestra, con los resultados y siguiendo las indicaciones de la norma E.070, determinaremos la resistencia característica a compresión diagonal, la cual será obtenida al restar la desviación estándar al valor promedio de la muestra (San Bartolomé et al., 2018).

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Curado:** Conjunto de acciones que permiten mantener la humedad y la temperatura adecuada en el concreto o mortero, asegurando la hidratación del cemento para el desarrollo óptimo de la resistencia y durabilidad (San Bartolomé et al., 2018).

**Pilas:** Son unidades asentadas con mortero y se las ubica unas sobre otras (NTP 399.605:2018).

**Muretes:** Son unidades asentadas por hiladas con mortero, sus dimensiones mínimas para que tenga un comportamiento representativo al real es de 600 mm x 600 mm (San Bartolomé et al., 2018).

**Resistencia a la compresión:** Resistencia que tienen el espécimen al ser sometido a una carga axial de compresión, se determina dividiendo la carga máxima obtenida en el ensayo de compresión uniaxial entre el área de la sección transversal del espécimen (NTP 339.034: 2021).

**Albañilería:** Material estructural compuesto por unidades albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas (Norma Técnica E.070 Albañilería, 2019).

## **CAPÍTULO III:**

### **PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **3.1 Hipótesis**

##### **3.1.1 Hipótesis general**

El curado de pilas y muretes de albañilería, tres veces al día influye incrementando 25% la resistencia a compresión axial de las pilas y 30% la resistencia a compresión diagonal de los muretes.

#### **3.2 Definición de variables**

##### **3.2.1 Variable independiente**

Curado de pilas y muretes.

##### **3.2.2 Variables dependientes**

Resistencia a la compresión axial de las pilas.

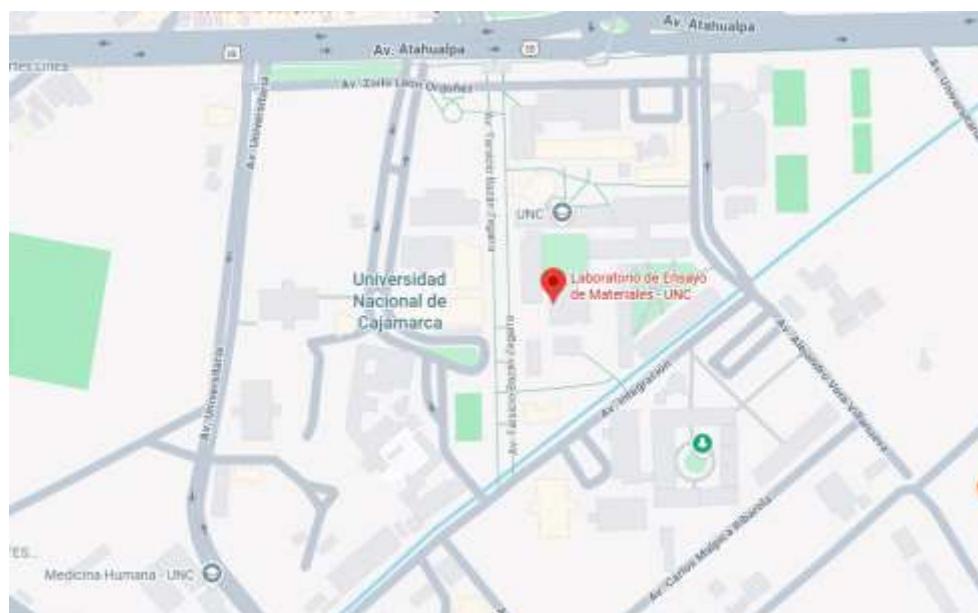
Resistencia a la compresión diagonal de los muretes.

## **CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO**

#### **4.1 Ubicación geográfica de la investigación**

La investigación se realizará en el Departamento, Provincia y Distrito de Cajamarca, en el laboratorio de ensayo de materiales “Carlos Esparza Díaz”, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca (coordenadas UTM son 776593.49 E, 9207023.86 N, zona 17 de acuerdo al DATUM WGS 84).

**Figura 10**  
*Ubicación del laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.*



Fuente: Google Maps.

## 4.2 Tipo de Investigación

Investigación aplicada porque se busca incrementar la resistencia a compresión de las pilas y muretes de albañilería mediante el curado y de esta forma tener un sustento para el número de veces que se debe de curar las edificaciones de albañilería.

#### **4.3 Métodos de la investigación**

##### **Método lógico**

Método hipotético deductivo, en la hipótesis se considera que la resistencia a compresión de las pilas y muretes depende del número de veces que serán curados al día para esto se están planteando 4 grupos de pilas y muretes el primer grupo no se curará, el segundo grupo se curará una vez al día, el tercer grupo dos veces al día y el cuarto grupo tres veces al día, se infiere que la resistencia a compresión de las pilas y muretes aumenta cuando el número de veces de curado al día es mayor.

##### **Método empírico**

Método experimental, mediante el experimento se manipuló el número de veces del curado, se trabajó un grupo sin curado y los otros grupos curados 1, 2 y 3 veces al día designando cada número de veces a cada uno de los grupos de muretes y pilas para determinar la relación que existe con la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes.

#### **4.4 Diseño de investigación**

Diseño experimental de corte transversal, experimental porque se manipuló la variable curado en pilas y muretes para analizar su efecto sobre las variables resistencia a compresión axial de las pilas y resistencia a compresión diagonal de los muretes. Y de corte transversal porque la investigación se realiza en el periodo de un año.

##### **Procedimiento:**

###### **A. Obtención de materiales:**

Se adquirió cemento Portland tipo I, ladrillos artesanales de arcilla cocida de la fábrica Romero y la arena de la cantera el Gavilán.

## B. Obtención de datos:

Ensayos generales:

- Variación dimensional (NTP 399.613)
  - Cada unidad fue medida en la parte central de cada cara, se realizó cuatro medidas en cada lado: ancho (A), alto (H) y longitud (L).
  - Se registró las medidas de la unidad con una aproximación de 1 mm y posteriormente se promedió las cuatro medidas correspondientes de cada cara.
  - Se calculó el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado con aproximación de 1 mm.
  - Se registró las medidas especificadas por el fabricante.

$$V (\%) = \frac{D_f - D_p}{D_f} \times 100$$

Donde:

V = Variación dimensional (%).

Df = Dimensión de fabricación (mm).

Dp = Dimensión promedio (mm).

- Alabeo (NTP 399.613)
  - Cuando la distorsión de la superficie fue cóncava se ubicó la varilla diagonalmente a lo largo de la superficie a medir, se escogió la distancia mayor que se encuentre desde la superficie del espécimen hasta la varilla de borde recto. Se utilizó la cuña para medir la distancia con una aproximación de 1 mm y se procedió a registrar la medida como distorsión cóncava de la superficie.
  - Cuando la distorsión de la superficie fue convexa se ubicó el espécimen con la superficie convexa sobre una superficie plana y con las esquinas a una distancia aproximadamente igual de la superficie. Se utilizó la cuña para medir la distancia con aproximación a 1 mm de cada una de las cuatro esquinas desde la superficie plana y se procedió a registrar el promedio de las medidas como distorsión convexa del espécimen.
  - Se anotaron todas las medidas de distorsión de cada uno de los especímenes ensayados con aproximación a 1 mm.
- Succión (NTP 399.613)
  - Se secó en el horno a una temperatura de 110 °C por 24 horas.
  - Se midió la superficie plana, el largo y el ancho porque las unidades fueron rectangulares.
  - Se ubicó sobre una superficie plana la bandeja y se procedió a nivelar la base para el ensayo, se ubicaron los soportes y con un nivel de burbuja se verificó que se encuentre nivelado.

- Sobre los soportes se puso el ladrillo de referencia que había sido previamente saturado y adicionamos agua hasta que el nivel se encuentre 3 mm por encima de los soportes.
- Se retiró el ladrillo de referencia y se ubicó el ladrillo para el ensayo, cuando el ladrillo hizo contacto con el agua se inició el cronómetro, al transcurrir 1 min, se extrajo el ladrillo, secamos con un paño húmedo el agua superficial y se procedió a registrar el peso.

$$X = \frac{200 \times W}{L \times B} \times 100$$

Donde:

X = Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm<sup>2</sup>.

W = Diferencia de pesos del espécimen, g.

L = Longitud del espécimen, cm.

B = Ancho del espécimen, cm.

- Absorción (NTP 399.613)

- Se sumergió el espécimen en agua por 24 horas.
- Se retiraron los especímenes del agua y se los ubicó sobre una malla de alambre grueso por 1 minuto para permitir el drenado.
- Con un paño húmedo se retiró el agua que se encuentra superficialmente visible, se pesó y registró como W<sub>s</sub> (peso saturado).
- Los ladrillos saturados fueron llevados a la estufa a una temperatura de 110 °C por 24 horas.

- Se pesó y registró el peso de los ladrillos hasta que dos pesadas sucesivas en un lapso de 2 horas muestren una perdida no mayor que 0.2% del peso ultimo anterior mente obtenido.
- Se registraron los pesos de los especímenes secados Wd (peso seco al horno).

$$Ab\% = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100$$

Donde:

Ab% = Absorción.

Ws = Peso saturado del espécimen, kg.

Wd = Peso seco al horno del espécimen, kg.

Ensayos especiales:

- Resistencia a la compresión (NTP 399.613)
  - Al llegar los especímenes al laboratorio se almacenaron por 48 horas, no se apilaron y estuvieron separados a 5 cm de cada uno de sus lados.
  - Cuando los especímenes se ensayaron estuvieron sin rastro de humedad visible o manchas de humedad.
  - Se midieron las caras de los ladrillos que estuvieron en contacto con las placas.
  - Se realizo el refrendado de los especímenes.
  - Se ubicó el espécimen de tal forma que las caras de mayor área estén en contacto con las placas.

- Se centró el espécimen en la máquina.
- Se registró la carga de compresión máxima.

$$A_g = L_g \times W_g$$

$$f_b = \frac{P_{máx}}{A_g}$$

Donde:

$A_g$  = Área bruta del espécimen, mm<sup>2</sup>.

$f_b$  = Esfuerzo a compresión del área bruta, MPa.

$P_{máx}$  = Carga de compresión máxima, N.

$L_g$  = Longitud promedio del espécimen, mm.

$W_g$  = Anchura promedio del espécimen, mm.

### C. Elaboración de pilas y muretes

- Se elaboraron las pilas y muretes con mortero 1:5 (cemento: arena) con junta de 13 mm, los especímenes estuvieron a la intemperie para mayor acercamiento a la realidad.
- Los ladrillos fueron humedecidos durante media hora, 12 horas antes del asentado.
- Las pilas fueron asentadas con mortero y estuvieron compuestas por 3 unidades.

- Los muretes se asentaron por hiladas con mortero, las hiladas tuvieron una distribución que generó que las unidades se crucen en la hilada siguiente. Los muretes fueron cuadrados con dimensiones de 61.2 cm x 61.2 cm.
- Se tuvieron 4 grupos de muretes y pilas cada grupo estuvo conformado por 4 ejemplares, el primer grupo no fue curado, el segundo grupo fue curado a las 8 horas, el tercer grupo se curó a las 8 y 17 horas, el cuarto grupo fue curado a las 8, 12:30 y 17 horas. Todos los especímenes fueron curados por 7 días, los muretes fueron regados por 5 minutos y las pilas fueron regadas por 1:30 minutos.
- Cuando culminaron los 28 días fueron ensayadas las pilas y los muretes.

#### **D. Prueba de pilas y muretes**

- Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión axial de pilas (NTP 399.605) y resistencia a compresión diagonal de muretes (NTP 399.621).

### **4.5 Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación**

#### **4.5.1 Población**

Todos los ladrillos, pilas y muretes elaborados para cada variación de curado.

#### **4.5.2 Muestra**

La muestra fue no probabilística por conveniencia, estuvo conformada por 25 ladrillos de arcilla, 16 pilas y 16 muretes, se usaron 4 pilas y 4 muretes para cada variación de curado. La norma indica que se deben realizar mínimos 3 especímenes para garantizar que la resistencia a compresión obtenida sea representativa.

**Tabla 1**  
*Muestra de la investigación.*

Ejemplares	Sin Curado	Curado al día			Sub total
		1 vez	2 veces	3 veces	
Ladrillos		25			25
Pilas	4	4	4	4	16
Muretes	4	4	4	4	16
Total de ejemplares	8	8	8	8	32

#### 4.5.3 Unidad de análisis

Influencia del curado en la resistencia a compresión de las pilas y muretes de albañilería.

#### 4.5.4 Unidad de observación

Pilas y muretes de albañilería para cada variación de curado.

### 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### A. Técnicas:

Técnica de observación directa: se observó los ensayos realizados en el laboratorio y se registró la información.

Técnica cuantitativa: debido a que los resultados fueron expresados en una cantidad numérica y mediante el estudio experimental, se validará o refutará la hipótesis, durante el experimento se controló el número de veces que fueron curados cada grupo para evaluar el efecto en la resistencia a compresión axial de las pilas y la resistencia a compresión diagonal de los muretes.

B. Instrumentos:

- Formatos para registrar datos de los ensayos de laboratorio.
- Prensa hidráulica para compresión.
- Marco de carga vertical.
- Nivel de ingeniero.
- Deformímetro.

**4.7 Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos**

A. Procesamiento de datos:

Se hizo la recopilación de los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados, los cuales tuvieron que ser procesados en tablas y graficas.

B. Técnica:

Se utilizó la estadística descriptiva para realizar el ordenamiento en tablas y procesamiento de los datos y la estadística inferencial para el análisis, explicación e interpretación de los resultados.

C. Instrumentos:

- Excel
- SPSS
- Word

#### **4.7.1 Equipo y materiales de la investigación**

Equipo:

- Balanza con precisión de 1g, capacidad de 30 kg.
- Deformímetro BAKER TYPE K08, numero de revoluciones 25, cada revolución equivale a 1mm.
- Estufa con termostato.
- Prensa hidráulica para compresión con capacidad de 200 Tn.
- Marco de carga vertical con capacidad de 20 Tn.
- Nivel de ingeniero.

Materiales:

- Cemento por portland tipo I.
- Arena gruesa.
- Ladrillos artesanales de arcilla.
- Agua.

## CAPÍTULO V:

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 5.1 Presentación de resultados

##### 5.1.1 Resultados de las propiedades de la arena gruesa

En la tabla 2 se presenta el resumen de las propiedades de la arena gruesa que se utilizó para la elaboración del mortero.

**Tabla 2**

*Propiedades de la arena gruesa que se utilizó para la elaboración del mortero.*

Propiedades	Resultados	Unidad
Contenido de humedad	1.63	%
Módulo de fineza	1.713	adimensional
Peso unitario seco compactado	1.83997	g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1.61693	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico (OD)	2.592	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico (SSD)	2.613	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.648	g/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.807	%

##### 5.1.2 Resultados de las propiedades del ladrillo artesanal

En la tabla 3 se presenta las propiedades del ladrillo de arcilla artesanal utilizado en la investigación.

**Tabla 3**

*Propiedades de los ladrillos de arcilla artesanales.*

Propiedades del ladrillo de arcilla artesanal	Resultados	Unidad	
Variación Dimensional	Lp Ap Hp	0.74 -0.37 1.64	%
Alabeo		0.90	mm
Peso		3110.40	g
Resistencia a la compresión		72.78	kg/cm <sup>2</sup>
Absorción		17.34	%
Succión		83.79	g/min/200 cm <sup>2</sup>

### 5.1.3 Resultado de la resistencia a compresión axial de las pilas

En la tabla 4 se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a compresión axial de las pilas del grupo que no fue curado y de los grupos que fueron curados 1, 2 y 3 veces al día.

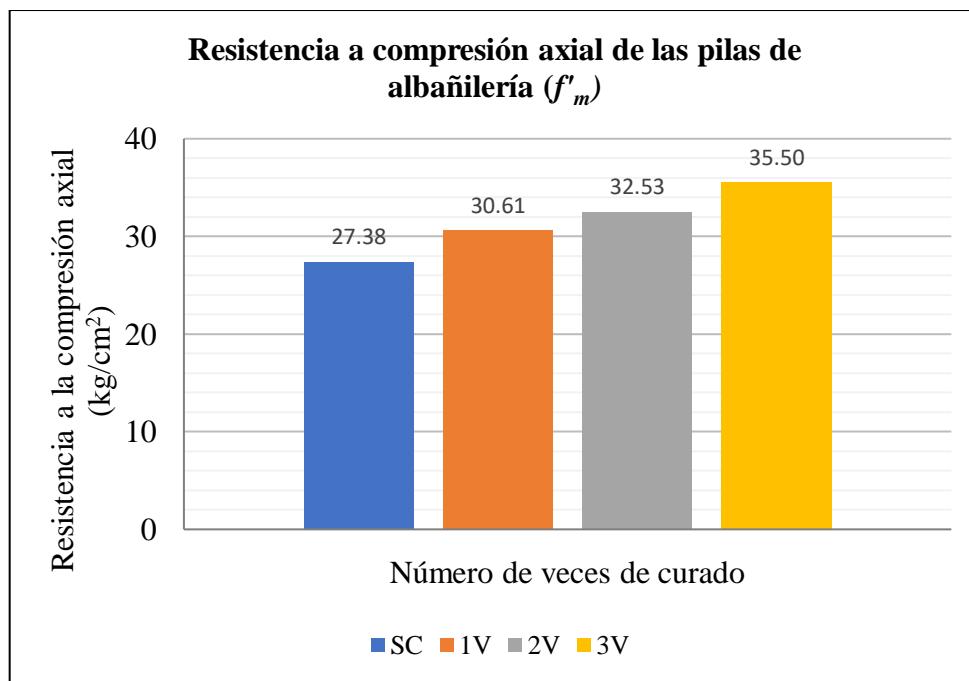
**Tabla 4**

*Resistencia a compresión axial característica de las pilas para cada variación de curado.*

Tipo	f'm	f'm
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
SC	27.38	2.69
1V	30.61	3.00
2V	32.53	3.19
3V	35.50	3.48

**Figura 11**

*Resistencia a compresión axial de las pilas con respecto al número de veces que fueron curadas.*



\*SC: Sin curado, 1V: Curado 1 vez al día, 2V: Curado 2 veces al día y 3V: Curado 3 veces al día.

### 5.1.4 Resultado de la resistencia a compresión diagonal de los muretes

En la tabla 5 se muestra los resultados obtenidos de la resistencia a compresión diagonal de los muretes del grupo que no fue curado y de los grupos que fueron curados 1, 2 y 3 veces al día.

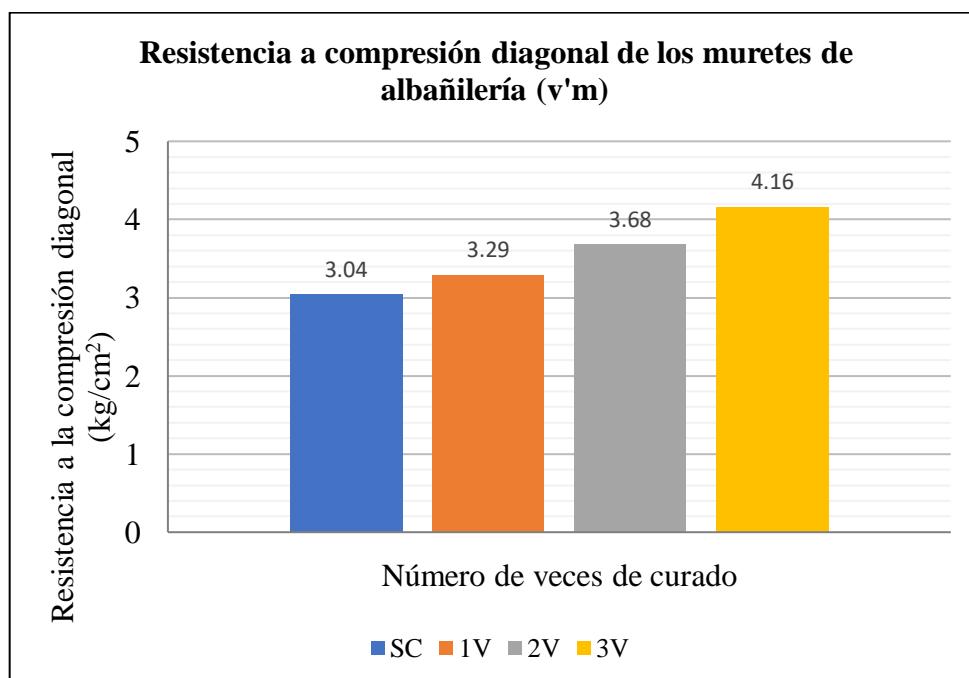
**Tabla 5**

*Resistencia a compresión diagonal característica de los muretes para cada variación de curado.*

Tipo	v'm	v'm
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
SC	3.04	0.30
1V	3.29	0.32
2V	3.68	0.36
3V	4.16	0.41

**Figura 12**

*Resistencia a compresión diagonal de los muretes con respecto al número de veces que fueron curados.*



\*SC: Sin curado, 1V: Curado 1 vez al día, 2V: Curado 2 veces al día y 3V: Curado 3 veces al día.

## **5.2 Análisis, interpretación y discusión de resultados**

Según la tabla 2, los valores de las propiedades de la arena gruesa para la elaboración del mortero, cumplen con los requisitos de la norma E.070, teniendo un módulo de fineza de 1.713, encontrándose entre el 1.6 y 2.5 que indican la norma, al tener el contenido de humedad mayor a la absorción, el agregado proporciona agua a la mezcla.

Se observa en la tabla 3, que los valores de la variación dimensional de los ladrillos artesanales de arcilla tienen una variación de 0.74% y la norma indica que para una longitud mayor de 150 mm puede tener una variación menor de 4%, todos los ladrillos con respecto al alabeo tuvieron una variación menor a 2 mm, la resistencia a compresión fue de 72.78 kg/cm<sup>2</sup> logrando una resistencia mayor a 70 kg/cm<sup>2</sup> clasificándose como un ladrillo clase II, los ladrillos obtuvieron una absorción de 17.34% por lo tanto están dentro del parámetro establecido por la norma la cual indica que los ladrillos de arcilla deberán tener una absorción menor de 22% .

Como se puede apreciar en la tabla 4, las pilas que tuvieron mayor resistencia a la compresión axial fueron las curadas por 3 veces al día con un valor promedio de 35.50 kg/cm<sup>2</sup>. Las pilas curadas dos veces al día obtuvieron un valor promedio de 32.53 kg/cm<sup>2</sup>, seguida por las pilas curadas una vez al día con una resistencia de 30.61 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente las pilas que no fueron curadas con una resistencia de 27.38 kg/cm<sup>2</sup>.

Conforme a la tabla 5, los muretes que tuvieron mayor resistencia a la compresión diagonal fueron los curados tres veces al día con un valor promedio de 4.16 kg/cm<sup>2</sup>. Los muretes curados dos veces al día obtuvieron un valor promedio de 3.68 kg/cm<sup>2</sup>, seguido por los muretes curados una vez al día con una resistencia de 3.29 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente los muretes que no fueron curadas con una resistencia de 3.04 kg/cm<sup>2</sup>.

En la investigación realizada por Cuellar J. & Sequeiros W., en el 2017 obtiene que los especímenes que no fueron curados y estuvieron sometidos a la intemperie lograron una resistencia a la compresión de  $321.39 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las muestras que fueron curadas lograron una resistencia de  $357.33 \text{ kg/cm}^2$ , esto nos indica que cuando se curan los especímenes la resistencia a compresión incrementa en un 11.18%, Santa Cruz J. en el 2019 obtiene que los especímenes que fueron curados lograron una resistencia superior de 29.47% con respecto a los especímenes que no fueron curados, lo mismo sucede en la presente investigación donde se obtuvo mejores resultados con los especímenes que fueron curados, las pilas que fueron curadas 3 veces al día lograron una resistencia a compresión axial de 29.66% mayor a las pilas que no fueron curadas del mismo modo los muretes lograron una resistencia a compresión diagonal de 36.84% mayor a los muretes que no fueron curados. Con estos resultados observamos la importancia que tiene realizar el curado en la albañilería.

## 5.3 Contrastación de hipótesis

### 5.3.1 Resistencia a compresión axial de las pilas

#### 5.3.1.1 Prueba de Normalidad

##### a) Formulación de hipótesis

$H_0$ : Los datos tienen una distribución normal.

$H_1$ : los datos no tienen una distribución normal

##### b) Nivel de significancia

Significancia ( $\alpha$ ): 0.05

##### c) Estadístico de prueba

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
SC	0.891	4	0.387
1V	0.954	4	0.742
2V	0.900	4	0.429
3V	0.864	4	0.429

a. Corrección de significación de Lilliefors

Entonces comprobamos el nivel de significancia como  $P > \alpha$ , No rechazamos la hipótesis nula, por lo tanto, los datos tienen una distribución normal.

#### 5.3.1.2 Prueba ANOVA de un factor

##### a) Formulación de hipótesis

Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ , variables con promedios iguales.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ , variables con promedios diferentes.

##### b) Nivel de significancia

Significancia ( $\alpha$ ): 0.05

c) Análisis de varianza de un factor

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SC	4	115.262	28.816	2.051
1V	4	128.143	32.036	2.034
2V	4	138.380	34.595	4.269
3V	4	148.031	37.008	2.261

d) ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	147.978	3	49.326	18.587	8.330E-05	3.490
Dentro de los grupos	31.845	12	2.654			
Total	179.822	15				

Se observa que el valor de la significancia ( $0.0000832971 < 0.05$ ), Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), significa que existe diferencia entre los promedios de las variables.

### 5.3.2 Resistencia a compresión diagonal de los muretes

#### 5.3.2.1 Prueba de Normalidad

a) Formulación de hipótesis

$H_0$ : Los datos tiene una distribución normal.

$H_1$ : los datos no tienen una distribución normal

b) Nivel de significancia

Significancia ( $\alpha$ ): 0.05

**c) Estadístico de prueba**

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
SC	0.893	4	0.395
1V	0.958	4	0.763
2V	0.983	4	0.918
3V	0.958	4	0.769

a. Corrección de significación de Lilliefors

Entonces comprobamos el nivel de significancia como  $P > \alpha$ , No rechazamos la hipótesis nula, por lo tanto, los datos tienen una distribución normal.

**5.3.2.2 Prueba ANOVA de un factor**

**a) Formulación de hipótesis**

Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$ , variables con promedios iguales.

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$ , variables con promedios diferentes.

**b) Nivel de significancia**

Significancia ( $\alpha$ ): 0.05

**c) Análisis de varianza de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
SC	4	12.517	3.129	0.009
1V	4	13.855	3.464	0.028
2V	4	15.230	3.808	0.017
3V	4	17.132	4.283	0.015

#### d) ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2.919	3	0.973	56.512	2.376E-07	3.490
Dentro de los grupos	0.207	12	0.017			
Total	3.125	15				

Se observa que el valor de la significancia ( $0.000000237635 < 0.05$ ), Se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), significa que existe diferencia entre los promedios de las variables.

## CAPÍTULO VI:

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, concluimos que el curado influye positivamente al incrementar 29.66% la resistencia a compresión axial en las pilas y 36.84% la resistencia a compresión diagonal de los muretes cuando son curados 3 veces al día, por esta razón es importante realizar el curado en las construcciones para obtener edificaciones de albañilería capaces de soportar mayores esfuerzos.

La resistencia característica a compresión axial obtuvo los siguientes valores: 27.38 kg/cm<sup>2</sup> para las pilas que no fueron curadas, 30.61 kg/cm<sup>2</sup> para las pilas curadas 1 vez al día, 32.53 kg/cm<sup>2</sup> para las pilas curadas 2 veces al día y 35.50 kg/cm<sup>2</sup> para las pilas curadas 3 veces al día, las pilas que fueron curadas tuvieron una resistencia a compresión axial mayor a las pilas que no fueron curadas en 11.80%, 18.81% y 29.66% respectivamente para los grupos que fueron curados 1 vez, 2 veces y 3 veces al día.

La resistencia característica a compresión diagonal presentó los siguientes valores: 3.04 kg/cm<sup>2</sup> para los muretes que no fueron curados, 3.29 kg/cm<sup>2</sup> para los muretes curados 1 vez al día, 3.68 kg/cm<sup>2</sup> para los muretes curados 2 veces al día fue de y 4.16 kg/cm<sup>2</sup> para los muretes curados 3 veces al día, los muretes que fueron curados lograron una resistencia a compresión diagonal mayor a los muretes que no fueron curados en 8.22%, 21.05% y 36.84% respectivamente para los grupos que fueron curados 1 vez, 2 veces y 3 veces al día.

## **6.2 RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS**

Curar por lo menos 3 veces al día las edificaciones de albañilería para lograr un incremento del 36.84% en la resistencia a compresión diagonal de los muretes, según indican los resultados obtenidos por la presente investigación.

Determinar cómo varia la adherencia entre el mortero y los ladrillos de arcilla artesanales cuando son expuestos a diferentes tiempos de curado, debido a que las unidades de arcilla al ser expuestas al agua tienen una deformación mayor a la del mortero.

Realizar investigaciones donde se analice la influencia del agua en la resistencia a compresión del ladrillo para determinar la cantidad máxima de exposición que puede soportar la unidad sin perder consistencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

- Amín Jiménez, Z. L., & Ordoñez Deart, J. D. (2021). *Análisis de la influencia de las técnicas empleadas para el curado de cilindros de concreto hidráulico sobre la resistencia a la compresión*. Universidad de la costa, Barranquilla, Colombia.
- Comité Técnico de Normalización. (2015). Norma Técnica Peruana. *NTP 399.621:2004 (revisada el 2015) UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*. INACAL, Lima, Perú.
- Comité Técnico de Normalización. (2018). Norma Técnica Peruana. *NTP 399.605:2018 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*. INACAL, Lima, Perú.
- Cuellar Loaiza, J. C., & Sequeiros Arone, W. (2017). *Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo ip en la ciudad de Abancay – Apurímac*. Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú.
- Espinoza Romero, K. M. (2019). *Evaluación del curado interno del concreto, empleando material cerámico en la mezcla del concreto*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, Perú.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural* (3ra ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- López Mego, J. (2017). *Estudio experimental del curado interno de un concreto con adiciones de arcilla cocionada en reemplazo del agregado grueso*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones. *Norma E.070 Albañilería*. Lima, Perú.
- Nahata, Y., Kholia, N., & Tank, T. G. (2014). Effect of Curing Methods on Efficiency of Curing of Cement Mortar (Efecto de los métodos de curado sobre la eficiencia del curado del mortero de cemento). *ELSEVIER*.

Patil, D., Mujawar, P., Khan, A., Hobale, D., & Khan, H. (2025). Effect of Insufficient Curing on the Properties of CementSand Mortar under the Laboratory and Field Conditions (Efecto del curado insuficiente sobre las propiedades del mortero de cemento y arena en condiciones de laboratorio y de campo). *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*.

Ramírez Huamán, M. I. (2018). *Influencia del tiempo de exposición al agua en la resistencia a la compresión ( $f'm$ ) de prismas de albañilería fabricados con ladrillos artesanales e industriales de arcilla en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

Rondón Rodríguez, P. A. (2018). *Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.

San Bartolomé Ramos, Á., Quiun Wong, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería* (2da ed.). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Santa Cruz Cáceres, J. C. (2019). *Método de curado interno de elementos de concreto usando agregados en su condición de saturados con humedad superficial para alcanzar su resistencia a compresión de diseño - Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Tejada Arias, L. M. (2016). *Efectividad del curado interno del concreto mediante la saturación del agregado grueso en comparación a otros tipos de curado*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Zambrano Navarrete, L. D., Alava Santos, R. J., Ruíz Párraga, W. E., & Menéndez Menéndez, E. A. (2021). Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. *Revista Gaceta Técnica*.

## ANEXOS

### Anexo A: Constancia de laboratorio.



Universidad Nacional de Cajamarca  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
*Laboratorio de Ensayo de Materiales*



El jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:

#### CONSTANCIA

A nombre del Ing. MARÍN VIGO, JOHANNES Exalumno, de la Escuela de Posgrado – Maestría en Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Con la cual se da constancia que se han realizado las siguientes actividades:

ITEM	DETALLE
01	Ensayo contenido de humedad.
02	Ensayo análisis granulométrico de agregado fino
03	Ensayo de peso unitario suelto y compactado en agregado fino
04	Peso específico y absorción en agregado fino
05	Ensayo de absorción en unidades de albañilería
06	Ensayo de succión en unidades de albañilería
07	Ensayo de alabeo en unidades de albañilería
08	Ensayo de variación dimensional en unidades de albañilería
09	Ensayo a compresión axial en unidades de albañilería
10	Ensayo a compresión axial en pilas-de albañilería
11	Ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería

Para la Tesis Titulada: "INFLUENCIA DEL CURADO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS PILAS Y MURETES DE ALBAÑILERÍA EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, 2024". Las actividades se desarrollaron del 19 de setiembre al 20 de diciembre de 2024.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 26 de junio de 2025.

Atentamente:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
PREFECTURA DE CAJAMARCA  
Ing. Plinio Espinoza Vargas  
Jefe del Laboratorio de Materiales

C.C. #: \_\_\_\_\_  
Archivo

**Anexo B: Ensayo de las propiedades físico mecánicas de arena gruesa.**

- **Contenido de humedad de la arena gruesa, NTP 399.185:2013 (revisada el 2018).**

**Tabla 6**

*Contenido de humedad de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Ensayo		
		N° 1	N° 2	N° 3
Peso de la tara	g	46	57	56
Peso de la muestra humedad más la tara	g	546	557	556
Peso de la muestra seca más la tara	g	538	550	547
Peso del agua	g	8	7	9
Peso de la muestra seca	g	492	493	491
Contenido de humedad	%	1.63	1.42	1.83
PROMEDIO	%		1.63	

- **Granulometría de la arena gruesa. NTP 400.012:2013 (revisada el 2018).**

**Tabla 7**

*Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 1.*

N°	Malla abertura (mm)	PRP (g)	%		
			RP	RA	que pasó
N° 4	4.750	2	0.67	0.67	99.33
N° 8	2.360	26	8.67	9.33	90.67
N° 16	1.180	34	11.33	20.67	79.33
N° 30	0.600	22	7.33	28.00	72.00
N° 50	0.300	36	12.00	40.00	60.00
N° 100	0.150	78	26.00	66.00	34.00
N° 200	0.075	45	15.00	81.00	19.00
Cazoleta	57	19.00	100.00	0.00	
Total	300	100.00			
			Módulo de Fineza		1.647

**Tabla 8**  
*Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 2.*

Malla		PRP (g)	%RP	%RA	% que paso
N°	abertura (mm)				
N° 4	4.750	1	0.33	0.33	99.67
N° 8	2.360	28	9.33	9.67	90.33
N° 16	1.180	35	11.67	21.33	78.67
N° 30	0.600	23	7.67	29.00	71.00
N° 50	0.300	38	12.67	41.67	58.33
N° 100	0.150	78	26.00	67.67	32.33
N° 200	0.075	43	14.33	82.00	18.00
Cazoleta		54	18.00	100.00	0.00
Total		300	100.00		
Módulo de Fineza					1.697

**Tabla 9**  
*Granulometría de la arena gruesa, ensayo N° 3.*

Malla		PRP (g)	%RP	%RA	% que paso
N°	abertura (mm)				
N° 4	4.750	2	0.67	0.67	99.33
N° 8	2.360	30	10.00	10.67	89.33
N° 16	1.180	37	12.33	23.00	77.00
N° 30	0.600	23	7.67	30.67	69.33
N° 50	0.300	40	13.33	44.00	56.00
N° 100	0.150	80	26.67	70.67	29.33
N° 200	0.075	39	13.00	83.67	16.33
Cazoleta		49	16.33	100.00	0.00
Total		300	100.00		
Módulo de Fineza					1.797

- **Peso unitario de la arena gruesa, NTP 400.017:2011.**

**Tabla 10**  
*Peso específico del agua.*

Descripción	Unidad	Ensayo		
		N° 1	N° 2	N° 3
Peso de la fiola	g	176	176	176
Peso de la fiola más agua	g	673	673	673
peso del agua	g	497	497	497
Volumen del agua	cm <sup>3</sup>	500	500	500
Peso específico del agua	g/cm <sup>3</sup>	0.994	0.994	0.994
PROMEDIO	g/cm <sup>3</sup>		0.994	

**Tabla 11**  
*Calculo para la determinación del volumen del recipiente*

Descripción	Unidad	Ensayo		
		N° 1	N° 2	N° 3
Peso del recipiente más vidrio	g	4396	4396	4396
Peso del recipiente más agua más vidrio	g	7410	7407	7409
Peso del agua	g	3014	3011	3013
Peso específico del agua	g/cm <sup>3</sup>	0.994	0.994	0.994
Volumen del recipiente	cm <sup>3</sup>	3032.19	3029.18	3031.19
PROMEDIO	cm <sup>3</sup>		3030.85	

**Tabla 12**  
*Peso unitario seco compactado de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Ensayo		
		N° 1	N° 2	N° 3
Peso del recipiente	g	3868	3868	3868
Peso del recipiente más agregado	g	9434	9443	9457
Peso del agregado	g	5566	5575	5589
Volumen del recipiente	cm <sup>3</sup>	3030.85	3030.85	3030.85
Peso unitario seco compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.83645	1.83942	1.84404
PROMEDIO	g/cm <sup>3</sup>		1.83997	

**Tabla 13***Peso unitario suelto seco de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Ensayo		
		N° 1	N° 2	N° 3
Peso del recipiente	g	3868	3868	3868
Peso del recipiente más agregado	g	8740	8790	8776
Peso del agregado	g	4872	4922	4908
Volumen del recipiente	cm <sup>3</sup>	3030.85	3030.85	3030.85
Peso unitario suelto seco	g/cm <sup>3</sup>	1.60747	1.62397	1.61935
PROMEDIO	g/cm <sup>3</sup>	1.61693		

- **Peso específico y absorción de la arena gruesa, NTP 400.022:2013.**

**Tabla 14***Peso específico y absorción de la arena gruesa.*

Descripción	Unidad	Ensayo			Promedio
		N° 1	N° 2	N° 3	
Peso de la muestra secada al horno	g	495	497	496	-
Peso de la fiola más agua	g	673	673	673	-
Peso de la fiola más material más agua	g	981	982	982	-
Volumen de la fiola	cm <sup>3</sup>	500	500	500	-
Peso de la muestra saturada con superficie seca	g	500	500	500	-
Peso específico (OD)	g/cm <sup>3</sup>	2.578	2.602	2.597	2.592
Peso específico (SSD)	g/cm <sup>3</sup>	2.604	2.618	2.618	2.613
Peso específico aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.647	2.644	2.652	2.648
Absorción	%	1.010	0.604	0.806	0.807

## Anexo C: Diseño de mezcla del mortero.

**Tabla 15**

Diseño de mezcla del mortero.

MORTERO PARA PILAS Y MURETES				
DOSIFICACIÓN: 1:5				
Características	Arena	Cemento	Agua	
Contenido de humedad (%)	1.63	-	-	
Módulo de fineza	1.693	-	-	
Peso unitario seco compactado (g/cm <sup>3</sup> )	1.83997	-	-	
Peso unitario suelto seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.61693	-	-	
Peso específico (OD) (g/cm <sup>3</sup> )	2.592	3.10	0.996	
Peso específico (SSD) (g/cm <sup>3</sup> )	2.613	-	-	
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.648	-	-	
Absorción (%)	0.807	-	-	
Tamaño máximo nominal	-	-	-	
Relación Agua/Cemento	0.90			
Cálculo de pesos secos:		Rendimiento de mezcla:		
	Pie <sup>3</sup>	kg	kg	m <sup>3</sup>
Cemento	1	42.50	Cemento	42.50
Arena	5	228.93	Arena	228.93
			Agua	38.25
			Volumen de la pasta	0.140435
Determinamos el volumen sin aire atrapado ni polipropileno:				
Aire Incorporado (%)		1		
V (1 m <sup>3</sup> )		0.99		
Factor cemento (F.c.)		7.04952923		
Cálculo de la cantidad de materiales para 1 m <sup>3</sup> :				
Cemento (bolsa)=		7.05		
Arena (m <sup>3</sup> ) =		1.00		
Agua (litros) =		269.64		
Cantidad de material requerido para 0.2192 m <sup>3</sup> :				
		En volumen	En peso	
Cemento	1.5452909	bolsas	65.6748631 kg	
Arena	0.21878676	m <sup>3</sup>	353.76 kg	
Agua	59.11	litros	58.87 kg	
Cantidad de material corregido por humedad:				
Cemento	65.67	kg		
Arena	359.53	kg		
Agua	55.96	kg		

## Anexo D: Resistencia a compresión de los cubos del mortero.

**Tabla 16**

*Resistencia a compresión de los cubos del mortero sin curado.*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (KN)	Carga Ultima (kg)	Resistencia fc (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				
1M	50.03	48.78	49.43	24.40	18.15	1850.79	75.84
2M	50.68	48.36	49.47	24.51	18.28	1864.05	76.06
3M	50.4	49.15	48.85	24.77	17.86	1821.22	73.52
Promedio de la resistencia a compresión de los cubos de mortero (fc)							75.14
Desviación estándar ( $\sigma$ )							1.41
Resistencia característica a compresión de los cubos de mortero (f'c)							73.73
Coeficiente de variación (%)							1.87

**Tabla 17**

*Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado una vez al día.*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (KN)	Carga Ultima (kg)	Resistencia fc (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				
1M 1V	49.38	50.32	50.57	24.85	25.35	2584.99	104.03
2M 1V	51.11	50.4	51.24	25.76	26.82	2734.89	106.17
3M 1V	51.18	50.33	49.88	25.76	26.18	2669.63	103.64
Promedio de la resistencia a compresión de los cubos de mortero (fc)							104.61
Desviación estándar ( $\sigma$ )							1.36
Resistencia característica a compresión de los cubos de mortero (f'c)							103.25
Coeficiente de variación (%)							1.30

**Tabla 18***Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado dos veces al día.*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (KN)	Carga Ultima (kg)	Resistencia fc (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				
1M 2V	49.5	48.67	50.17	24.09	33.86	3452.77	143.32
2M 2V	49.01	49.75	50.46	24.38	33.04	3369.15	138.18
3M 2V	49.62	49.5	50.62	24.56	32.35	3298.79	134.31
Promedio de la resistencia a compresión de los cubos de mortero (fc)							138.60
Desviación estándar ( $\sigma$ )							4.52
Resistencia característica a compresión de los cubos de mortero (f'c)							134.08
Coeficiente de variación (%)							3.26

**Tabla 19***Resistencia a compresión de los cubos del mortero curado tres veces al día.*

Espécimen	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (KN)	Carga Ultima (kg)	Resistencia fc (kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				
1M 3V	49.67	49.99	49.91	24.83	39.60	4038.09	162.63
2M 3V	50.73	50.35	50.04	25.54	39.99	4077.86	159.65
3M 3V	49.51	49.62	50.48	24.57	40.17	4096.22	166.74
Promedio de la resistencia a compresión de los cubos de mortero (fc)							163.01
Desviación estándar ( $\sigma$ )							3.56
Resistencia característica a compresión de los cubos de mortero (f'c)							159.45
Coeficiente de variación (%)							2.18

**Anexo E: Propiedades del ladrillo de arcilla artesanal.**

- **Variación Dimensional**

**Tabla 20**

*Variación Dimensional de los ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Tipo	Largo (cm)					Ancho (cm)					Alto (cm)				
		L1	L2	L3	L4	Promedio	A1	A2	A3	A4	Promedio	H1	H2	H3	H4	Promedio
1	P	21.50	21.80	21.50	21.80	21.65	12.90	12.80	12.90	12.70	12.83	7.70	7.80	7.70	7.50	7.68
2	P	21.90	21.80	21.90	22.10	21.93	13.00	12.80	13.00	12.80	12.90	7.80	7.80	7.40	7.50	7.63
3	P	22.00	21.70	21.60	21.80	21.78	12.90	12.90	13.10	12.80	12.93	7.50	7.60	7.60	7.90	7.65
4	P	21.70	21.40	21.50	21.50	21.53	12.70	12.80	12.70	12.60	12.70	7.50	7.50	7.60	7.80	7.60
5	P	22.00	21.90	21.60	21.70	21.80	13.00	12.80	12.80	12.90	12.88	7.80	7.90	7.70	7.80	7.80
		Largo promedio (Lp)				21.74	Ancho promedio (Ap)				12.85	Alto promedio (Hp)				7.67
		Desviación estándar ( $\sigma$ )				0.15	Desviación estándar ( $\sigma$ )				0.09	Desviación estándar ( $\sigma$ )				0.08
		Largo fabricación (Lf)				21.90	Ancho fabricación (Af)				12.80	Alto fabricación (Hf)				7.80
		Var. dimensional (V%)				0.74	Var. dimensional (V%)				-0.37	Var. dimensional (V%)				1.64

- **Alabeo**

**Tabla 21**

*Alabeo de los ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Cara A		Cara B		Alabeo (mm)
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
1	0	1	0	1	1
2	0.5	0	0	0.5	0.5
3	1	0	0	0.5	1
4	1	0	0	1	1
5	1	0	0	0.5	1
Promedio del alabeo					0.90

- **Peso**

**Tabla 22**

*Pesos de ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Peso (g)
1	3140
2	3167
3	3194
4	3087
5	3219
Promedio del peso	3161.40
Desviación estándar ( $\sigma$ )	51.00
Peso (g)	3110.40
Coeficiente de variación (%)	1.61

- Resistencia a la compresión

**Tabla 23**

*Resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (kg)	Resistencia fb	
		Largo	Ancho	Altura			(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	P	21.65	12.83	7.68	277.77	21000	75.60	7.41
2	P	21.93	12.90	7.63	282.90	20500	72.46	7.11
3	P	21.78	12.93	7.65	281.62	21500	76.35	7.49
4	P	21.53	12.70	7.60	273.43	20500	74.97	7.35
5	P	21.80	12.88	7.80	280.78	23000	81.91	8.03
Promedio de la resistencia a compresión axial de las unidades de albañilería (fb)							76.26	7.48
Desviación estándar ( $\sigma$ )							3.48	0.34
Resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería (f'b)							72.78	7.14
Coeficiente de variación (%)							4.56	4.56

- Absorción

**Tabla 24**

*Absorción de los ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Tipo	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Absorción %
1	P	3159	3728	18.01
2	P	3149	3711	17.85
3	P	3226	3797	17.70
4	P	3020	3536	17.09
5	P	3153	3715	17.82
Promedio de absorción (PAbs)				17.69
Desviación estándar ( $\sigma$ )				0.36
Absorción (Abs)				17.34
Coeficiente de variación (%)				2.02

- **Succión**

**Tabla 25**

*Succión de los ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Tipo	Peso seco	Peso	Dimensiones (cm)		Área (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/min/200 cm <sup>2</sup> )
		(g)	sumergido (g)	Largo	Ancho		
1	P	3159	3304	22.00	13.20	290.40	99.86
2	P	3149	3273	21.90	13.00	284.70	87.11
3	P	3226	3348	22.30	13.20	294.36	82.89
4	P	3020	3161	21.70	12.60	273.42	103.14
5	P	3153	3280	21.90	13.00	284.70	89.22
Promedio de la succión (PS)							92.44
Desviación estándar ( $\sigma$ )							8.65
Succión (S)							83.79
Coeficiente de variación (%)							9.36

**Anexo F: Ensayo de compresión axial de pilas.**

**Tabla 26**

*Medidas de las pilas de ladrillos de arcilla artesanal.*

Espécimen	Tipo	Largo (cm)					Ancho (cm)					Alto (cm)				
		L1	L2	L3	L4	Promedio	A1	A2	A3	A4	Promedio	H1	H2	H3	H4	Promedio
1	SC	22.40	22.10	21.80	21.70	22.00	13.20	13.00	12.50	12.80	12.88	25.60	25.60	25.40	25.60	25.55
2	SC	22.00	22.10	21.60	21.60	21.83	13.10	13.10	12.60	12.60	12.85	25.50	25.60	25.50	25.80	25.60
3	SC	21.90	21.90	21.50	21.90	21.80	13.20	13.20	12.40	12.90	12.93	25.20	25.90	25.70	25.70	25.63
4	SC	21.90	22.00	21.70	21.60	21.80	12.80	12.70	12.80	12.80	12.78	25.50	25.90	25.60	25.70	25.68
1	1V	21.90	21.60	21.80	21.90	21.80	13.10	12.90	12.60	12.90	12.88	25.80	25.30	25.40	25.50	25.50
2	1V	21.60	21.80	21.70	21.90	21.75	13.20	12.90	12.70	12.70	12.88	25.60	25.40	25.80	25.50	25.58
3	1V	22.30	21.80	22.10	21.90	22.03	13.10	12.70	12.70	12.50	12.75	25.80	25.70	25.80	25.70	25.75
4	1V	21.60	22.00	21.90	21.70	21.80	12.80	12.80	12.80	12.80	12.80	25.70	25.50	25.40	25.40	25.50
1	2V	22.10	22.10	21.80	21.70	21.93	13.00	12.90	12.70	12.50	12.78	25.50	25.60	25.70	25.40	25.55
2	2V	21.70	22.00	21.70	21.50	21.73	12.90	12.70	12.50	12.60	12.68	25.80	25.80	25.70	25.80	25.78
3	2V	21.60	21.80	21.50	21.60	21.63	13.00	12.90	12.60	12.60	12.78	25.30	25.30	25.70	25.60	25.48
4	2V	21.70	21.70	21.70	22.00	21.78	13.10	12.70	12.70	12.80	12.83	25.10	25.50	25.40	25.40	25.35
1	3V	21.70	21.80	21.80	21.80	21.78	12.70	13.00	12.80	12.70	12.80	25.60	25.50	25.40	25.50	25.50
2	3V	21.60	21.90	21.90	22.10	21.88	13.00	13.10	12.90	12.70	12.93	26.00	25.80	25.50	25.60	25.73
3	3V	21.90	22.10	21.60	21.50	21.78	13.00	12.70	12.70	12.70	12.78	25.70	25.60	25.80	25.50	25.65
4	3V	21.80	21.90	21.60	21.80	21.78	13.00	13.00	12.70	12.60	12.83	25.10	25.70	25.80	25.70	25.58

- Resistencia a compresión axial de las pilas.

**Tabla 27**

*Resistencia a compresión axial de las pilas sin curado.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (kg)	Resistencia específica (fm) (kg/cm <sup>2</sup> )	hp/tp	Fc	Resistencia en compresión (fmt)	
		Largo	Ancho	Alto						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	SC	22.00	12.88	25.55	283.36	8500	30.00	1.98	0.995	29.86	2.93
2	SC	21.83	12.85	25.60	280.52	8000	28.52	1.99	0.998	28.46	2.79
3	SC	21.80	12.93	25.63	281.87	8500	30.16	1.98	0.995	30.01	2.94
4	SC	21.80	12.78	25.68	278.60	7500	26.92	2.01	1.001	26.94	2.64
Promedio de la resistencia a compresión axial de la albañilería (fm)									28.82	2.83	
Desviación estándar ( $\sigma$ )									1.43	0.14	
Resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'm)									27.38	2.69	
Coeficiente de variación (%)									4.97	4.97	

**Tabla 28***Resistencia a compresión axial de las pilas IV.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (kg)	Resistencia específica (fm) (kg/cm <sup>2</sup> )	hp/tp	Fc	Resistencia en compresión (fmt)	
		Largo	Ancho	Alto						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	1V	21.80	12.88	25.50	280.78	9000	32.05	1.98	0.994	31.87	3.13
2	1V	21.75	12.88	25.58	280.14	9000	32.13	1.99	0.996	32.00	3.14
3	1V	22.03	12.75	25.75	280.88	9500	33.82	2.02	1.002	33.88	3.32
4	1V	21.80	12.80	25.50	279.04	8500	30.46	1.99	0.998	30.39	2.98
Promedio de la resistencia a compresión axial de la albañilería (fm)										32.04	3.14
Desviación estándar ( $\sigma$ )										1.43	0.14
Resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'm)										30.61	3.00
Coeficiente de variación (%)										4.45	4.45

**Tabla 29***Resistencia a compresión axial de las pilas 2V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (kg)	Resistencia específica (fm) (kg/cm <sup>2</sup> )	hp/tp	Fc	Resistencia en compresión (fmt)	
		Largo	Ancho	Alto						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	2V	21.93	12.78	25.55	280.27	9500	33.90	2.00	1.000	33.89	3.32
2	2V	21.73	12.68	25.78	275.54	10000	36.29	2.03	1.003	36.39	3.57
3	2V	21.63	12.78	25.48	276.43	10000	36.18	1.99	0.998	36.11	3.54
4	2V	21.78	12.83	25.35	279.44	9000	32.21	1.98	0.993	31.99	3.14
Promedio de la resistencia a compresión axial de la albañilería (fm)									34.59	3.39	
Desviación estándar ( $\sigma$ )									2.07	0.20	
Resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'm)									32.53	3.19	
Coeficiente de variación (%)									5.97	5.97	

**Tabla 30***Resistencia a compresión axial de las pilas 3V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Ultima (kg)	Resistencia específica (fm) (kg/cm <sup>2</sup> )	hp/tp	Fc	Resistencia en compresión (fmt)	
		Largo	Ancho	Alto						(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	3V	21.78	12.80	25.50	278.78	10000	35.87	1.99	0.998	35.79	3.51
2	3V	21.88	12.93	25.73	282.91	11000	38.88	1.99	0.997	38.77	3.80
3	3V	21.78	12.78	25.65	278.35	10500	37.72	2.01	1.001	37.74	3.70
4	3V	21.78	12.83	25.58	279.44	10000	35.79	1.99	0.998	35.72	3.50
Promedio de la resistencia a compresión axial de la albañilería (fm)										37.01	3.63
Desviación estándar ( $\sigma$ )										1.50	0.15
Resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'm)										35.50	3.48
Coeficiente de variación (%)										4.06	4.06

- **Esfuerzo y deformación de las pilas.**

**Tabla 31**

*Esfuerzo y deformación pila N° 1 Sin Curado.*

Espécimen N°	1 SC	Largo (cm) =	22.00
Carga U. (kg) =	8500	Ancho (cm) =	12.88
Área (cm <sup>2</sup> ) =	283.36	Alto (cm) =	25.55
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.76	0.000000
1000	0.01	3.53	0.000039
1500	0.10	5.29	0.000391
2000	0.20	7.06	0.000783
2500	0.30	8.82	0.001174
3000	0.44	10.59	0.001722
3500	0.53	12.35	0.002074
4000	0.63	14.12	0.002466
4500	0.74	15.88	0.002896
5000	0.85	17.65	0.003327
5500	0.94	19.41	0.003679
6000	1.08	21.17	0.004227
6500	1.18	22.94	0.004618
7000	1.29	24.70	0.005049
7500	1.39	26.47	0.005440
8000	1.64	28.23	0.006419
8500	1.88	30.00	0.007358

**Tabla 32***Esfuerzo y deformación pila N° 2 Sin Curado.*

Espécimen N°	2 SC	Largo (cm) =	21.83
Carga U. (kg) =	8000	Ancho (cm) =	12.85
Área (cm <sup>2</sup> ) =	280.52	Alto (cm) =	25.60
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.78	0.000000
1000	0.04	3.56	0.000156
1500	0.23	5.35	0.000898
2000	0.37	7.13	0.001445
2500	0.50	8.91	0.001953
3000	0.68	10.69	0.002656
3500	0.79	12.48	0.003086
4000	0.96	14.26	0.003750
4500	1.12	16.04	0.004375
5000	1.28	17.82	0.005000
5500	1.43	19.61	0.005586
6000	1.58	21.39	0.006172
6500	1.65	23.17	0.006445
7000	1.80	24.95	0.007031
7500	1.92	26.74	0.007500
8000	2.13	28.52	0.008320

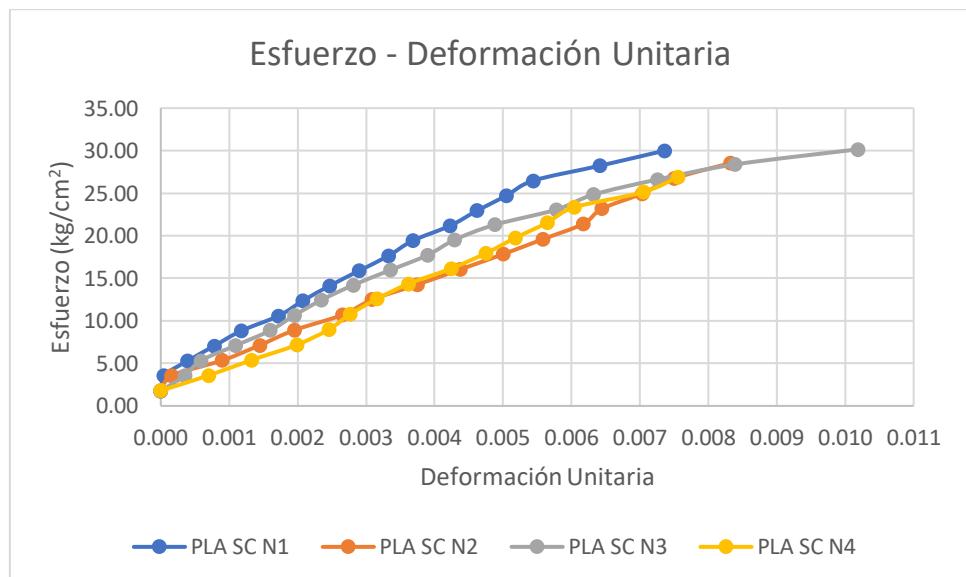
**Tabla 33***Esfuerzo y deformación pila N° 3 Sin Curado.*

Espécimen N°	3 SC	Largo (cm) =	21.80
Carga U. (kg) =	8500	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	281.87	Alto (cm) =	25.63
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.77	0.000000
1000	0.09	3.55	0.000351
1500	0.15	5.32	0.000585
2000	0.28	7.10	0.001092
2500	0.41	8.87	0.001600
3000	0.50	10.64	0.001951
3500	0.60	12.42	0.002341
4000	0.72	14.19	0.002809
4500	0.86	15.96	0.003355
5000	1.00	17.74	0.003902
5500	1.10	19.51	0.004292
6000	1.25	21.29	0.004877
6500	1.48	23.06	0.005774
7000	1.62	24.83	0.006321
7500	1.86	26.61	0.007257
8000	2.15	28.38	0.008389
8500	2.61	30.16	0.010183

**Tabla 34**  
*Esfuerzo y deformación pila N° 4 Sin Curado.*

Espécimen N°	4 SC	Largo (cm) =	21.80
Carga U. (kg) =	7500	Ancho (cm) =	12.78
Área (cm <sup>2</sup> ) =	278.60	Alto (cm) =	25.68
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.79	0.000000
1000	0.18	3.59	0.000701
1500	0.34	5.38	0.001324
2000	0.51	7.18	0.001986
2500	0.63	8.97	0.002453
3000	0.71	10.77	0.002765
3500	0.81	12.56	0.003154
4000	0.93	14.36	0.003621
4500	1.09	16.15	0.004245
5000	1.22	17.95	0.004751
5500	1.33	19.74	0.005179
6000	1.45	21.54	0.005646
6500	1.55	23.33	0.006036
7000	1.81	25.13	0.007048
7500	1.94	26.92	0.007555

**Figura 13**  
*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas sin curado.*



**Tabla 35**  
*Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal SC.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga 50% (kg)	Esfuerzo 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (Em)	
		Largo	Ancho	Alto					(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
1	SC	22.00	12.88	25.55	283.36	4250	15.00	0.002681	6992.95	685.77
2	SC	21.83	12.85	25.60	280.52	4000	14.26	0.003750	4753.15	466.13
3	SC	21.80	12.93	25.63	281.87	4250	15.08	0.003082	6114.56	599.63
4	SC	21.80	12.78	25.68	278.60	3750	13.46	0.003388	4966.26	487.02
Promedio del módulo de elasticidad (Em)								5706.73	559.64	
Desviación estándar ( $\sigma$ )								1045.36	102.51	
Módulo de elasticidad característico (E'm)								4661.38	457.13	
Coeficiente de variación (%)								18.32	18.32	

**Tabla 36**  
*Esfuerzo y deformación pila N° 1 C1V.*

Espécimen N°	1 C1V		Largo (cm) =	21.80
Carga U. (kg) =	9000		Ancho (cm) =	12.88
Área (cm <sup>2</sup> ) =	280.78		Alto (cm) =	25.50
Carga (kg)	Deformación (mm)		Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00		1.78	0.000000
1000	0.07		3.56	0.000275
1500	0.14		5.34	0.000549
2000	0.32		7.12	0.001255
2500	0.43		8.90	0.001686
3000	0.55		10.68	0.002157
3500	0.69		12.47	0.002706
4000	0.81		14.25	0.003176
4500	0.93		16.03	0.003647
5000	1.01		17.81	0.003961
5500	1.13		19.59	0.004431
6000	1.26		21.37	0.004941
6500	1.47		23.15	0.005765
7000	1.69		24.93	0.006627
7500	1.83		26.71	0.007176
8000	1.91		28.49	0.007490
8500	2.04		30.27	0.008000
9000	2.28		32.05	0.008941

**Tabla 37***Esfuerzo y deformación pila N° 2 CIV.*

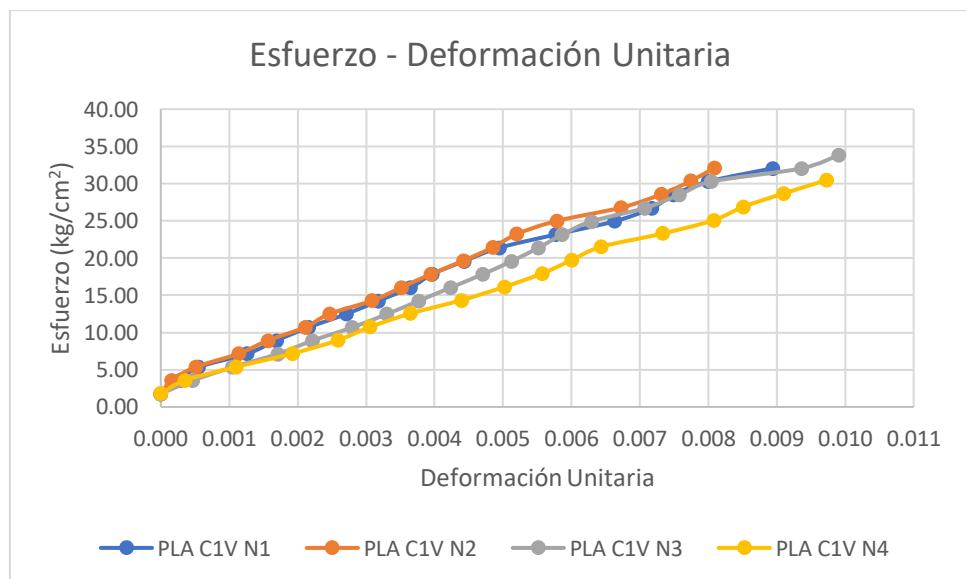
Espécimen N°	2 C1V	Largo (cm) =	21.75
Carga U. (kg) =	9000	Ancho (cm) =	12.88
Área (cm <sup>2</sup> ) =	280.14	Alto (cm) =	25.58
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.78	0.000000
1000	0.04	3.57	0.000156
1500	0.13	5.35	0.000508
2000	0.29	7.14	0.001134
2500	0.40	8.92	0.001564
3000	0.54	10.71	0.002111
3500	0.63	12.49	0.002463
4000	0.79	14.28	0.003088
4500	0.90	16.06	0.003518
5000	1.01	17.85	0.003948
5500	1.13	19.63	0.004418
6000	1.24	21.42	0.004848
6500	1.33	23.20	0.005199
7000	1.48	24.99	0.005786
7500	1.72	26.77	0.006724
8000	1.87	28.56	0.007310
8500	1.98	30.34	0.007740
9000	2.07	32.13	0.008092

**Tabla 38***Esfuerzo y deformación pila N° 3 CIV.*

Espécimen N°	3 C1V	Largo (cm) =	22.03
Carga U. (kg) =	9500	Ancho (cm) =	12.75
Área (cm <sup>2</sup> ) =	280.88	Alto (cm) =	25.75
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.78	0.000000
1000	0.12	3.56	0.000466
1500	0.27	5.34	0.001049
2000	0.44	7.12	0.001709
2500	0.57	8.90	0.002214
3000	0.72	10.68	0.002796
3500	0.85	12.46	0.003301
4000	0.97	14.24	0.003767
4500	1.09	16.02	0.004233
5000	1.21	17.80	0.004699
5500	1.32	19.58	0.005126
6000	1.42	21.36	0.005515
6500	1.51	23.14	0.005864
7000	1.62	24.92	0.006291
7500	1.82	26.70	0.007068
8000	1.95	28.48	0.007573
8500	2.07	30.26	0.008039
9000	2.41	32.04	0.009359
9500	2.55	33.82	0.009903

**Tabla 39***Esfuerzo y deformación pila N° 4 CIV.*

Espécimen N°	4 C1V	Largo (cm) =	21.80
Carga U. (kg) =	8500	Ancho (cm) =	12.80
Área (cm <sup>2</sup> ) =	279.04	Alto (cm) =	25.50
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.79	0.000000
1000	0.09	3.58	0.000353
1500	0.28	5.38	0.001098
2000	0.49	7.17	0.001922
2500	0.66	8.96	0.002588
3000	0.78	10.75	0.003059
3500	0.93	12.54	0.003647
4000	1.12	14.33	0.004392
4500	1.28	16.13	0.005020
5000	1.42	17.92	0.005569
5500	1.53	19.71	0.006000
6000	1.64	21.50	0.006431
6500	1.87	23.29	0.007333
7000	2.06	25.09	0.008078
7500	2.17	26.88	0.008510
8000	2.32	28.67	0.009098
8500	2.48	30.46	0.009725

**Figura 14***Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas una vez por día.*

**Tabla 40**  
*Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C1V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga 50% (kg)	Esfuerzo 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria 50%	Módulo de elasticidad (Em)	
		Largo	Ancho	Alto					(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
1	C1V	21.80	12.88	25.50	280.78	4500	16.03	0.003647	5492.97	538.68
2	C1V	21.75	12.88	25.58	280.14	4500	16.06	0.003518	5706.97	559.66
3	C1V	22.03	12.75	25.75	280.88	4750	16.91	0.004466	4733.24	464.17
4	C1V	21.80	12.80	25.50	279.04	4250	15.23	0.004706	4045.68	396.75
Promedio del módulo de elasticidad (Em)								4994.71	489.81	
Desviación estándar ( $\sigma$ )								758.20	74.35	
Módulo de elasticidad característico (E'm)								4236.51	415.46	
Coeficiente de variación (%)								15.18	15.18	

**Tabla 41***Esfuerzo y deformación pila N° 1 C2V.*

Espécimen N°	1 C2V	Largo (cm) =	21.93
Carga U. (kg) =	9500	Ancho (cm) =	12.78
Área (cm <sup>2</sup> ) =	280.27	Alto (cm) =	25.55
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.78	0.000000
1000	0.03	3.57	0.000117
1500	0.13	5.35	0.000509
2000	0.25	7.14	0.000978
2500	0.39	8.92	0.001526
3000	0.52	10.70	0.002035
3500	0.65	12.49	0.002544
4000	0.76	14.27	0.002975
4500	0.87	16.06	0.003405
5000	0.95	17.84	0.003718
5500	1.08	19.62	0.004227
6000	1.27	21.41	0.004971
6500	1.34	23.19	0.005245
7000	1.41	24.98	0.005519
7500	1.49	26.76	0.005832
8000	1.59	28.54	0.006223
8500	1.72	30.33	0.006732
9000	1.91	32.11	0.007476
9500	2.04	33.90	0.007984

**Tabla 42***Esfuerzo y deformación pila N° 2 C2V.*

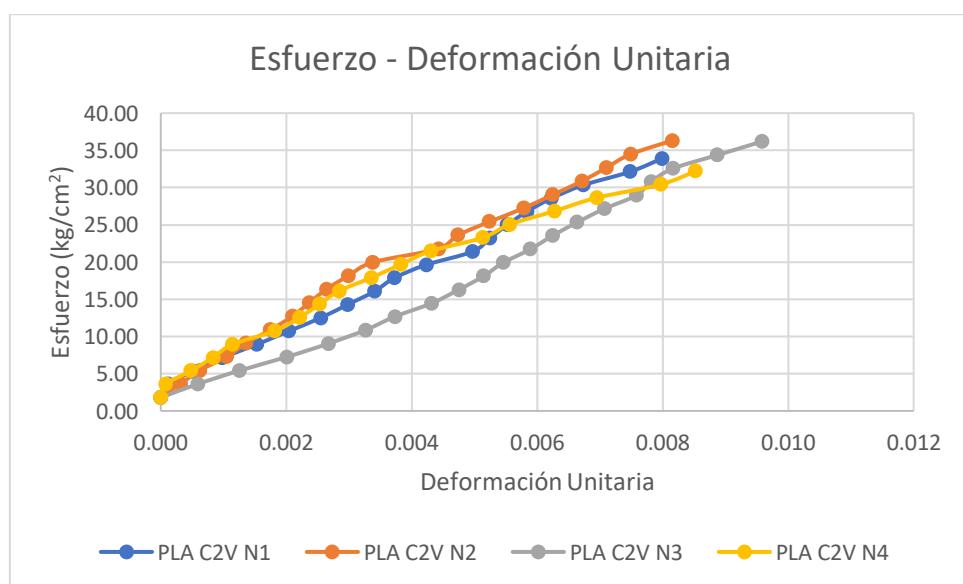
Espécimen N°	2 C2V	Largo (cm) =	21.73
Carga U. (kg) =	10000	Ancho (cm) =	12.68
Área (cm <sup>2</sup> ) =	275.54	Alto (cm) =	25.78
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.81	0.000000
1000	0.08	3.63	0.000310
1500	0.16	5.44	0.000621
2000	0.27	7.26	0.001047
2500	0.35	9.07	0.001358
3000	0.45	10.89	0.001746
3500	0.54	12.70	0.002095
4000	0.61	14.52	0.002366
4500	0.68	16.33	0.002638
5000	0.77	18.15	0.002987
5500	0.87	19.96	0.003375
6000	1.14	21.78	0.004422
6500	1.22	23.59	0.004732
7000	1.35	25.40	0.005237
7500	1.49	27.22	0.005780
8000	1.61	29.03	0.006245
8500	1.73	30.85	0.006711
9000	1.83	32.66	0.007099
9500	1.93	34.48	0.007486
10000	2.10	36.29	0.008146

**Tabla 43***Esfuerzo y deformación pila N° 3 C2V.*

Espécimen N°	3 C2V	Largo (cm) =	21.63
Carga U. (kg) =	10000	Ancho (cm) =	12.78
Área (cm <sup>2</sup> ) =	276.43	Alto (cm) =	25.48
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.81	0.000000
1000	0.15	3.62	0.000589
1500	0.32	5.43	0.001256
2000	0.51	7.24	0.002002
2500	0.68	9.04	0.002669
3000	0.83	10.85	0.003257
3500	0.95	12.66	0.003728
4000	1.10	14.47	0.004317
4500	1.21	16.28	0.004749
5000	1.31	18.09	0.005141
5500	1.39	19.90	0.005455
6000	1.50	21.71	0.005887
6500	1.59	23.51	0.006240
7000	1.69	25.32	0.006633
7500	1.80	27.13	0.007064
8000	1.93	28.94	0.007575
8500	1.99	30.75	0.007810
9000	2.08	32.56	0.008163
9500	2.26	34.37	0.008870
10000	2.44	36.18	0.009576

**Tabla 44***Esfuerzo y deformación pila N° 4 C2V.*

Espécimen N°	4 C2V	Largo (cm) =	21.78
Carga U. (kg) =	9000	Ancho (cm) =	12.83
Área (cm <sup>2</sup> ) =	279.44	Alto (cm) =	25.35
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.79	0.000000
1000	0.02	3.58	0.000079
1500	0.12	5.37	0.000473
2000	0.21	7.16	0.000828
2500	0.29	8.95	0.001144
3000	0.46	10.74	0.001815
3500	0.56	12.53	0.002209
4000	0.64	14.31	0.002525
4500	0.72	16.10	0.002840
5000	0.85	17.89	0.003353
5500	0.97	19.68	0.003826
6000	1.09	21.47	0.004300
6500	1.30	23.26	0.005128
7000	1.41	25.05	0.005562
7500	1.59	26.84	0.006272
8000	1.76	28.63	0.006943
8500	2.02	30.42	0.007968
9000	2.16	32.21	0.008521

**Figura 15***Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas dos veces por día.*

**Tabla 45***Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C2V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga 50% (kg)	Esfuerzo 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria 50%	Módulo de elasticidad (Em)	
		Largo	Ancho	Alto					(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
1	C2V	21.93	12.78	25.55	280.27	4750	16.95	0.003562	5948.17	583.32
2	C2V	21.73	12.68	25.78	275.54	5000	18.15	0.002987	7594.40	744.76
3	C2V	21.63	12.78	25.48	276.43	5000	18.09	0.005141	4397.65	431.26
4	C2V	21.78	12.83	25.35	279.44	4500	16.10	0.002840	7087.34	695.03
Promedio del módulo de elasticidad (Em)									6256.89	613.59
Desviación estándar ( $\sigma$ )									1417.82	139.04
Módulo de elasticidad característico (E'm)									4839.07	474.55
Coeficiente de variación (%)									22.66	22.66

**Tabla 46***Esfuerzo y deformación pila N° 1 C3V.*

Espécimen N°	1 C3V	Largo (cm) =	21.78
Carga U. (kg) =	10000	Ancho (cm) =	12.80
Área (cm <sup>2</sup> ) =	278.78	Alto (cm) =	25.50
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.79	0.000000
1000	0.13	3.59	0.000510
1500	0.37	5.38	0.001451
2000	0.55	7.17	0.002157
2500	0.72	8.97	0.002824
3000	0.82	10.76	0.003216
3500	0.90	12.55	0.003529
4000	1.00	14.35	0.003922
4500	1.09	16.14	0.004275
5000	1.17	17.94	0.004588
5500	1.25	19.73	0.004902
6000	1.33	21.52	0.005216
6500	1.40	23.32	0.005490
7000	1.54	25.11	0.006039
7500	1.64	26.90	0.006431
8000	1.82	28.70	0.007137
8500	1.92	30.49	0.007529
9000	2.02	32.28	0.007922
9500	2.12	34.08	0.008314
10000	2.48	35.87	0.009725

**Tabla 47***Esfuerzo y deformación pila N° 2 C3V.*

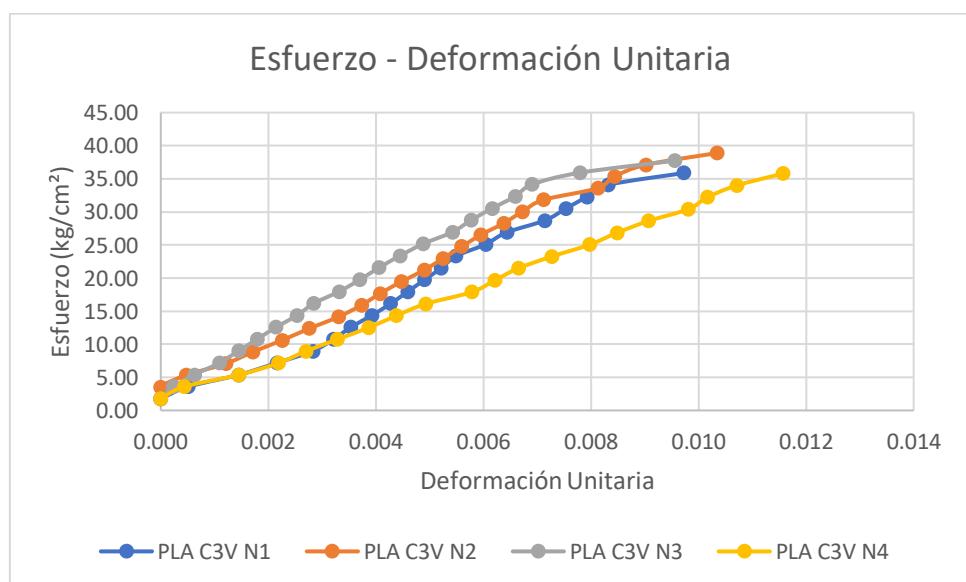
Espécimen N°	2 C3V	Largo (cm) =	21.88
Carga U. (kg) =	11000	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	282.91	Alto (cm) =	25.73
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.77	0.000000
1000	0.00	3.53	0.000000
1500	0.12	5.30	0.000466
2000	0.31	7.07	0.001205
2500	0.44	8.84	0.001710
3000	0.58	10.60	0.002254
3500	0.71	12.37	0.002759
4000	0.85	14.14	0.003304
4500	0.96	15.91	0.003731
5000	1.05	17.67	0.004081
5500	1.15	19.44	0.004469
6000	1.26	21.21	0.004897
6500	1.35	22.98	0.005247
7000	1.44	24.74	0.005597
7500	1.53	26.51	0.005946
8000	1.64	28.28	0.006374
8500	1.73	30.05	0.006724
9000	1.83	31.81	0.007112
9500	2.09	33.58	0.008123
10000	2.17	35.35	0.008434
10500	2.32	37.11	0.009017
11000	2.66	38.88	0.010338

**Tabla 48***Esfuerzo y deformación pila N° 3 C3V.*

Espécimen N°	3 C3V	Largo (cm) =	21.78
Carga U. (kg) =	10500	Ancho (cm) =	12.78
Área (cm <sup>2</sup> ) =	278.35	Alto (cm) =	25.65
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.80	0.000000
1000	0.06	3.59	0.000234
1500	0.16	5.39	0.000624
2000	0.28	7.19	0.001092
2500	0.37	8.98	0.001442
3000	0.46	10.78	0.001793
3500	0.55	12.57	0.002144
4000	0.65	14.37	0.002534
4500	0.73	16.17	0.002846
5000	0.85	17.96	0.003314
5500	0.95	19.76	0.003704
6000	1.04	21.56	0.004055
6500	1.14	23.35	0.004444
7000	1.25	25.15	0.004873
7500	1.39	26.94	0.005419
8000	1.48	28.74	0.005770
8500	1.58	30.54	0.006160
9000	1.69	32.33	0.006589
9500	1.77	34.13	0.006901
10000	2.00	35.93	0.007797
10500	2.45	37.72	0.009552

**Tabla 49***Esfuerzo y deformación pila N° 4 C3V.*

Espécimen N°	4 C3V	Largo (cm) =	21.78
Carga U. (kg) =	10000	Ancho (cm) =	12.83
Área (cm <sup>2</sup> ) =	279.44	Alto (cm) =	25.58
Carga (kg)	Deformación (mm)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria
500	0.00	1.79	0.000000
1000	0.11	3.58	0.000430
1500	0.37	5.37	0.001446
2000	0.56	7.16	0.002189
2500	0.69	8.95	0.002697
3000	0.84	10.74	0.003284
3500	0.99	12.53	0.003870
4000	1.12	14.31	0.004378
4500	1.26	16.10	0.004926
5000	1.48	17.89	0.005786
5500	1.59	19.68	0.006216
6000	1.70	21.47	0.006646
6500	1.86	23.26	0.007271
7000	2.04	25.05	0.007975
7500	2.17	26.84	0.008483
8000	2.32	28.63	0.009070
8500	2.51	30.42	0.009812
9000	2.60	32.21	0.010164
9500	2.74	34.00	0.010711
10000	2.96	35.79	0.011572

**Figura 16***Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de las pilas curadas tres veces por día.*

**Tabla 50***Módulo de elasticidad de los ladrillos de arcilla artesanal C3V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (cm)			Área bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga 50% (kg)	Esfuerzo 50% (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación unitaria 50%	Módulo de elasticidad (Em)	
		Largo	Ancho	Alto					(kg/cm <sup>2</sup> )	(Mpa)
1	C3V	21.78	12.80	25.50	278.78	5000	17.94	0.004588	4886.15	479.17
2	C3V	21.88	12.93	25.73	282.91	5500	19.44	0.004469	5437.12	533.20
3	C3V	21.78	12.78	25.65	278.35	5250	18.86	0.003509	6719.32	658.94
4	C3V	21.78	12.83	25.58	279.44	5000	17.89	0.005786	3865.75	379.10
Promedio del módulo de elasticidad (Em)									5227.09	512.60
Desviación estándar ( $\sigma$ )									1188.89	116.59
Módulo de elasticidad característico (E'm)									4038.20	396.01
Coeficiente de variación (%)									22.74	22.74

## Anexo G: Ensayo de compresión diagonal de muretes

**Tabla 51**

*Medidas de los muretes de ladrillos de concreto vibrado.*

Espécimen	Tipo	Largo (cm)					Ancho (cm)					Alto (cm)					Diagonales (cm)	
		L1	L2	L3	L4	LProm.	A1	A2	A3	A4	AProm.	H1	H2	H3	H4	HProm.	Vertical	Horizontal
1	SC	61.10	61.10	60.90	61.00	61.03	13.10	13.00	12.70	12.80	12.90	61.00	61.20	61.20	61.20	61.15	85.70	85.50
2	SC	60.90	61.10	61.10	61.00	61.03	13.20	13.00	12.80	12.70	12.93	61.20	61.30	61.30	61.30	61.28	86.10	86.00
3	SC	61.40	61.20	61.20	61.00	61.20	13.20	13.00	12.70	12.60	12.88	61.10	61.20	61.10	61.20	61.15	85.90	85.60
4	SC	61.20	61.00	61.10	61.00	61.08	13.00	12.90	12.60	12.70	12.80	61.20	61.10	61.20	61.30	61.20	86.80	85.70
1	1V	61.00	60.90	60.90	60.90	60.93	13.00	13.10	12.90	12.80	12.95	61.50	61.00	61.20	61.10	61.20	86.10	85.70
2	1V	61.00	61.10	61.10	61.00	61.05	13.20	13.00	12.90	12.60	12.93	61.70	61.20	61.30	61.20	61.35	85.50	86.60
3	1V	60.80	60.70	61.00	61.10	60.90	13.20	13.00	12.70	12.80	12.93	61.80	61.20	61.20	61.30	61.38	85.70	86.20
4	1V	61.20	61.00	60.80	61.40	61.10	13.00	12.60	12.60	12.60	12.70	61.60	61.50	61.50	61.40	61.50	86.30	86.20
1	2V	61.20	60.90	61.70	60.90	61.18	13.00	13.00	12.80	12.90	12.93	61.10	61.20	61.30	61.40	61.25	85.70	86.20
2	2V	60.90	60.90	60.70	60.90	60.85	13.20	12.90	12.90	12.60	12.90	60.60	60.80	61.30	61.20	60.98	86.10	85.70
3	2V	61.10	60.80	61.10	60.90	60.98	13.20	12.60	12.90	12.70	12.85	61.20	61.70	61.40	61.30	61.40	85.60	86.50
4	2V	61.20	61.10	61.50	61.50	61.33	13.20	12.90	12.90	13.00	13.00	61.10	61.10	61.30	61.20	61.18	86.30	86.20
1	3V	61.20	61.30	60.90	61.20	61.15	13.10	13.30	12.80	12.80	13.00	60.70	60.70	60.70	61.10	60.80	85.80	85.80
2	3V	61.10	61.20	60.60	60.80	60.93	13.10	13.00	12.80	12.70	12.90	61.00	60.90	61.20	61.30	61.10	86.00	86.20
3	3V	61.10	61.10	61.00	60.90	61.03	13.00	13.00	12.70	12.70	12.85	61.10	61.10	61.40	61.30	61.23	86.10	85.90
4	3V	61.40	61.30	60.70	60.70	61.03	12.90	13.10	12.60	12.80	12.85	61.70	61.80	61.40	61.30	61.55	86.10	86.00

**Tabla 52***Resistencia a compresión diagonal de los muretes sin curado.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (mm)			Área bruta Ab (mm <sup>2</sup> )	Carga Ultima P		Esfuerzo cortante Vm	
		Largo	Alto	Ancho		(Tn-f)	(N)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	SC	610.30	611.50	129.00	78806.10	3.62	35500.073	3.25	0.32
2	SC	610.30	612.80	129.30	79073.42	3.42	33538.743	3.06	0.30
3	SC	612.00	611.50	128.80	78793.40	3.52	34519.408	3.16	0.31
4	SC	610.80	612.00	128.00	78259.20	3.38	33146.477	3.05	0.30
Promedio de la resistencia de la albañilería al corte (Vm)								3.13	0.31
Desviación estándar ( $\sigma$ )								0.09	0.01
Resistencia característica de la albañilería al corte (V'm)								3.04	0.30
Coeficiente de variación (%)								2.96	2.96

**Tabla 53***Resistencia a compresión diagonal de los muretes IV.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (mm)			Área bruta Ab (mm <sup>2</sup> )	Carga Ultima P		Esfuerzo cortante Vm	
		Largo	Alto	Ancho		(Tn-f)	(N)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	1V	609.30	612.00	129.50	79079.18	3.98	39030.467	3.56	0.35
2	1V	610.50	613.50	129.30	79131.60	4.08	40011.132	3.65	0.36
3	1V	609.00	613.80	129.30	79054.02	3.66	35892.339	3.27	0.32
4	1V	611.00	615.00	127.00	77851.00	3.72	36480.738	3.38	0.33
Promedio de la resistencia de la albañilería al corte (Vm)								3.46	0.34
Desviación estándar ( $\sigma$ )								0.17	0.02
Resistencia característica de la albañilería al corte (V'm)								3.29	0.32
Coeficiente de variación (%)								4.87	4.87

**Tabla 54***Resistencia a compresión diagonal de los muretes 2V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (mm)			Área bruta Ab (mm <sup>2</sup> )	Carga Ultima P		Esfuerzo cortante Vm	
		Largo	Alto	Ancho		(Tn-f)	(N)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	2V	611.80	612.50	129.30	79151.00	4.42	43345.393	3.95	0.39
2	2V	608.50	609.80	129.00	78580.35	4.18	40991.797	3.76	0.37
3	2V	609.80	614.00	128.50	78629.15	4.06	39814.999	3.65	0.36
4	2V	613.30	611.80	130.00	79631.50	4.36	42756.994	3.87	0.38
Promedio de la resistencia de la albañilería al corte (Vm)								3.81	0.37
Desviación estándar ( $\sigma$ )								0.13	0.01
Resistencia característica de la albañilería al corte (V'm)								3.68	0.36
Coeficiente de variación (%)								3.41	3.41

**Tabla 55***Resistencia a compresión diagonal de los muretes 3V.*

Espécimen	Tipo	Dimensiones (mm)			Área bruta Ab (mm <sup>2</sup> )	Carga Ultima P		Esfuerzo cortante Vm	
		Largo	Alto	Ancho		(Tn-f)	(N)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(MPa)
1	3V	611.50	608.00	130.00	79267.50	4.80	47071.92	4.28	0.42
2	3V	609.30	611.00	129.00	78709.35	4.78	46875.79	4.29	0.42
3	3V	610.30	612.30	128.50	78552.05	4.92	48248.72	4.43	0.43
4	3V	610.30	615.50	128.50	78757.65	4.60	45110.59	4.13	0.40
Promedio de la resistencia de la albañilería al corte (Vm)								4.28	0.42
Desviación estándar ( $\sigma$ )								0.12	0.01
Resistencia característica de la albañilería al corte (V'm)								4.16	0.41
Coeficiente de variación (%)								2.85	2.85

**Tabla 56***Esfuerzo y deformación murete N° 1 Sin Curado.*

Espécimen N°	1 SC	Largo (cm) =	61.03
Carga U. (kg) =	3620	Ancho (cm) =	12.90
Área (cm <sup>2</sup> ) =	788.06	Diagonal (cm) =	85.70
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.09	0.000105	0.45
750	0.22	0.000257	0.67
1000	0.28	0.000327	0.90
1250	0.42	0.000490	1.12
1500	0.87	0.001015	1.35
1750	1.08	0.001260	1.57
2000	1.25	0.001459	1.79
2250	1.38	0.001610	2.02
2500	1.51	0.001762	2.24
2750	1.66	0.001937	2.47
3000	1.78	0.002077	2.69
3250	1.97	0.002299	2.92
3500	2.11	0.002462	3.14
3620	2.20	0.002567	3.25

**Tabla 57***Esfuerzo y deformación murete N° 2 Sin Curado.*

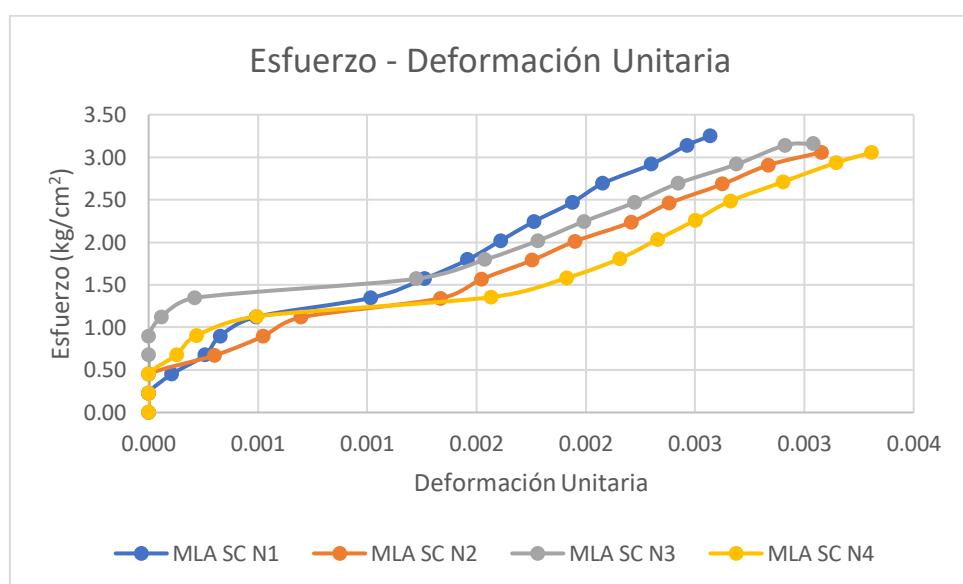
Espécimen N°	2 SC	Largo (cm) =	61.03
Carga U. (kg) =	3420	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	790.73	Diagonal (cm) =	86.10
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.26	0.000302	0.67
1000	0.45	0.000523	0.89
1250	0.60	0.000697	1.12
1500	1.15	0.001336	1.34
1750	1.31	0.001521	1.56
2000	1.51	0.001754	1.79
2250	1.68	0.001951	2.01
2500	1.90	0.002207	2.24
2750	2.05	0.002381	2.46
3000	2.26	0.002625	2.68
3250	2.44	0.002834	2.91
3420	2.65	0.003078	3.06

**Tabla 58***Esfuerzo y deformación murete N° 3 Sin Curado.*

Espécimen N°	3 SC	Largo (cm) =	61.20
Carga U. (kg) =	3520	Ancho (cm) =	12.88
Área (cm <sup>2</sup> ) =	787.93	Diagonal (cm) =	85.90
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.67
1000	0.00	0.000000	0.90
1250	0.05	0.000058	1.12
1500	0.18	0.000210	1.35
1750	1.05	0.001222	1.57
2000	1.32	0.001537	1.79
2250	1.53	0.001781	2.02
2500	1.71	0.001991	2.24
2750	1.91	0.002224	2.47
3000	2.08	0.002421	2.69
3250	2.31	0.002689	2.92
3500	2.50	0.002910	3.14
3520	2.61	0.003038	3.16

**Tabla 59***Esfuerzo y deformación murete N° 4 Sin Curado.*

Espécimen N°	4 SC	Largo (cm) =	61.08
Carga U. (kg) =	3380	Ancho (cm) =	12.80
Área ( $\text{cm}^2$ ) =	782.59	Diagonal (cm) =	86.80
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.23
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.11	0.000127	0.68
1000	0.19	0.000219	0.90
1250	0.43	0.000495	1.13
1500	1.36	0.001567	1.36
1750	1.66	0.001912	1.58
2000	1.87	0.002154	1.81
2250	2.02	0.002327	2.03
2500	2.17	0.002500	2.26
2750	2.31	0.002661	2.48
3000	2.52	0.002903	2.71
3250	2.73	0.003145	2.94
3380	2.87	0.003306	3.05

**Figura 17***Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes sin curado.*

**Tabla 60***Esfuerzo y deformación murete N° 1 C1V.*

Espécimen N°	1 C1V	Largo (cm) =	60.93
Carga U. (kg) =	3980	Ancho (cm) =	12.95
Área (cm <sup>2</sup> ) =	790.79	Diagonal (cm) =	86.10
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.04	0.000046	0.45
750	0.77	0.000894	0.67
1000	0.95	0.001103	0.89
1250	1.17	0.001359	1.12
1500	1.39	0.001614	1.34
1750	1.62	0.001882	1.56
2000	1.75	0.002033	1.79
2250	2.02	0.002346	2.01
2500	2.22	0.002578	2.24
2750	2.37	0.002753	2.46
3000	2.72	0.003159	2.68
3250	3.33	0.003868	2.91
3500	3.46	0.004019	3.13
3750	3.61	0.004193	3.35
3980	3.95	0.004588	3.56

**Tabla 61***Esfuerzo y deformación murete N° 2 C1V.*

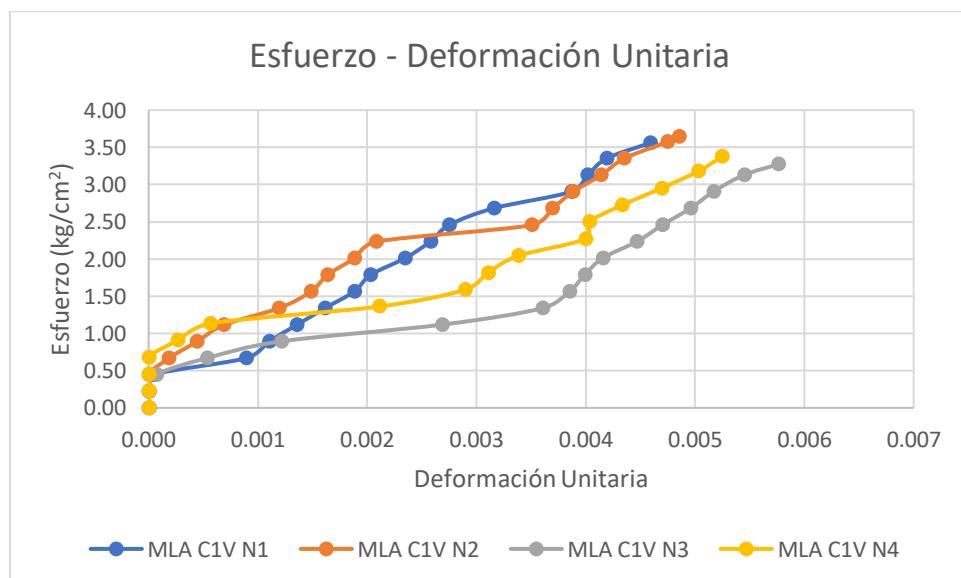
Espécimen N°	2 C1V	Largo (cm) =	61.05
Carga U. (kg) =	4080	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	791.32	Diagonal (cm) =	85.50
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.16	0.000187	0.67
1000	0.38	0.000444	0.89
1250	0.59	0.000690	1.12
1500	1.02	0.001193	1.34
1750	1.27	0.001485	1.56
2000	1.40	0.001637	1.79
2250	1.61	0.001883	2.01
2500	1.78	0.002082	2.23
2750	3.00	0.003509	2.46
3000	3.16	0.003696	2.68
3250	3.32	0.003883	2.90
3500	3.54	0.004140	3.13
3750	3.72	0.004351	3.35
4000	4.06	0.004749	3.57
4080	4.15	0.004854	3.65

**Tabla 62***Esfuerzo y deformación murete N° 3 C1V.*

Espécimen N°	3 C1V	Largo (cm) =	60.90
Carga U. (kg) =	3660	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	790.54	Diagonal (cm) =	85.70
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.06	0.000070	0.45
750	0.46	0.000537	0.67
1000	1.04	0.001214	0.89
1250	2.30	0.002684	1.12
1500	3.09	0.003606	1.34
1750	3.30	0.003851	1.57
2000	3.42	0.003991	1.79
2250	3.56	0.004154	2.01
2500	3.83	0.004469	2.24
2750	4.03	0.004702	2.46
3000	4.25	0.004959	2.68
3250	4.43	0.005169	2.91
3500	4.67	0.005449	3.13
3660	4.94	0.005764	3.27

**Tabla 63***Esfuerzo y deformación murete N° 4 C1V.*

Espécimen N°	4 C1V	Largo (cm) =	61.10
Carga U. (kg) =	3720	Ancho (cm) =	12.70
Área ( $\text{cm}^2$ ) =	778.51	Diagonal (cm) =	86.30
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo $(\text{kg}/\text{cm}^2)$
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.23
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.68
1000	0.23	0.000267	0.91
1250	0.49	0.000568	1.14
1500	1.82	0.002109	1.36
1750	2.50	0.002897	1.59
2000	2.68	0.003105	1.82
2250	2.92	0.003384	2.04
2500	3.45	0.003998	2.27
2750	3.48	0.004032	2.50
3000	3.74	0.004334	2.72
3250	4.05	0.004693	2.95
3500	4.34	0.005029	3.18
3720	4.53	0.005249	3.38

**Figura 18***Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados una vez por día.*

**Tabla 64***Esfuerzo y deformación murete N° 1 C2V.*

Espécimen N°	1 C2V	Largo (cm) =	61.18
Carga U. (kg) =	4420	Ancho (cm) =	12.93
Área (cm <sup>2</sup> ) =	791.51	Diagonal (cm) =	85.70
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.16	0.000187	0.67
1000	0.39	0.000455	0.89
1250	0.59	0.000688	1.12
1500	1.06	0.001237	1.34
1750	1.55	0.001809	1.56
2000	1.85	0.002159	1.79
2250	2.06	0.002404	2.01
2500	2.29	0.002672	2.23
2750	2.46	0.002870	2.46
3000	2.59	0.003022	2.68
3250	2.77	0.003232	2.90
3500	3.14	0.003664	3.13
3750	3.59	0.004189	3.35
4000	3.88	0.004527	3.57
4250	4.10	0.004784	3.80
4420	4.24	0.004947	3.95

**Tabla 65***Esfuerzo y deformación murete N° 2 C2V.*

Espécimen N°	2 C2V	Largo (cm) =	60.85
Carga U. (kg) =	4180	Ancho (cm) =	12.90
Área (cm <sup>2</sup> ) =	785.80	Diagonal (cm) =	86.10
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.67
1000	0.01	0.000012	0.90
1250	0.19	0.000221	1.12
1500	1.36	0.001580	1.35
1750	1.55	0.001800	1.57
2000	1.78	0.002067	1.80
2250	1.96	0.002276	2.02
2500	2.11	0.002451	2.25
2750	2.36	0.002741	2.47
3000	2.55	0.002962	2.70
3250	2.83	0.003287	2.92
3500	2.97	0.003449	3.15
3680	3.18	0.003693	3.31
4000	3.29	0.003821	3.60
4180	3.59	0.004170	3.76

**Tabla 66***Esfuerzo y deformación murete N° 3 C2V.*

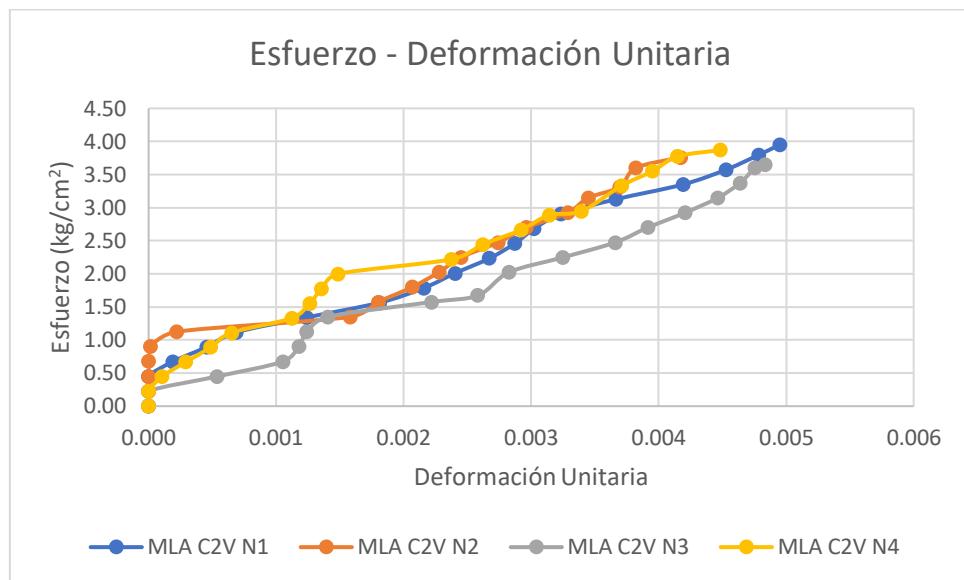
Espécimen N°	3 C2V	Largo (cm) =	60.98
Carga U. (kg) =	4060	Ancho (cm) =	12.85
Área (cm <sup>2</sup> ) =	786.29	Diagonal (cm) =	85.60
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.46	0.000537	0.45
750	0.90	0.001051	0.67
1000	1.01	0.001180	0.90
1250	1.06	0.001238	1.12
1500	1.20	0.001402	1.35
1750	1.90	0.002220	1.57
1860	2.21	0.002582	1.67
2250	2.42	0.002827	2.02
2500	2.78	0.003248	2.25
2750	3.13	0.003657	2.47
3000	3.35	0.003914	2.70
3250	3.60	0.004206	2.92
3500	3.82	0.004463	3.15
3750	3.97	0.004638	3.37
4000	4.07	0.004755	3.60
4060	4.14	0.004836	3.65

**Tabla 67***Esfuerzo y deformación murete N° 4 C2V.*

Espécimen N°	4 C2V	Largo (cm) =	61.33
Carga U. (kg) =	4360	Ancho (cm) =	13.00
Área (cm <sup>2</sup> ) =	796.32	Diagonal (cm) =	86.30
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.09	0.000104	0.44
750	0.25	0.000290	0.67
1000	0.42	0.000487	0.89
1250	0.56	0.000649	1.11
1500	0.97	0.001124	1.33
1750	1.09	0.001263	1.55
2000	1.17	0.001356	1.78
2250	1.28	0.001483	2.00
2500	2.05	0.002375	2.22
2750	2.26	0.002619	2.44
3000	2.52	0.002920	2.66
3250	2.71	0.003140	2.89
3320	2.93	0.003395	2.95
3750	3.20	0.003708	3.33
4000	3.41	0.003951	3.55
4250	3.58	0.004148	3.77
4360	3.87	0.004484	3.87

**Figura 19**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados dos veces por día.*



**Tabla 68***Esfuerzo y deformación murete N° 1 C3V.*

Espécimen N°	1 C3V	Largo (cm) =	61.15
Carga U. (kg) =	4800	Ancho (cm) =	13.00
Área (cm <sup>2</sup> ) =	792.68	Diagonal (cm) =	85.80
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.67
1000	0.00	0.000000	0.89
1250	0.04	0.000047	1.11
1500	0.77	0.000897	1.34
1750	1.04	0.001212	1.56
2000	1.25	0.001457	1.78
2250	1.41	0.001643	2.01
2500	1.57	0.001830	2.23
2750	1.74	0.002028	2.45
3000	1.85	0.002156	2.68
3250	2.01	0.002343	2.90
3500	2.17	0.002529	3.12
3750	2.43	0.002832	3.34
4000	2.54	0.002960	3.57
4250	2.67	0.003112	3.79
4500	2.83	0.003298	4.01
4750	3.12	0.003636	4.24
4800	4.10	0.004779	4.28

**Tabla 69***Esfuerzo y deformación murete N° 2 C3V.*

Espécimen N°	2 C3V	Largo (cm) =	60.93
Carga U. (kg) =	4780	Ancho (cm) =	12.90
Área (cm <sup>2</sup> ) =	787.09	Diagonal (cm) =	86.00
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.67
1000	0.00	0.000000	0.90
1250	0.10	0.000116	1.12
1500	0.38	0.000442	1.35
1750	1.43	0.001663	1.57
2000	1.86	0.002163	1.80
2250	2.10	0.002442	2.02
2500	2.13	0.002477	2.25
2750	2.29	0.002663	2.47
3000	2.44	0.002837	2.69
3250	2.57	0.002988	2.92
3500	2.59	0.003012	3.14
3750	2.78	0.003233	3.37
4000	2.98	0.003465	3.59
4250	3.15	0.003663	3.82
4500	3.19	0.003709	4.04
4750	3.19	0.003709	4.27
4780	3.27	0.003802	4.29

**Tabla 70***Esfuerzo y deformación murete N° 3 C3V.*

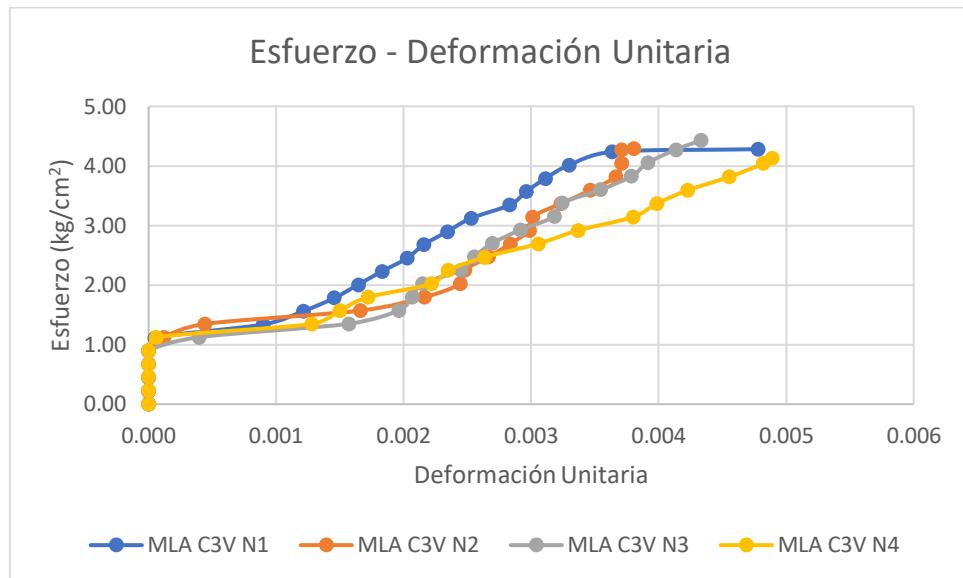
Espécimen N°	3 C3V	Largo (cm) =	61.03
Carga U. (kg) =	4920	Ancho (cm) =	12.85
Área (cm <sup>2</sup> ) =	785.52	Diagonal (cm) =	86.10
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.23
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.68
1000	0.00	0.000000	0.90
1250	0.34	0.000395	1.13
1500	1.35	0.001568	1.35
1750	1.69	0.001963	1.58
2000	1.78	0.002067	1.80
2250	1.85	0.002149	2.03
2500	2.11	0.002451	2.25
2750	2.20	0.002555	2.48
3000	2.32	0.002695	2.70
3250	2.51	0.002915	2.93
3500	2.74	0.003182	3.15
3750	2.79	0.003240	3.38
4000	3.05	0.003542	3.60
4250	3.26	0.003786	3.83
4500	3.37	0.003914	4.05
4750	3.56	0.004135	4.28
4920	3.73	0.004332	4.43

**Tabla 71***Esfuerzo y deformación murete N° 4 C3V.*

Espécimen N°	4 C3V	Largo (cm) =	61.03
Carga U. (kg) =	4600	Ancho (cm) =	12.85
Área (cm <sup>2</sup> ) =	787.58	Diagonal (cm) =	86.10
Carga (kg)	Deformación (mm)	Deformación Unitaria	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0	0.00	0.000000	0.00
250	0.00	0.000000	0.22
500	0.00	0.000000	0.45
750	0.00	0.000000	0.67
1000	0.00	0.000000	0.90
1250	0.05	0.000058	1.12
1500	1.10	0.001278	1.35
1750	1.29	0.001498	1.57
2000	1.48	0.001719	1.80
2250	1.91	0.002218	2.02
2500	2.02	0.002346	2.24
2750	2.27	0.002636	2.47
3000	2.63	0.003055	2.69
3250	2.90	0.003368	2.92
3500	3.27	0.003798	3.14
3750	3.43	0.003984	3.37
4000	3.64	0.004228	3.59
4250	3.92	0.004553	3.82
4500	4.15	0.004820	4.04
4600	4.21	0.004890	4.13

**Figura 20**

*Curva de esfuerzo vs deformación unitaria de los muretes curados tres veces por día.*



## Anexo H: Ficha técnica de del Cemento Portland Tipo I



### Informe de ensayo de fábrica

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Montevideo Santiago de Surco - Lima  
Carrasco Patricio Nro. Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono: 311-6006



G-CC-F-04  
Versión 04

Planta: Pacasmayo

### Cemento Tipo I

26 de agosto de 2024

Tipo I - Cemento Portland de Uso General

Periodo de despacho 26 de agosto de 2024 - 31 de agosto de 2024

### REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

#### QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO <sub>3</sub> (%)	3.00 máx.	2.76
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	2.8
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7
Álcalis Equivalentes (%)	A	0.8

#### FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	9
Superficie específica (m <sup>2</sup> /kg)	260 min.	390
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.09
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	A	3.11
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 dia	A	13.5
3 días	12.0 min.	26.9
7 días	19.0 min.	33.1
28 días *	28.0 min.	40.6
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 min.	129
Final	375 máx.	250
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días (%)	0.020 máx.	0.008

\* No especifica

\* Requiere operación

El dia BC 28 días corresponde al mes de abril del 2024

El dia Expansión hora de someter a 14 días corresponde al mes de abril del 2024

Los resultados de los ensayos presentados en este informe, para el cemento descrito, cumplen con los requisitos especificados en la norma NTP 334.009 y ASTM C150.



Ing. Dennis R. Roldas Lavado

Superintendente de Control de Calidad



DS 001-2022 PRODUCE  
Centro Hidráulico  
utilizado en Edificaciones y  
Construcciones en General



NTP 334.009  
ASTM C 150  
Cemento Portland

Solicitado por:

Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**Anexo I: Panel fotográfico.**

**Figura 21**

*Proceso de Secado de ladrillos de arcilla.*



**Figura 22**

*Ensayo de peso unitario de arena gruesa.*



**Figura 23**

Peso unitario seco compactado de la arena gruesa.



**Figura 24**

Peso unitario suelto seco de la arena gruesa.



**Figura 25**

*Arena gruesa en estado saturado superficialmente seco.*



**Figura 26**

*Peso de la fiola.*



**Figura 27**

*Fiola de 500 cm<sup>3</sup> con llenado con agua.*



Figura 27.a.



Figura 27.b.

**Figura 28**

*Fiola de 500 cm<sup>3</sup> con agua y arena gruesa, ensayo de peso específico.*



**Figura 29**

*Medición de alabeo de los ladrillos de arcilla artesanales.*



**Figura 30**

*Ensayo de compresión de los ladrillos de arcilla artesanales.*



Figura 30.a.



Figura 30.b.

**Figura 31**

Ladrillos de arcilla artesanales saturados por 24 horas para ensayo de absorción.



**Figura 32**

Peso de ladrillo de arcilla artesanal saturado por 24 horas.



**Figura 33**

Ladrillos de arcilla artesanales 24 horas en la estufa para ensayo de absorción.



**Figura 34**

Ladrillos de arcilla artesanales secos para ensayo de succión.



**Figura 35**

Peso de ladrillo seco para ensayo de succión.



**Figura 36**

Nivelación de recipiente para ensayo de succión



**Figura 37**

*Ensayo de succión de los ladrillos de arcilla artesanales.*



**Figura 38**

*Peso del ladrillo de arcilla artesanal después de estar un minuto en el recipiente.*



**Figura 39**

## Ensayo de compresión axial de las pilas elaboradas con ladrillos de arcilla artesanales curados 2 veces al día.



**Figura 40**

Falla de la pila elaborada con ladrillos de arcilla artesanales curados 2 veces al día.



Figura 40.a.



Figura 40.b.

**Figura 41**

*Ensayo de compresión diagonal de los muretes elaborados con ladrillos de arcilla artesanal curados 1 vez al día.*



Figura 41.a.



Figura 41.b.

**Figura 42**

*Medición de los cubos de mortero.*



**Figura 43**

*Cubos de mortero ensayados a compresión.*

