

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE
MURETES DE ADOBE AL INCREMENTAR EL ESPESOR DE JUNTA**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA Y GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentada por:

DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA

Asesor:

Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS

Cajamarca, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Licenciada con Resolución de Consejo Directivo N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
Resolución Rectoral N° 22056-90 UNC



El Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

A la Bach. en Ingeniería Civil **DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA**, quien ha sustentado tesis de maestría titulada: **VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE MURETES DE ADOBE AL INCREMENTAR EL ESPESOR DE JUNTA**; de manera **presencial**, acto que se realizó con fecha 18 de setiembre de 2023.

Que, el Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas en su calidad de Asesor del sustentante, ha adjuntado el Informe antiplagio de la tesis, obtenido a través del servicio de análisis documental de Turnitin, con el 10% de similitud en el cual se puede verificar la originalidad de la tesis antes mencionada.

Es todo cuanto se cumple con establecer para los fines pertinentes.

Cajamarca, 27 de noviembre de 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA


Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
DIRECTOR

COPYRIGHT © 2023 by
DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 090-2018-SUNEDUC/D

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *4:00 pm* horas del día 18 de setiembre de dos mil veintitrés, reunidos en el Auditorio de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ, M.Cs. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO, M.Cs. MANUEL LINCOLN MINCHÁN PAJARES**, y en calidad de Asesor el **Dr. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE MUERTES DE ADOBE AL INCREMENTAR EL ESPESOR DE JUNTA**; presentada por la **Bach. en Ingeniería Civil DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó **APROBAR**..... con la calificación de **...17 (DIECISIETE)... EXCELENTE**..... la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. en Ingeniería Civil DORIS YVETH ORTIZ ZAMORA**, está apta 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 y Gerencia de la Construcción**.

Siendo las *5:10 pm* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Asesor

.....
Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador

.....
M.Cs. Manuel Lincoln Minchán Pajares
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta Tesis a Dios, que siempre está presente en cada uno de nosotros.

A mi abuelo Pelayo, que de alguna manera siempre está a mi lado, cuidándome.

A mis padres Doris y Wilder, que siempre a mí lado en todo momento, guiándome por el camino hacia mis metas y objetivos.

A mis hermanos Doan y Adrianna, que me acompañan en todo momento de alegría y tristeza.

A mi familia y a mis verdaderos amigos que me apoyan para crecer como persona y profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi agradecimiento al Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas, asesor de mi investigación, por su tiempo y orientación con esta tesis, ya que sin su experiencia y aportes no hubiese sido posible esta investigación.

Un especial agradecimiento a David G. por su apoyo y motivación diaria para la culminación de esta tesis.

Agradezco también al personal del laboratorio por su apoyo durante el desarrollo de experimentación.

A la plana docente por sus aportes y enseñanzas durante los ciclos de estudios de la maestría.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación e importancia	7
1.3. Delimitación de la investigación	8
1.4. Limitaciones	9
1.5. Objetivo de la investigación	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial	10
2.1.2. Antecedentes Nacionales	12
2.1.2. Antecedentes Locales	13
2.2. Bases teóricas.....	13
2.3. Definición de términos básicos	17
CAPÍTULO 3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	23
3.1. Hipótesis	23
3.2. Variables/categorías.....	23
3.3. Operacionalización/ categorización de la hipótesis.....	24
CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO	25
4.1. Ubicación geográfica	25
4.2. Diseño de la Investigación.....	26
4.3. Método de investigación.....	26
4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación.....	26
4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	27
4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	27
4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.	29
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1. Presentación de resultados	31
5.1.1. Clasificación del suelo	31

5.1.2.	Ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas de adobe	32
5.1.3.	Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe	35
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados	37
5.3.	Contrastación de hipótesis	39
CONCLUSIONES		40
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS		42
ANEXOS.....		46
ANEXO 1: TABLAS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE PILAS Y MURETES DE ADOBES		46
ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO		73
ANEXO 3: PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERA.....		79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Mundial Construcción con Tierra	3
Figura 2: Construcciones con adobe en la ciudad y zona rural de Cajamarca	6
Figura 3 Configuración de muros para ensayo de compresión diagonal	10
Figura 4: Prueba a compresión de pilas de adobe	11
Figura 5: Agrietamiento diagonal siguiendo la línea de juntas de mortero.	16
Figura 6: Falla en la junta de adobe	17
Figura 7: Construcción del adobe.	18
Figura 8: Construcción del adobe.	22
Figura 9: Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Cajamarca	25
Figura 10: Ubicación de la cantera	25
Figura 11: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm	32
Figura 12: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm	32
Figura 13: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm	33
Figura 14: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm	33
Figura 15 Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión de acuerdo al espesor de junta de las pilas de adobe.	34
Figura 16: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm.	35
Figura 17: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm.	35
Figura 18 Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm	36
Figura 19 Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm	36
Figura 20: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión diagonal de acuerdo al espesor de junta de los muretes de adobe.	37
Figura 21: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión axial de las pilas de adobe con su respectiva variación de deformación, de acuerdo al espesor de junta.	38
Figura 22: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión diagonal de los muretes de adobe con su respectiva variación de deformación, de acuerdo al espesor de junta.	38
Figura 23: Elaboración de muretes de adobe con diferentes espesores de junta.	73
Figura 24: Medición de los muretes de adobe para seguir la norma E 080.	73
Figura 25: Ensayo de compresión axial en pila de adobe.	74
Figura 26: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.	74
Figura 27: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.	75
Figura 28: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.	75
Figura 29: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.	76
Figura 30: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.	76
Figura 31: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.	77
Figura 32: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.	77
Figura 33: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.	78
Figura 34: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.	78

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Viviendas por material predominante en las paredes exteriores en el distrito de Cajamarca (%)</i>	6
<i>Tabla 2: Cuadro de clasificación de suelos según SUCS</i>	19
<i>Tabla 3: Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis</i>	24
<i>Tabla 4: Población de los ensayos de compresión y reflexión según Norma E-080</i>	27
<i>Tabla 5: Instrumentos y métodos de acuerdo a los tipos de ensayo</i>	29
<i>Tabla 6: Matriz de consistencia metodológica</i>	30
<i>Tabla 7: Resultado del ensayo de suelos</i>	31
<i>Tabla 8: Resumen de los esfuerzos promedios del ensayo de compresión axial de pilas de adobe por cada espesor de junta</i>	34
<i>Tabla 9: Resumen de los esfuerzos promedios del ensayo de compresión diagonal de muretes de adobe por cada espesor de junta.</i>	37
<i>Tabla 10: Tabla Contrastación de la hipótesis general de estudio planteada</i>	39
<i>Tabla 11: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 1.5 cm</i>	46
<i>Tabla 12: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm</i>	52
<i>Tabla 13: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm</i>	57
<i>Tabla 14: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm</i>	62
<i>Tabla 15: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de muretes de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm.</i>	67
<i>Tabla 16: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm.</i>	68
<i>Tabla 17: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm.</i>	70
<i>Tabla 18: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm.</i>	71

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1: Peso específico</i>	20
<i>Ecuación 2: Resistencia a la compresión axial</i>	21
<i>Ecuación 3: Resistencia a la compresión</i>	21
<i>Ecuación 4: Esfuerzo mínimo a la resistencia de compresión</i>	29
<i>Ecuación 5: Esfuerzo mínimo a la resistencia de compresión</i>	29

RESUMEN

La presente investigación detenta como objetivo precisar la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta de 1.5, 2.00, 3.00 y 4.00 cm; es un estudio experimental, cuantitativo, transversal. Se consideró los espesores de junta de mortero según la norma E 0.80 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. El material utilizado fue extraído de la cantera del Centro Poblado El Cerrillo, distrito de Baños del Inca; está clasificado (Ortiz. 2029) como areno limoso (SW-SM, SUCS). El proceso, significó elaborar adobes, realizar los ensayos de compresión y flexión de las unidades de adobe, incorporándoles cuatro porcentajes de estiércol de caballo en vez de paja. Luego se prepararon 24 pilas y 24 muretes (cuadrados, 0.60 m de lado) con espesores de junta de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm. Iniciamos confeccionando adobes de 20x30x10, secaron en 28 días, luego construimos pilas y muretes para los ensayos de compresión axial y compresión diagonal. Para el ensayo se consideró 24 pilas y 24 muretes, espesores de junta: 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm, según la norma NTP E 0.80. Los resultados del procesamiento y análisis de datos de laboratorio mostraron: que, al incrementar el espesor de junta en las pilas y muretes de adobes, disminuye su resistencia a la compresión axial en 14.44 %, y 37.28 % en la resistencia de compresión diagonal; al incrementar el espesor de junta de mortero, disminuye su capacidad de resistencia; en tanto, al elevar el espesor de junta de mortero de las pilas de adobe, su resistencia a la compresión axial disminuye. En conclusión, la resistencia a compresión diagonal depende del espesor de junta de mortero, de manera que este espesor aumenta, la capacidad de resistencia disminuye, por tanto, utilizar un espesor mínimo de mortero.

Palabras clave: adobe, variación, espesor de junta, resistencia a la compresión axial, resistencia a la compresión diagonal.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the variation of the axial and diagonal compressive strength of adobe walls by increasing the joint thickness of 1.5, 2.00, 3.00 and 4.00 cm; it is an experimental, quantitative, cross-sectional study. The mortar joint thicknesses were considered according to the E 0.80 Design and Construction with Reinforced Earth standard. The material used was extracted from the quarry of the El Cerrillo settlement, Baños del Inca district; it is classified (Ortiz. 2019) as loamy sand (SW-SM, SUCS). The process involved making adobe bricks, performing compression and flexibility tests on the adobe units, incorporating four percentages of horse manure instead of straw. Then were prepared 24 piles and 24 walls (squares, 0.60 m on each side) with joint thicknesses of 1.50, 2.00, 3.00 and 4.00 cm. The first step was the construction of 20x30x10 adobe bricks, which dried in 28 days, and then we built piles and walls for the axial compression and diagonal compression tests. For the test it was considered 24 piles and 24 walls, joint thicknesses: 1.50, 2.00, 3.00 and 4.00 cm, according to the NTP E 0.80 standard. The results of the processing and analysis of laboratory data showed that increasing the joint thickness of adobe piles and walls decreases their axial compressive strength by 14.44% and 37.28% in diagonal compressive strength; increasing the mortar joint thickness decreases their resistance capacity; while increasing the mortar joint thickness of adobe piles decreases their axial compressive strength. In conclusion, the diagonal compressive strength depends on the mortar joint thickness, so as this thickness increases, the resistance capacity decreases, therefore, using a minimum mortar thickness.

Keywords: adobe, variation, joint thickness, axial compressive strength, diagonal compressive strength.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, en el Perú, el uso de la tierra en las construcciones se inicia en el periodo pre cerámico, al emplearse como mortero para unir las piedras. Luego, en el periodo formativo se empleó para la fabricación de ladrillos de adobe, reemplazando a las piedras. Elaboraron adobes de diferentes formas y dimensiones, lo que les permitía la construcción de diferentes formas arquitectónicas a lo largo de la cultura peruana. Sin lugar a dudas, es importancia para el mundo andino, en particular; es en este contexto la realización de la presente investigación: *“Variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta”*, presente como objetivo general: **determinar la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta;** objetivos específicos: establecer la resistencia a compresión axial de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm., y precisar la resistencia a compresión diagonal de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.

En relación al tema de abordado existen publicaciones importantes a nivel internacional y nacional, entre ellos están los estudios de Páez (2006), “Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debido a efectos sísmicos”; Sáinz & Sandoval (2010), su artículo “La arquitectura construida en tierra Tradición e Innovación - Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos”; Astorga (2011), en su investigación “Análisis del comportamiento de muros reforzados con geomalla ante esfuerzos cíclicos laterales”, Ruiz & Vidal (2015), en su investigación “Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez”; San Bartolomé & Delgado (2015), “Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamiento mínimo”; Ruiz (2017), “Macromodelación

numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”; Condori & Gonzales (2017), “Evaluación del módulo de elasticidad de mampostería de adobe por los métodos: destructivo y propagación de onda en el templo de San Pedro Apóstol, Andahuaylillas- Cusco, 2017”; “Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería”; Sáenz (2016), “Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería”.

Es importante esta investigación porque contribuye a enriquecer los conocimientos sobre la construcción con adobe, generando nuevos temas de investigación, con el fin de mejorar la investigación para tener más información técnica sobre el tema, así mismo, está en estricta correspondencia con la necesidad de tener el conocimiento técnico, específico sobre esta materia, que además al momento no existe; así mismo, contribuir a mejorar la seguridad física de las personas que habitan las viviendas con problemas de este tipo de riesgo. Por ende, contribuirá a la solución del problema de resistencia de los muros de adobe; responde de esta manera a la necesidad de los constructores de viviendas sobre un tema que suele presentarse en el proceso constructivo de las edificaciones que tienen lugar tanto en la zona urbana y en la zona rural, principalmente. Obviamente, las personas de menores recursos son las más favorecidas. Así mismo, coadyuva al fortalecimiento de la calidad de profesional en el contexto de la competencia y la competitividad correspondiente.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Contextualización

El adobe es el material de construcción más antiguo, es una técnica de construcción a base de tierra, donde su uso data desde hace más de 10 mil años a nivel mundial. (Pérez, 2019)

El ladrillo de adobe está compuesto por tierra con una pequeña consistencia arcillosa, también, contiene una cantidad proporcional de material seco de paja o yerba seca, en calidad de agente aglutinante los que servirán para aumentar la resistencia de la estructura del ladrillo del adobe; debido a que contrarrestan el agrietamiento que se produce en el adobe al secarse. (ENPOSITIVO, 2022)

ARCHITECTURE DE TERRE DANS LE MONDE



Figura 1: Zonas del mundo donde construyen con tierra
Fuente: Construcción con Tierra (META2020, 2018)

Desde la antigüedad, las diferentes culturas del mundo vienen usando la tierra como material y el adobe como una de las técnicas de construcción más utilizadas para las viviendas y otras edificaciones como: la Gran Muralla China, templos en el imperio egipcio, las pirámides Aztecas, que continúan vigentes hasta hoy; lo podemos apreciar en diferentes países del mundo: Irán, Marruecos, Malí, Egipto, Perú, Ecuador, Bolivia, entre otros (META2020, 2018).

La utilización de la técnica de adobe en la construcción es realizable, no requiere de mano de obra especializada; el uso del adobe, en el contexto de la construcción con tierra,

involucra a las dimensiones: social, ambiental, energético y constructivo. Empero, los resultados de alta calidad artística de la construcción lo proporciona el arte y oficio de la albañilería y sus secretos, los que son patrimonio cultural familiar de los albañiles y lo mantienen en el tiempo mediante transmisión oral entre sus integrantes.

En Asia Menor, en la República de Turquía está la ciudad más antigua es Çatalhöyük, tiene 7 000 a.C., es el conjunto urbano más grande de la época neolítica en el Oriente Próximo, allí se encontraron casas construidas con adobe. Este tipo de construcciones también existen en África occidental en Malí, donde se encuentran dos construcciones importantes: la Mezquita Djinguereber, fue construida en el año 1325 y la Gran Mezquita de Djenné, es el mayor edificio sagrado del mundo hecho de barro y paja, con una superficie de 75x75m (5,625m²), mundialmente es conocida por su tamaño y colorido. (Alvítez, 2019)

El connotado arquitecto Hassan Fathy (1899-1989), natural de Egipto, fue el pionero en reestablecer y usar el adobe, integró la dimensión económica rural con el conocimiento de la arquitectura del antiguo Egipto, de tal modo enseñó a los habitantes del lugar las técnicas de diseños con adobe para que construyesen sus propias casas. (Pérez, 2019)

A través de la historia, observamos que los colonos europeos de Inglaterra, Francia y Alemania llegaron a América, continuaron con la construcción de adobes, predominaron en el sur oeste de Estados Unidos. (Cohen, 2021). Desde luego, aprovecharon la existencia de los materiales necesarios y disponibles. En América, como en México, Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador y Chile, las casas de adobe se consideran patrimonio de la zona rural, donde se conserva la tradición desde hace años.

En este contexto, en nuestro país está la ciudad de barro más grande de América, la ciudadela de Chan Chan (1200-1480), también la Ciudad Sagrada de Caral (3000 a. C. - 1800 a. C.), que fue el hábitat humano más antiguo de América Latina.” (Alvítez, 2019)

En nuestro país, el uso de la tierra en construcciones se inició en el periodo pre cerámico, al emplearse como mortero para unir las piedras; luego, en el periodo formativo, fue utilizado para la fabricación de ladrillos de adobe, reemplazando a las piedras. Elaboraron adobes de diferentes formas y dimensiones, lo que les permitía la construcción de diferentes diseños arquitectónicos de la cultura peruana.

Tipos de adobe según los periodos históricos:

- Periodo formativo inferior (2,000-1,200 AC)
 - ✓ Adobe cónico (Sechin, Punkuri en el departamento de Ancash)
 - ✓ Adobe cilíndrico (Flanco oeste del cerro de Sechín, en el departamento de Ancash)
 - ✓ Adobe truncado (Cañahuaca)
- Periodo formaciones regionales (100 -800 DC)
 - ✓ Adobe paralelepípedo: utilizando moldes de caña (Huaca del Sol y la Luna en el departamento de La Libertad) (Pérez, 2019)

En la época del Tahuantinsuyo, contaron con disponibilidad de materiales en su territorio para confeccionar adobes, lo que facilitó su uso masivo en las construcciones. Las dimensiones del adobe fueron: 0.50 x 0.30x 0.15 m³ aproximadamente. Al iniciar la colonia, los españoles construyeron con piedra, principalmente bóvedas y cúpulas; observaron que estas estructuras eran estables, pero no se comportaban bien ante los sismos, lo que optaron por utilizar la quincha y adobe. (Pérez, 2019)

En el caso del Departamento de Cajamarca, hasta la fecha se realizan construcciones con adobe y/o tapial; por ejemplo, la Iglesia de la Provincia de San Miguel, su construcción es de solo ladrillo de tierra, la construcción se inició el año 1901 y concluyó en 1912. (Alvítez, 2019)

Tabla 1

Viviendas según material predominante en las paredes exteriores. Distrito de Cajamarca

Viviendas por material predominante en las paredes exteriores (%)	Urbano	Rural	Total	%
Material Noble	31 322	1 579	32 901	65.19
Material de Adobe o tapia	9 375	7 572	16 947	33.58
Material precario	498	121	619	1.23
Total	41 195	9 272	50 467	100.0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2017)



Figura 2: Construcciones con adobe en la ciudad y en la zona rural de Cajamarca

Fuente: Sanmiguelcajamarca.blogspot.com/2014/10/7.html

En las ciudades capitales del departamento de Cajamarca, existen numerosas edificaciones construidas de adobe y tapial, son casonas que datan de la época colonial y que son utilizadas como oficinas de instituciones públicas. En el caso de la ciudad de Cajamarca tiene delimitada la “Zona Monumental” que concentra las edificaciones que datan desde la colonia. Es importante señalar que en la zona rural del departamento de Cajamarca predominan las viviendas de adobe y/o tapial, las cuales son construidas de forma empírica, las cuales, al no seguir una normativa pueden presentar fallas diversas por factores diferentes.

1.1.2. Descripción del problema

La norma E.080 (2017), indica que el espesor de junta de los morteros puede variar de 0.05 m a 0.20m y depende del tipo de muro puede utilizarse un espesor de 0.04 m para su estabilidad y resistencia. (VIVIENDA, 2017)

En las construcciones del departamento de Cajamarca, se observa que los muros de adobe de numerosas viviendas y otras edificaciones, tanto de la zona urbana y zona rural presentan grietas; evidentemente es originado por factores varios, como: características del suelo, elaboración del adobe, procesos constructivos, composición del mortero, espesor de junta, entre los principales. Tal situación, muestra que estas construcciones no son elaboradas de acuerdo a lo estipulado en la Norma E 0.80, la cual especifica las características para construcción con adobe. Lo que evidencia que las construcciones son realizadas de manera empírica, principalmente.

Según la Norma E-80, “los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de una edificación de tierra reforzada”. (VIVIENDA, 2017). Con tal motivo, las indicadas viviendas son materia de especial atención en virtud a la resistencia del material utilizado (adobe) y la seguridad que este representa para las personas frente a los factores de riesgo, mas, aun, considerando la ubicación de nuestro país está en una de las zonas de alta sismicidad del cinturón de fuego del pacífico.

En este contexto, al observar la presencia de fallas en las paredes de adobes, además de un espesor determinado de juntas de mortero y adobes de diferentes magnitudes, nos lleva a plantear la pregunta siguiente:

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta?

1.2. Justificación e importancia

1.2.1. Justificación científica

Desde este punto de vista, es importante porque la presente investigación contribuye a enriquecer los conocimientos sobre la variación en la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobes cuando se incrementan los espesores de junta en ambos casos.

Los resultados contribuirán a incrementar los conocimientos técnicos sobre las características de los adobes, lo que propiciará temas nuevos de investigación que coadyuvarán a nutrir la información científica sobre el tema.

1.2.2. Justificación técnica – práctico

Esta investigación guarda correspondencia directa con la necesidad de tener conocimiento técnico específico sobre el tema en cuestión, que por cierto, al momento no existe; así mismo, contribuirá a mejorar la seguridad física y emocional de las personas que habitan las viviendas construidas con adobes.

Se considera que, coadyuvará a la solución de problemas prácticos sobre la resistencia de los muros de adobe; es decir; se prevé que, forma parte de las respuestas a una de las necesidades priorizadas de los constructores de viviendas, en la perspectiva de solucionar este tipo de problemas que suelen presentarse en el proceso constructivo de las edificaciones que tienen lugar tanto en la zona urbana y en la zona rural, principalmente. Obviamente, de las personas de menores recursos serán las más favorecidas.

1.2.3. Justificación institucional y personal.

El presente estudio aportará a fortalecer el prestigio de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca, así mismo, se sumará al fortalecimiento de la calidad de profesional en el marco de la competencia y la competitividad correspondiente.

1.3. Delimitación de la investigación

Las delimitaciones de la presente investigación son las siguientes:

- a) La investigación se desarrolló en el distrito de Cajamarca; los ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz” de la Universidad Nacional de Cajamarca en el 2021.
- b) Para la elaboración de los especímenes de adobe se usó material (suelo) de la cantera “De la Cruz Chugnas”, C.P. El Cerrillo, distrito de Baños del Inca.

- c) Se utilizó los datos del estudio de suelos de la Tesis de Ortiz (2019), “Efectos de la Incorporación de Cuatro Porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de Estiércol de Caballo en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Adobe”.
- d) Se elaboraron 24 pilas de adobe y 24 muretes de adobe, con diferentes espesores de junta de mortero.
- e) El desarrollo de la investigación fue acorde a las pautas de la Norma E0.80 del MVCS (2017), por lo que se realizaron los ensayos siguientes:
 - Resistencia a la compresión de pilas de adobe
 - Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe

1.4. Limitaciones

La limitación principal en el proceso de elaboración de la presente investigación, fue la inexistencia de estudios sobre el tema realizados en esta localidad; por lo que se optó por complementar con referencias bibliográficas de investigaciones similares; por ejemplo, la investigación referida a los espesores de juntas de morteros en albañilería. Así mismo, se consideró la norma E.080 de adobe y otras investigaciones sobre construcciones con adobe.

1.5. Objetivo de la investigación

1.5.1. Objetivo General:

Determinar la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- a. Establecer la resistencia a compresión axial de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.
- b. Precisar la resistencia a compresión diagonal de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación o marco referencial

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Páez. M (2006), en su artículo “Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debido a efectos sísmicos”, indica, que los muros de bloque con espesor de mortero de 1 cm resisten más del doble a esfuerzo cortante, mientras que los muros donde se aumentaron el espesor de junta horizontal, aumentan su resistencia a corte, lo que concluye que a medida que aumenta el espesor de la junta disminuye la resistencia a corte. Por lo que concluye que el esfuerzo promedio resistente al corte de los muros fue de 8.6 k/cm², donde hubo una variación de 5.4 a 7.2 kg/cm², cuando tienen el espesor de junta de 1.00 o de 0 cm.

Modelo	Número muretes	Unidad	Espesor Junta Horizontal (cm)
1	2	Tolete Chircal	1.0
2	2	Tolete Chircal	1.0
3	2	Tolete Prensado	1.0
4	2	Tolete Prensado	1.0
5	2	Bloque N ^o 5	0.0
6	2	Bloque N ^o 5	0.0
7	2	Bloque N ^o 5	1.0
8	2	Bloque N ^o 5	1.0

*Figura 3 Configuración de muros para ensayo de compresión diagonal
Fuente: Revista de Ingenierías Universidad de Medellín*

La investigación de Sáinz & Sandoval (2010), muestra en su artículo: “La arquitectura construida en tierra Tradición e Innovación”, (*Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos*), los ensayos y métodos experimentales utilizados; realizaron 150 ensayos de tracción de pilas de adobe, fabricados con morteros de barro con y sin aditivos con 5 diferentes espesores de junta de 2 a 10 mm; los resultados indican que, a menor espesor de mortero, se obtiene mayor resistencia de tracción. También, realizaron ensayos de compresión diagonal con muretes de adobe y espesor de junta de mortero de 5 mm de espesor, revelan que son 150% más resistentes que los muretes tradicionales, por lo que se concluye, que los morteros de menores espesores hacen que las pilas y muretes de adobe obtengan mayor resistencia, debido al menor grosor de las microfisuras.

A su vez, Astorga (2011), consideró en su investigación, “Análisis del comportamiento de muros reforzados con geomalla ante esfuerzos cíclicos laterales”, confeccionar modelos lineales tridimensionales, modelo 3D, y especímenes muretes de adobe con malla y espesor de junta de mortero de 1 cm; observó que el mortero es el primero que se rompe y dirige la grieta y crea camino a esta, pero, aumenta la resistencia en un 65% por la geomalla y el espesor mínimo.

En tanto, Ruiz & Vidal (2015), para su estudio, “Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez”, elaboraron pilas de adobes con espesor de juntas de 2 cm; después, realizaron ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión en pilas de adobe y probetas de mortero; en el ensayo de compresión de en pilas de adobe el resultado promedio fue de 5.36 kg/cm², el cual es un valor aceptable, ya que la resistencia para los muretes de adobe es de 6.00 kg/cm²; adoptaron este dato como referencia, debido a la escasez de literatura sobre el tema de pilas de adobe.

PILA	FUERZA AXIAL (KG)	A1 (cm ²)	A2 (cm ²)	A3 (cm ²)	Aprom (cm ²)	σ (kg/cm ²)
1	10 000.00	1421.00	1376.16	1435.50	1410.89	7.09
2	10 500.00	1392.00	1358.40	1411.20	1387.20	7.57
3	9 250.00	1339.20	1373.34	1344.00	1352.18	6.84
4	9 750.00	1406.30	1396.80	1445.50	1416.20	6.88
5	9 250.00	1421.00	1372.00	1406.50	1399.83	6.61
6	9 000.00	1360.80	1362.85	1358.00	1360.55	6.61
7	8 500.00	1344.00	1372.00	1372.00	1362.67	6.24
8	9 000.00	1368.00	1382.25	1344.00	1364.75	6.59
9	7 750.00	1360.80	1421.00	1412.30	1398.03	5.54
10	8 000.00	1392.00	1382.25	1396.50	1390.25	5.75
Media						2.11
Desviación estándar						0.48
Coeficiente de variación						0.23

Figura 4: Prueba a compresión de pilas de adobe

Fuente: La arquitectura construida en tierra Tradición e Innovación -Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación “Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamiento mínimo”, realizaron un ensayo de compresión axial de 4 pilas de adobe con juntas de 2 cm de espesor, proporcionó una resistencia de $f' m = 8.9 \text{ kg/cm}^2$, resultado que es cercano a la resistencia admisible. (San Bartolomé & Delgado, 2015)

A su vez, la investigación “Macromodelación numérica de ensayos de pilas y muretes de albañilería de arcilla”, desarrolló macromodelos con el objetivo de calibrar las propiedades plásticas de albañilería, para caracterizar su comportamiento estructuralmente a compresión axial y diagonal.

En los ensayos de pilas obtuvo fallas por concentración de cargas en las esquinas y grietas verticales, así mismo en los muretes, hubieron fallas por corte y por aplastamiento las fallas en la albañilería están influenciadas por la configuración del elemento y la cohesión entre cada componente, por lo que concluye que las fallas están influenciadas por la configuración del elemento, el tipo de mortero que da cohesión entre los elementos, propiedades físicas y mecánicas y el tipo de carga que se le aplique. (Ruiz, 2017)

Para la investigación, “Evaluación comparativa de la influencia de diferentes espesores de junta de mortero de tres diferentes calidades en muretes de albañilería sometidos a compresión diagonal, elaborados con ladrillo King Kong 18 huecos de la zona de San Jerónimo - Cusco”, realizaron análisis de resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería con juntas de mortero de 1.50, 2.00 y 2.50 cm, demostrando su hipótesis: “la resistencia a la compresión diagonal de muretes es inversamente proporcional al espesor de la junta”.

Arriban a la conclusión, que el mortero que se podrá utilizar para la elaboración de muros de albañilería es de un espesor de junta es de 1.50 cm, para su mejor resistencia. (Salinas & Llanque, 2017)

Condori & Gonzales (2017), en su tesis “Evaluación del módulo de elasticidad de mampostería de adobe por los métodos: destructivo y propagación de onda en el templo de San Pedro Apóstol, Andahuaylillas- Cusco, 2017”, hicieron la evaluación del módulo de elasticidad estático mediante la propagación de onda, para no afectar la estructura interna del Templo; concluyen, que para muretes con espesor de junta igual a 2.00 cm, los módulos de elasticidad obtenidos a través de métodos sónicos son confiables.

2.1.2. Antecedentes Locales

La tesis, “Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería”, presenta el análisis de las pilas de ladrillo King Kong 18 huecos variando su espesor de junta de mortero en 1.00, 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm en el ensayo de compresión axial, concluyendo que por cada 1.00 cm incrementado al espesor del mortero, la resistencia a la compresión axial disminuye en un 15%. (SÁENZ, 2016)

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Suelo

2.2.1.1. Definición:

El suelo es un recurso natural limitado, no renovable que cumple funciones diversas, por ejemplo: participa en los ciclos biogeoquímicos de elementos químicos como: carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta (Burbano & Orejuela, 2016).

Los suelos, conforman la parte superior de la superficie terrestre, es una capa fina llamada pedosfera. Contienen minerales, materia orgánica, aire y agua. El uso y función del suelo depende de la cantidad de cada componente. Son los sedimentos no consolidados de partículas sólidas fruto de la alteración de las rocas, o los suelos transportados por agentes como el agua, hielo, viento.

2.2.1.2. Características del suelo:

Se clasifican en:

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

2.2.2. El adobe

2.2.2.1 Definición:

El adobe es un material de construcción, compuesto por tierra y paja generalmente, de bajo costo y de fácil acceso, ya que es elaborado mayormente por comunidades locales.

Según el Manual de Adobe, “es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos” (VIVIENDA, 2017).

2.2.2.2. Dimensiones del adobe tradicional

Las recomendaciones según la norma E-080, un buen adobe debe cumplir con estas dimensiones:

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

b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.

c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

2.2.2.3. Suelo para adobe

Los requisitos que deben cumplir los suelos para elaborar un adobe deben ser de los siguientes porcentajes:

- Arcilla: 10 - 20%
- Limo: 15 - 25%
- Arena: 55 - 70%

No se debe usar suelos orgánicos, tiene que estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que disminuyan su resistencia. (VIVIENDA, 2017).

2.2.3. Mortero para juntas para adobe

2.2.3.1. Definición:

Es una mezcla plástica que tiene la propiedad de ser moldeable y adherirse fácilmente a otros materiales y alcanzar resistencias. Los morteros son fabricados de diferentes materiales. (NIASA, 2020)

2.2.3.2. Tipos de Morteros

Se definen en relación al conglomerante que se utiliza:

- *Mortero de Cal*: Las propiedades de la cal permite mejorar su manejo, como plastificante para mejorar la deformabilidad del mortero y de los bloques.
- *Mortero de Arena*: La arena se emplea de manera natural y bien mezclada para mejor adherencia.
- *Mortero de Yeso*: Son rápidos en fraguarse, pero menos resistentes que otros morteros. Tienen gran capacidad de absorción.
- *Mortero de Cemento*: Es el más resistente y de fraguado rápido, pero puede resquebrajarse. Mayormente se usa para muros de carga y tabiquería.

2.2.4. Estudio de suelos:

2.2.4.1. Definición:

Es la investigación, análisis, indagación o esfuerzo de la inteligencia para conocer, aprender y comprender las propiedades físicas y mecánicas del suelo, su estratigrafía o estratos, entre otros de sus aspectos más importantes. La importancia depende del tipo de proyecto que se va a realizar, ya que con los resultados obtenidos se puede tomar dediciones sobre el proyecto. (GEOSEISMIC, 2017).

2.2.4.2. Tipos de fallas en muros de adobe

La resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe, va variando de acuerdo al espesor de junta de mortero, por lo que cuando existen movimientos sísmicos y asentamientos, entre otros que generan fallas en los muros de adobe, la falla externa daña principalmente a las juntas de los muros de adobe, como se mencionan a continuación:

➤ Falla por fuerza cortante en el plano del muro:

Esta falla se produce por la acción de las fuerzas cortantes, las que se presentan en las esquinas superiores o inferiores de las ventanas y puertas extendiéndose de manera diagonal. En el cual la posibilidad de que haya colapso dependa del espesor del muro y de la junta (SERRANO, 2016).

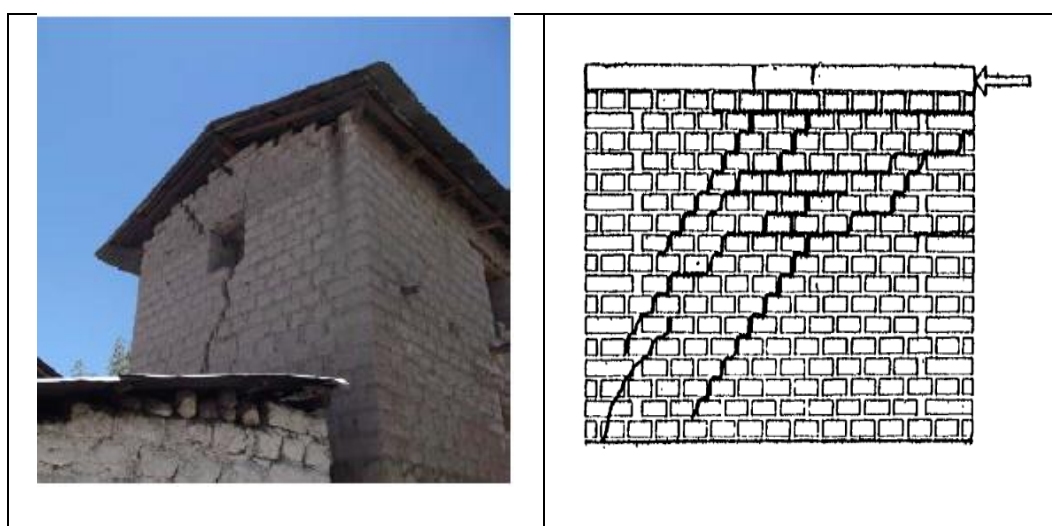


Figura 5: Agrietamiento diagonal siguiendo la línea de juntas de mortero.

Fuente: Herramientas para la capacitación en reforzamiento con malla de cuerdas de viviendas de adobe autoconstruidas en áreas sísmicas (SERRANO, 2016)

➤ **Falla en la junta de adobe:**

Es una grieta horizontal que se produce por la acción de movimientos sísmicos perpendiculares al plano del muro (CERESIS, 2016).



Figura 6: Falla en la junta de adobe

Fuente: Manual Técnico para el reforzamiento de las viviendas de adobe existentes en la costa y sierra (CERESIS, 2016).

- **Resistencia a la compresión axial:**

Es el fuerza máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria (INSTRON, 2016).

- **Resistencia a la compresión diagonal:**

Este ensayo se realiza para conocer la resistencia y el módulo de corte del material (INSTRON, 2016).

2.3. Definición de términos básicos

- **Tierra**

Es un material que se usa para la construcción, el cual está compuesto por arcilla, limo y arena, en otros casos puede contener cantidades de grava y piedras (CORE, 2017).

- **Adobe**

Es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material, que mejore su estabilidad frente a agentes externos (VIVIENDA, 2017).



Figura 7: Construcción del adobe.

Fuente: Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe (Guzmán Freire & Iñiguez Tinoco, 2015)

- **Mortero:**

Material para unir bloques de adobe, puede ser de barro con paja o con arena, u otros componentes como asfalto, cemento, cal, etc.

Los morteros se clasifican en dos grupos:

- ✓ Tipo I: en base a tierra con algún aglomerante (cemento, cal, asfalto, etc.)
- ✓ Tipo II: La composición es la misma que el de las unidades de adobe. Las juntas horizontales y verticales no deberán exceder de 2 cm y se tienen que llenar todo por completo (VIVIENDA, 2017).

- **Ensayo de suelos:**

Este ensayo se emplea para identificar las características del suelo y determinar su capacidad de soportar una estructura. Existen distintas categorías para realizar el ensayo de suelos, las cuales son:

- **Ensayos de identificación y estado:** para determinar las características básicas de los suelos.
 - ✓ Determinación de la densidad y humedad
 - ✓ Límites de Atterberg
 - ✓ Granulometría por tamizado o por sedimentación
 - ✓ Peso específico de las partículas.

- **Densidad del suelo:**

Se utiliza para determinar la densidad de los suelos compactos, bases y subbases, respecto a su porcentaje dado de la densidad máxima obtenida en el ensayo de Próctor, correspondiente al tipo de suelo (CONSTRUMÁTICA, 2018).

- **Contenido de Humedad**

Es la relación del peso del agua en una masa de suelo y el peso de las partículas sólidas, expresada como porcentaje.

- **Límites de Atterberg:**

Son los límites de los contenidos de humedad que definen los cuatro estados del suelo: estado sólido, semisólido, plástico y semilíquido.

Permiten realizar una caracterización del suelo, ya que los ensayos son rápidos de realizar en el laboratorio.

- ✓ Límite Líquido: Este ensayo se determina mediante la cuchara de Casagrande.
- ✓ Límite Plástico: Se determina mediante la formación de pequeños cilindros en la palma de la mano sobre una superficie lisa, hasta el momento que se cuartean.
- ✓ Índice de plasticidad: Una vez definidos el Límite líquido y el plástico, se puede determinar el índice plástico con la siguiente fórmula: $IP=LL-LP$.

Tabla 2: Cuadro de clasificación de suelos según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLOS DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	GRAVAS LIMPIAS (sin o con pocos finos)	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz N°200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% - >GW,GP,SW,SP	$Cu = D_{60} / D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$ entre 1 y 3
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava – arena, pocos finos o sin finos.		No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW
	GRAVAS CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Límites de atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$	Encima de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren	
			Gravas arcillosas,			Límites de atterberg

Más de la mitad del material retenido en el tamiz N° 200	MÁS DE LA MITAD DE LA FRACCIÓN GRUESA PASA POR EL TAMIZ N° 04	ARENAS LIMPIAS (pocos o sin finos)	GC	mezclas grava-arena-arcilla.	>12% - >GM,GC,SM,SC 5 al 12% - >casos limite que requieren usar doble símbolo	sobre la línea A con IP > 7	doble símbolo
			SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		$Cu = D_{60} / D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / D_{10} * D_{60}$ entre 1 y 3	
		SP		Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW	
			ARENAS CON FINOS (apreciable cantidad de finos)	SM		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de atterberg debajo de la línea A o IP < 4
		SC				Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla.	Límites de atterberg sobre la línea A con IP > 7

Fuente: Norma Técnica Peruana para ensayo de granulometría (NTP-400.012, 2001)

- **Granulometría:**

Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado, donde el tamaño se determina por medio de tamices de malla con aberturas cuadradas (ECURED, 2019).

- **Peso específico:**

Es el cociente entre el peso del material y el peso del volumen del agua.

Ecuación 1: Peso específico

$$\gamma_s = \frac{W_s(B)}{W_s(D) + Wfw(C) - Wfws(E)}$$

- **Muretes de adobe:**

Son estructuras que están hechas a base de unidades de adobe, adheridos uno con otros usando juntas de mortero, del mismo material (VIVIENDA, 2017).

- **Pilas de adobe:** Son estructuras hechas de adobes, unidos por mortero de forma vertical (VIVIENDA, 2017).

- **Resistencia a la compresión axial:**

La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión (INSTRON, 2016).

La resistencia a la compresión axial se calcula con la fórmula:

Ecuación 2: Resistencia a la compresión axial

$$\text{Esfuerzo máx} = \frac{P}{axb}$$

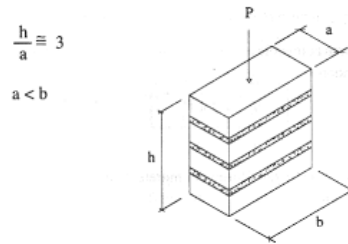
Donde:

P: Carga máxima soportada

axb: Área de contacto

a: ancho

b: largo



- **Resistencia a la compresión diagonal:** La carga se aplica en una de sus esquinas del murete ya sea de albañilería o de adobe, donde la diagonal vertical se encontrará perpendicularmente a la carga y en un estado de compresión máximo, generando la tracción (Ruiz, 2017).

La resistencia a la compresión diagonal se calcula con la fórmula:

Ecuación 3: Resistencia a la compresión

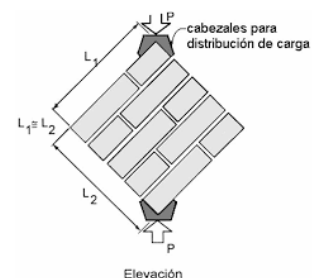
$$\text{Esfuerzo máx} = \frac{P}{axe}$$

Donde:

P: Carga máxima soportada

a: longitud de lado

e: espesor de murete



- **Juntas:**

Es el espacio que hay entre las dos superficies de los ladrillos o adobes inmediatos de un muro, en el cual se llena con el mortero para que se unan ambas partes (ACEROSAREQUIPA, 2018).

- **Espesor de junta de mortero:** Medida dimensional del mortero

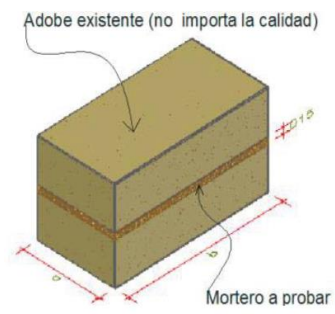


Figura 8: Construcción del adobe.

Fuente: Norma E0.80 (VIVIENDA, 2017)

CAPÍTULO 3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general.

La resistencia a compresión axial y diagonal de muretes de adobe, al incrementar el espesor de junta, disminuye su resistencia en a la compresión axial en un 5% y en la resistencia a la compresión diagonal en un 12 %.

3.2. Variables/categorías

3.2.1 Variables dependientes:

- ✓ Resistencia a compresión axial
- ✓ Resistencia a compresión diagonal.

3.2.2 Variable Independiente:

- ✓ Espesor de junta de mortero.

3.3. Operacionalización/ categorización de la hipótesis

Tabla 3: Operacionalización/ categorización de los componentes de las hipótesis

Hipótesis	Definición conceptual de las variables	Definición operacional de las variables / categorías			
		Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
	Espesor de junta de mortero: Medida dimensional del mortero. (VIVIENDA, 2017)	Independiente Espesor de junta de mortero	Incremento de espesor de junta de mortero.	cm	Medición con Vernier.
La resistencia a compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta, disminuye su resistencia en a la compresión axial en un 5% y en la resistencia a la compresión diagonal en un 12 %.	Resistencia a la compresión axial: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (VIVIENDA, 2017)	Dependiente Resistencia a compresión axial	Pilas de adobe	kg/cm ²	Equipo para ensayo de compresión
		Resistencia a compresión diagonal	Muretes de adobe	kg/cm ²	
	Resistencia a la compresión diagonal: Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (VIVIENDA, 2017)				

CAPÍTULO 4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Cajamarca
- Distrito: Cajamarca

Esta investigación se realizó tanto en la Universidad Nacional de Cajamarca y en la cantera De la Cruz Chugnas – C.P. El Cerrillo – Distrito de Baños del Inca. (Ver anexo 3: Plano de ubicación de la cantera)

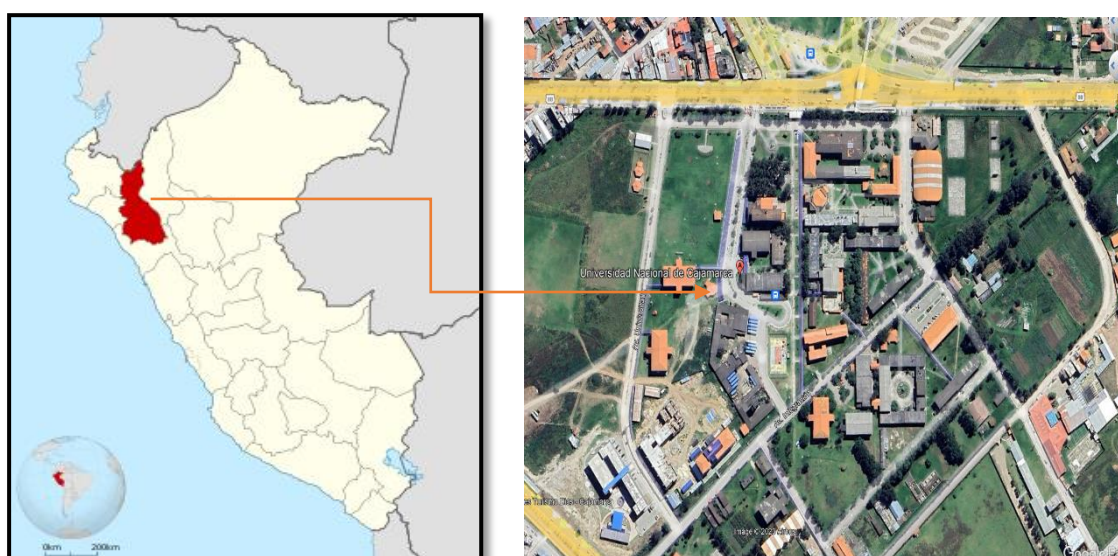


Figura 9: Ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Cajamarca
Fuente: Google Earth 2023

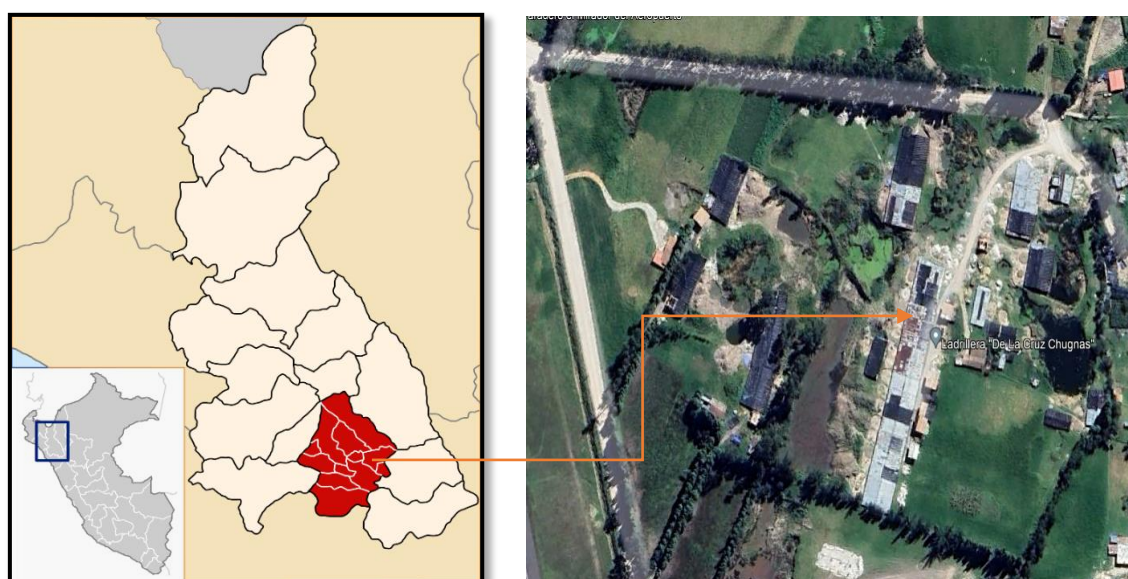


Figura 10: Ubicación de la cantera
Fuente: Google Earth 2023

4.2. Diseño de la Investigación

- **Tipo:** Experimental, porque se manipuló la variable espesor de junta de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.
- **Nivel:** Cuantitativo, se utilizó el análisis estadístico en la evaluación de los ensayos.
- **Diseño:** transversal, en tanto se realizó en un periodo determinado.

4.3. Método de investigación

- Inductiva, aplicada y descriptiva correlacional.

4.4. Población, muestra, unidad de análisis y unidades de observación

- **Población:** Son todos las pilas y muretes de adobe elaborados con la tierra de la cantera De la Cruz ubicada en el Cerrillo, con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm, sometidos a ensayos de resistencia a la compresión axial y diagonal.
- **Muestra:** Está constituida por 24 pilas para el ensayo de compresión axial y 24 muretes para el ensayo de compresión diagonal., donde los especímenes se elaboraron con diferentes espesores de junta de mortero (1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm), teniendo por cada espesor 06 pilas y 06 muretes para cada ensayo.
- **Unidad de análisis:**
 - ✓ Pilas de adobe con espesor de junta de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.
 - ✓ Muretes de adobe con espesor de junta de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.
- **Unidad de observación:**
 - ✓ Resistencia a la compresión axial de pilas de adobe.
 - ✓ Resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe.

Tabla 4: Población de los ensayos de compresión y reflexión según Norma E-080

	Espesor junta	Patrón (1.50)	2.00	3.00	4.00	TOTAL
	Ensayos					
Propiedades Mecánicas	Compresión axial	06 pilas	06 pilas	06 pilas	06 pilas	24 pilas
	Compresión diagonal	06 muretes	06 muretes	06 muretes	06 muretes	24 muretes

4.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

- Observación directa: se realizarán ensayos de compresión axial y compresión diagonal, de pilas y muretes de adobe, respectivamente.
- Análisis documental: se usarán normas técnicas, protocolos de ensayos, papers, etc.

4.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

- Fichas y/o formatos de control
- Protocolo de ensayo de compresión axial
- Protocolo de ensayo de compresión diagonal.

4.6.1. Procedimiento

a) Elaboración de adobes para muretes

Preparación y dimensiones de los adobes:

- Cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas.
- Las dimensiones del adobe como base son de 20x30x10 cm, los cuales tienen una variación mínima al ser secados.
- El secado del bloque de adobe debe ser lento, de 28 días, para lo cual se realiza sobre tendales protegidos del sol y del viento.
- Una vez secos los adobes se procederán a construir las pilas y muretes de adobe, teniendo en cuenta los espesores de junta, ya que son 24

muestras, de las cuales se han dividido en 6 muestras, con cada espesor de junta (1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm.).

- Los muretes de adobe deben tener como largo y ancho la misma medida, por lo que en la norma E 0.80 indica que debe ser min 0.60m.

Preparación y espesor del mortero:

- Se deben remojar los bloques de adobes antes de asentarlos, durante 15 a 30 segundos.
- La humedad del mortero no debe pasar el 20 %, para evitar el agrietamiento.
- La proporción entre paja cortada y tierra en volumen puede variar entre 1:1.
- El espesor de los morteros puede variar de 5 mm a 20 mm.
- Se debe evitar el secado violento de la albañilería mediante la protección del sol y del viento.
- Se debe evitar que el muro se divida en dos por juntas verticales continuas, sean estas longitudinales o transversales.

b) Ensayos de compresión y compresión diagonal en laboratorio

Se realizarán los ensayos de compresión axial y compresión diagonal para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño donde se considerarán la variabilidad de los materiales, usando los protocolos de laboratorio. (Ver anexos 05 y 06).

Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos:

- Resistencia a la compresión del murete:

Ecuación 4: Esfuerzo mínimo a la resistencia de compresión

$$f_m = 0.6MPa = 6.12 \text{ kgf/cm}^2$$

- Resistencia a la compresión diagonal del murete:

Ecuación 5: Esfuerzo mínimo a la resistencia de compresión

$$f_t = 0.025MPa = 0.25 \text{ kgf/cm}^2$$

4.7. Equipos, materiales, insumos, etc.

4.7.1. Equipos:

Para ensayos de compresión axial y compresión diagonal:

- Máquina de ensayo de materiales para resistencia a la compresión.
- Deformímetro

Tabla 5: Instrumentos y métodos de acuerdo a los tipos de ensayo

Ensayos	Métodos	Instrumento
Ensayo de compresión y compresión diagonal	Experimental	Equipo de compresión

4.7.2. Materiales

- Laptop
- Herramientas manuales
- Moldes para elaborar adobes

4.7.3. Insumos

- Agua
- Tierra arcillosa de cantera
- Paja

4.7.4. Personal

- Ingeniera civil investigadora
- Peón (01)
- Laboratorista (01)

4.8. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 6: Matriz de consistencia metodológica

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Fuentes de recolección de datos	Población y muestra.
¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta?	<ul style="list-style-type: none"> • Objetivos Generales: Determinar la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta. • Objetivos Específicos: • Determinar la resistencia a compresión axial de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm. • Determinar la resistencia a compresión diagonal de los muretes de adobe con espesores de junta de mortero de 1.50, 2.00, 3.00 y 4.00 cm. 	La resistencia a compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta, disminuye su resistencia en a la compresión axial en un 5% y en la resistencia a la compresión diagonal en un 12 %.	<ul style="list-style-type: none"> • Variable Independiente: Espesor de junta de mortero 	cm	Laboratorio.	24 pilas 24 muretes
			<ul style="list-style-type: none"> • Variable dependiente: Resistencia a compresión axial Resistencia a compresión diagonal 	Kg/cm ²	Ensayo de compresión. Protocolos de laboratorio.	24 pilas 24 muretes

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Clasificación del suelo

Tabla 7: Resultado del ensayo de suelos

ENSAYO	VALOR OBTENIDO
Contenido de humedad	5.49%
Análisis granulométrico	
• Pasa la malla N° 200	1.71%
• Pasa la malla N° 4 y retenido en malla N° 200	80.72%
• Cu	1.58%
• Cc	6.67
	0.6
Límite líquido	29.01%
Límite plástico	27.02%
Índice de plasticidad	1.99%
Peso específico	0.149 gr/cm ³
Clasificación SUCS	SW-SM

Fuente: Efectos de la incorporación de cuatro porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10 %) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe (Ortiz, Efectos de la incorporación de cuatro porcentajes (2.50%, 5%, 7.5% y 10%) de estiércol de caballo en la resistencia a la compresión y flexión del adobe, 2019)

5.1.2. Ensayo de resistencia a la compresión axial de pilas de adobe

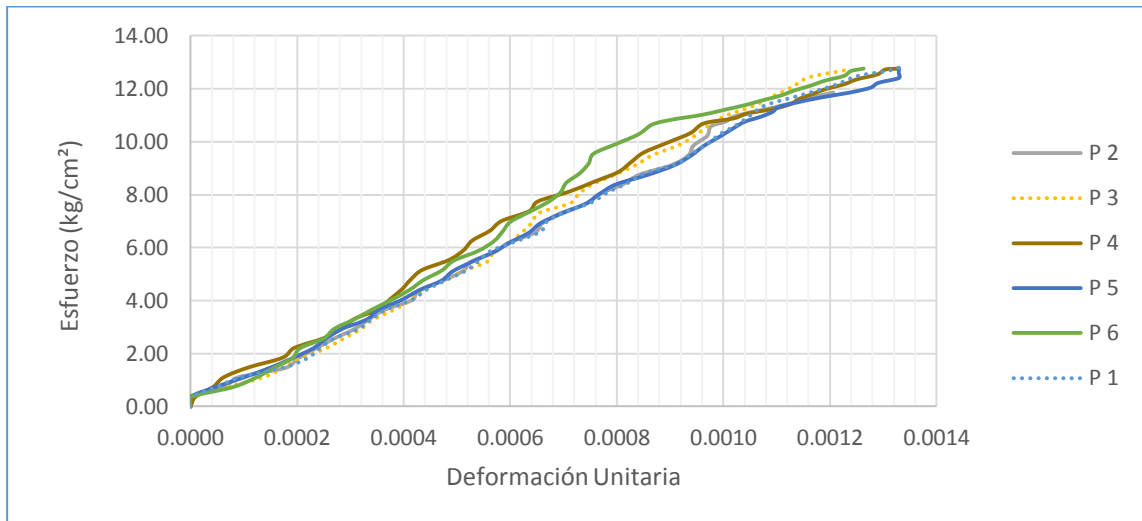


Figura 11: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de las pilas con 1.50 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

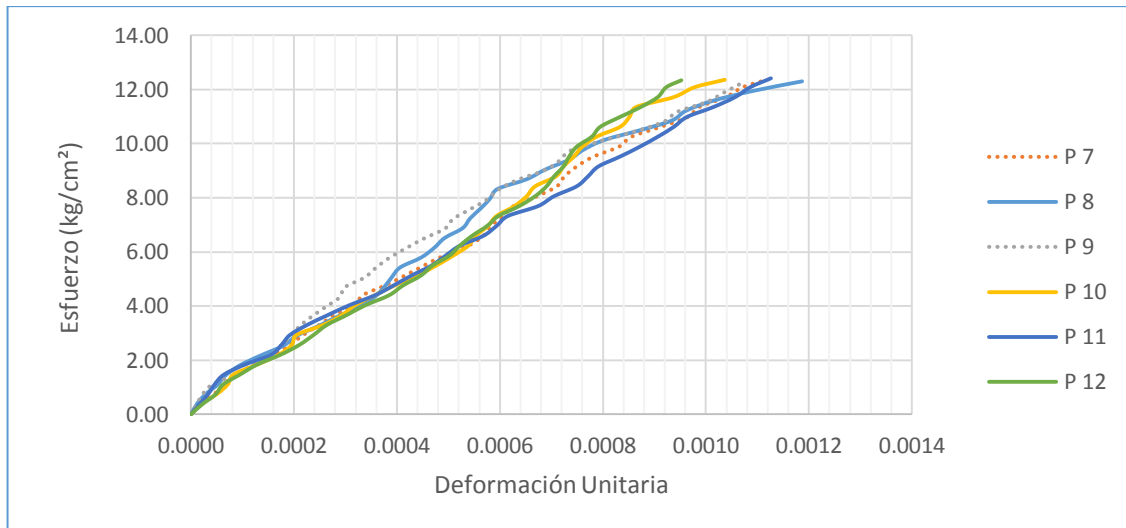


Figura 12: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de las pilas con 2.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

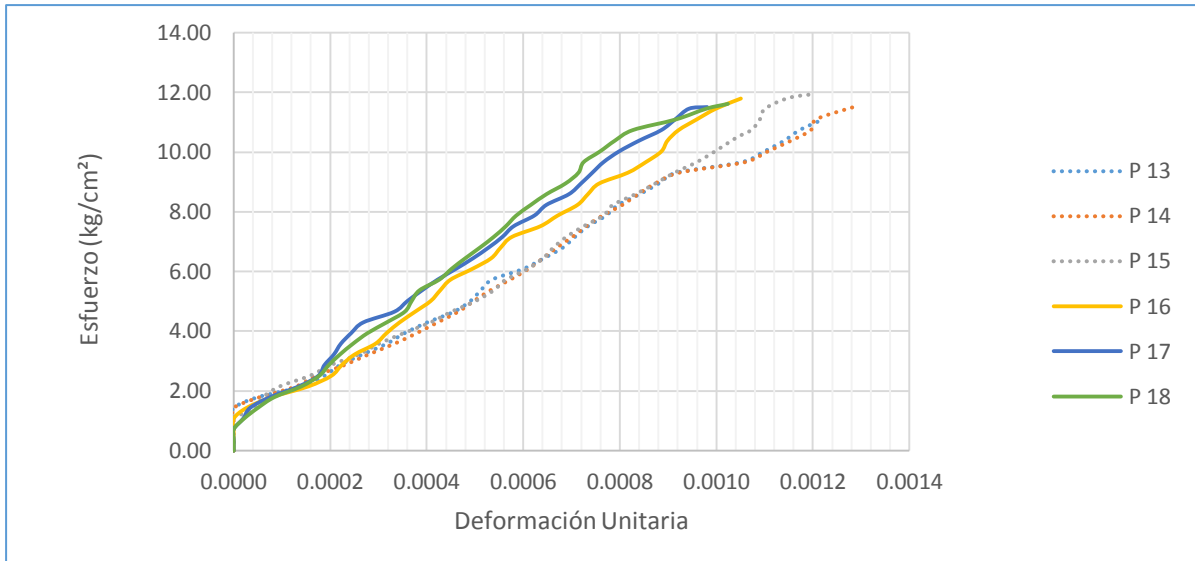


Figura 13: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de las pilas con 3.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

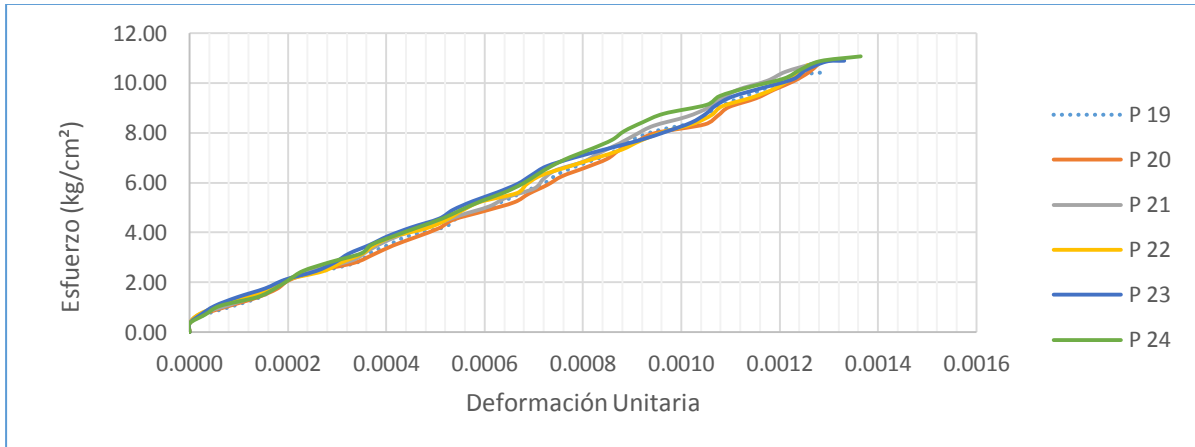


Figura 14: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de la pila de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de las pilas con 4.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

Tabla 8: Resumen de los esfuerzos promedios del ensayo de compresión axial de pilas de adobe por cada espesor de junta

CÓDIGO DE ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA (KG/CM ²)			
	1.5 cm	2cm	3 cm	4 cm
1	12.82	12.31	11.77	10.43
2	12.71	12.34	11.36	10.76
3	12.74	12.24	11.89	10.80
4	12.76	12.36	11.66	10.73
5	12.79	12.42	11.37	10.90
6	12.68	12.34	11.55	11.07
Promedio	12.75	12.33	11.60	10.78
σ	0.05	0.06	0.21	0.21

En la tabla se observa el promedio y desviación estándar de los esfuerzos de rotura de cada espécimen de pilas de adobe de acuerdo al espesor de junta.

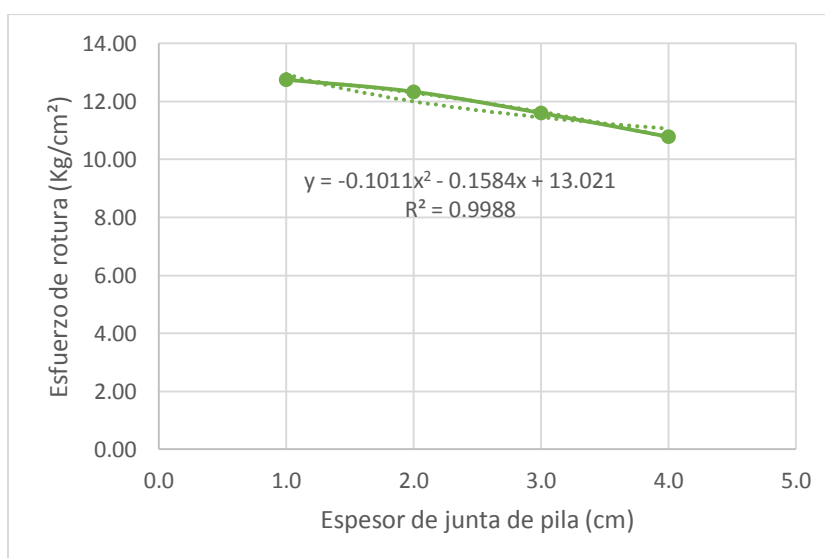


Figura 15 Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión de acuerdo al espesor de junta de las pilas de adobe.

En el gráfico se puede observar el resumen de esfuerzos de las pilas de adobe con su línea de tendencia con coeficiente correlacional $R^2 = 0.9988$.

5.1.3. Ensayo de resistencia a la compresión diagonal de muretes de adobe

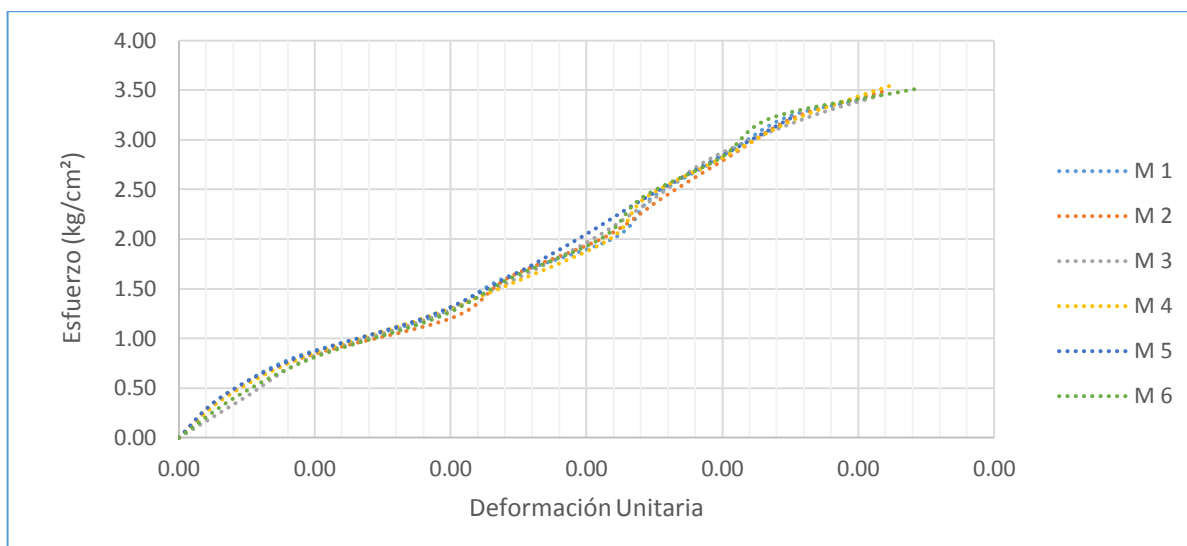


Figura 16: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm.

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de los muretes con 1.50 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

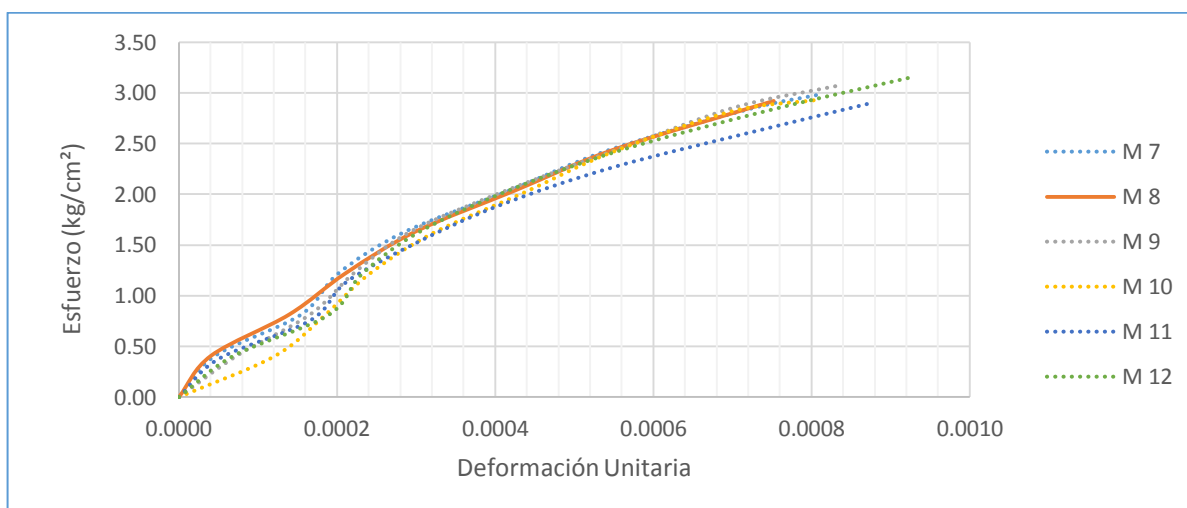


Figura 17: Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm.

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de los muretes con 2.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

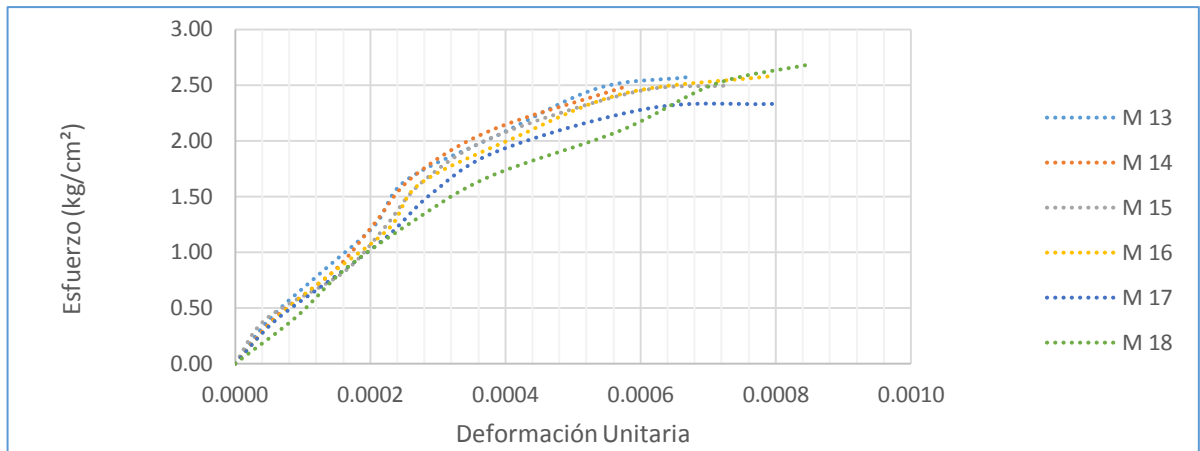


Figura 18 Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de los muretes con 3.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

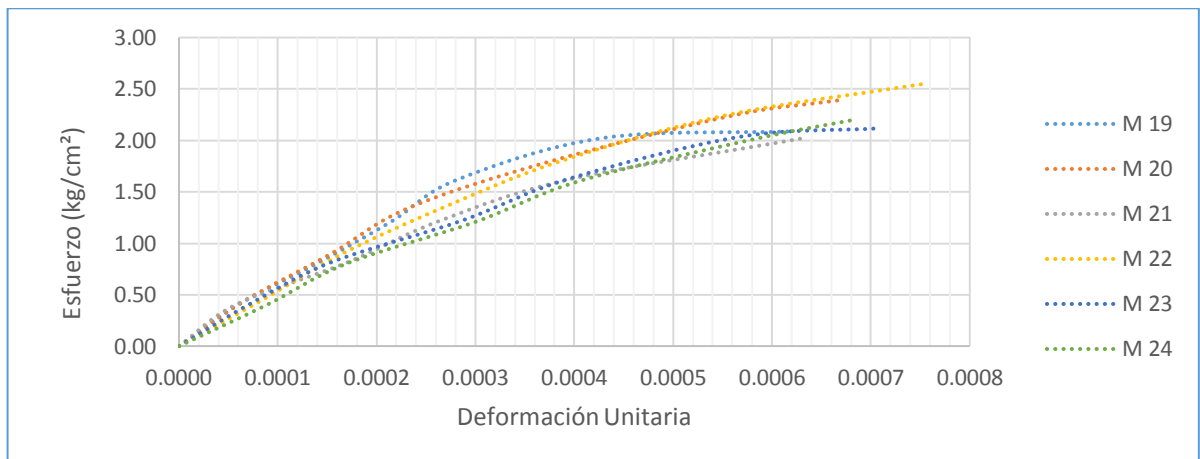


Figura 19 Familia de Curvas Esfuerzo - Deformación Unitaria de los muretes de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm

La figura muestra las curvas de Esfuerzo – Deformación Unitaria de los muretes con 4.00 cm de espesor de junta, donde la deformación es elástico lineal, ajustándose a una recta.

Tabla 9: Resumen de los esfuerzos promedios del ensayo de compresión diagonal de muretes de adobe por cada espesor de junta.

CÓDIGO DE ESPECIMEN	ESFUERZO DE ROTURA			
	1.5 cm	2 cm	3 cm	4 cm
1	3.41	2.98	2.57	2.09
2	3.48	2.92	2.49	2.39
3	3.46	3.07	2.50	2.02
4	3.56	2.93	2.58	2.30
5	3.24	3.13	2.33	2.12
6	3.52	3.15	2.59	2.21
Promedio	3.45	2.99	2.52	2.17
σ	0.04	0.08	0.04	0.20

En la tabla se observa el promedio y desviación estándar de los esfuerzos de rotura de cada espécimen de muretes de adobe de acuerdo al espesor de junta.

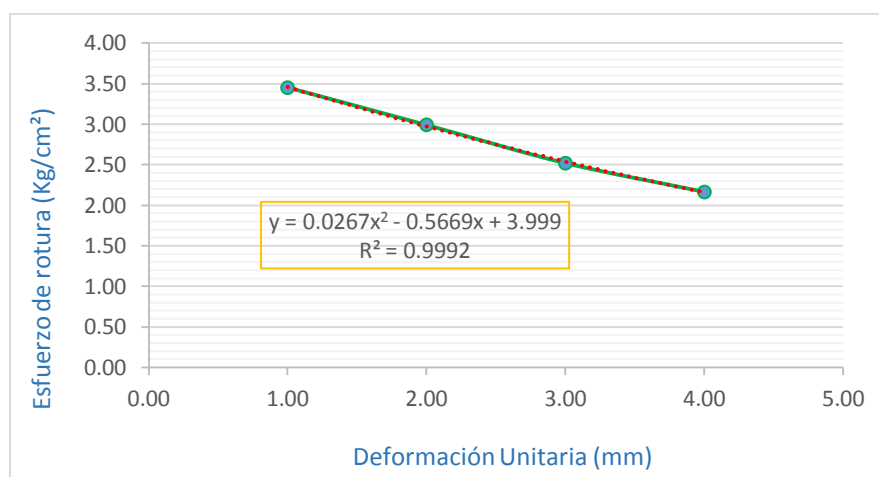


Figura 20: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión diagonal de acuerdo al espesor de junta de los muretes de adobe.

En el gráfico se puede observar el resumen de esfuerzos de los muretes de adobe con su línea de tendencia con coeficiente correlacional $R^2 = 0.9992$.

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

- La figura muestra el gráfico de barras del resumen de esfuerzos por cada espesor de junta (2.00, 3.00 y 4.00) con su respectiva variación con respecto a las pilas de adobe con espesor de junta de 1.50, donde se observa notoriamente la variación que existe, esto nos quiere decir que mientras más aumenta el espesor de junta de mortero, disminuye su capacidad de resistencia.

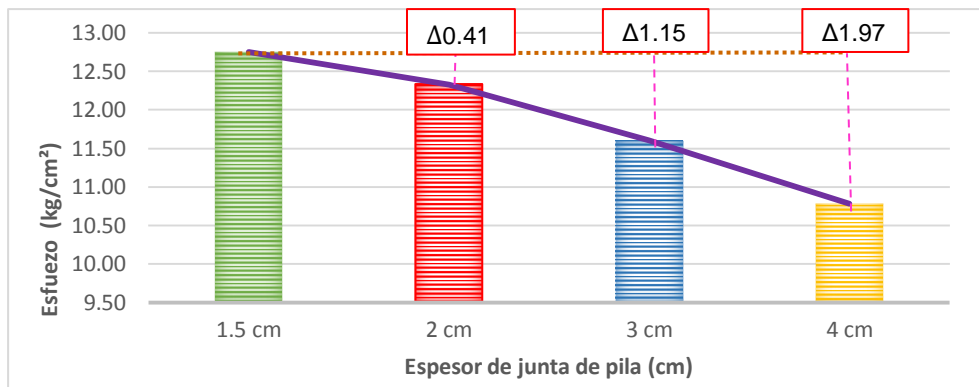


Figura 21: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión axial de las pilas de adobe con su respectiva variación de deformación, de acuerdo al espesor de junta.

- La figura muestra el gráfico de barras del resumen de esfuerzos por cada espesor de junta (2.00, 3.00 y 4.00) con su respectiva variación con respecto a los muretes de adobe con espesor de junta de 1.50, donde se observa notoriamente la variación que existe, esto nos quiere decir que mientras más aumenta el espesor de junta de mortero, disminuye su capacidad de resistencia.

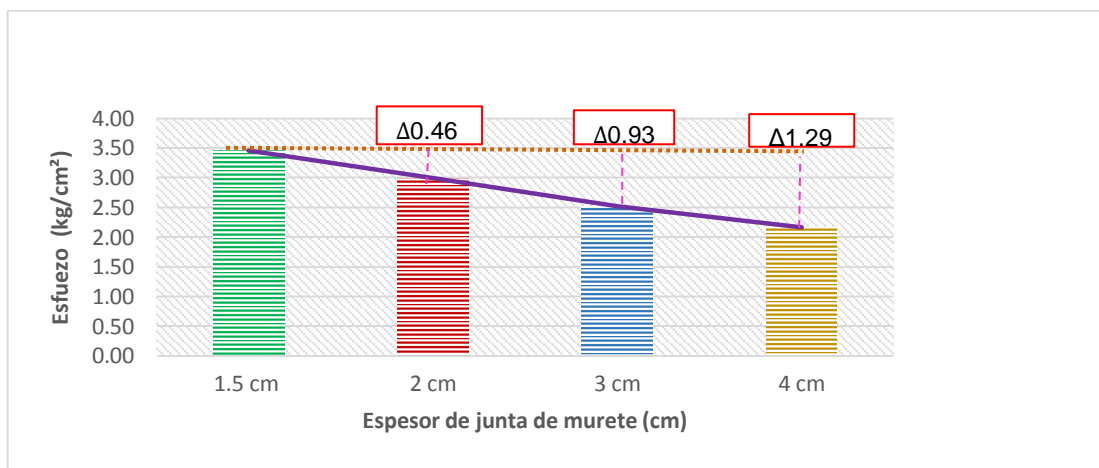


Figura 22: Gráfico resumen de esfuerzos a la resistencia de compresión diagonal de los muretes de adobe con su respectiva variación de deformación, de acuerdo al espesor de junta.

- Dentro de los estudios realizados, el que considero y se aproxima en lo que es la resistencia a compresión de pilas es el artículo “Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez”, donde se realizaron los ensayos de compresión de 10 pilas de adobe con el espesor de junta de 2.00 cm, y el valor medio de la resistencia a compresión es de 6.57 kg/cm² y el coeficiente de variación de 0.57, comparado con los resultados obtenidos en laboratorio que es de 12.33 kg/cm², lo cual indica que según los estudios realizados, que mientras aumenta el espesor de junta de mortero de las pilas de adobe, su resistencia a compresión axial disminuye, por lo que sería mejor optar por construir con un espesor de mortero mínimo.

- Con respecto a los ensayos de compresión diagonal de muretes de adobe, en la investigación “Comportamiento de la mampostería bajo esfuerzos cortantes debidos a efectos sísmicos”, obtuvieron como resistencia de compresión de 8.6 kg/cm², el cual varió de 2.3 a 6.1 y de 2.4 a 2.6 con los espesores de junta de 1.0 cm y de 0 cm, respectivamente, el cual comparando con resultados obtenidos en esta investigación y que se aproxima a las características del muro de adobe, que este caso sería de 1.50 cm de espesor de junta de mortero, donde su resistencia promedio es de 3.45 kg/cm², en ambos casos se concluye que la resistencia a compresión diagonal depende del espesor de junta de mortero, de manera que este espesor aumenta, la capacidad de resistencia disminuye.

5.3. Contrastación de hipótesis

Tabla 10: Tabla Contrastación de la hipótesis general de estudio planteada

HIPÓTESIS	RESULTADOS	CONCLUSIÓN
La resistencia a compresión axial y diagonal de muretes de adobe al incrementar el espesor de junta, disminuye su resistencia en a la compresión axial en un 5% y en la resistencia a la compresión diagonal en un 12 %.	Se logró demostrar que, al incrementar el espesor de la junta a las pilas y muretes de adobes, hace que disminuya su resistencia a la compresión axial en 5% y diagonal en un 12%, como se demostró con los ensayos de compresión axial y diagonal y con los datos tomados de los ensayos plasmados en las gráficas mostradas anteriormente; teniendo diferentes variaciones cuando se comparan las pilas y muretes de abobe con espesor de 1.50 cm con las otras de 2.00, 3.00 y 4.00, respectivamente.	La hipótesis es verdadera

CONCLUSIONES

- Se determinó la variación de la resistencia a la compresión axial y diagonal de los muretes de adobe al incrementar el espesor de junta, a través de los ensayos en el laboratorio y gabinete, donde se observó que, al incrementar el espesor de junta en pilas y muretes, su capacidad de resistencia a la compresión axial y diagonal disminuye en 5% y 12%, respectivamente.
- La resistencia a compresión axial de pilas de adobe, de la muestra con espesor de junta de 1.50 cm varía entre 12.68 kg/cm² y 12.82 kg/cm², obteniéndose un valor promedio es de 12.75 kg/cm² con desviación estándar de 0.05; las pilas de adobe con espesor de junta de 2.00 cm, tienen una variación en sus resistencias de 12.24 kg/cm² y 12.42 kg/cm², el valor promedio es de 12.33 kg/cm², con una desviación estándar de 0.06; las pilas de adobe con espesor de junta de 3.00 cm, varían entre 11.36 kg/cm² y 11.89 kg/cm², con valor promedio de 11.60 kg/cm² una desviación estándar de 0.21, y las pilas de adobe con espesor de junta de 4.00 cm, sus esfuerzos varían entre 10.43 kg/cm² y 11.07 kg/cm², con un promedio de 10.78 kg/cm² y desviación estándar de 0.21, obteniéndose un promedio de variación de 0.66 kg/cm², el cual muestra un porcentaje de disminución de resistencia del 5% por cada incremento de espesor de junta.
- La resistencia a compresión diagonal de muretes de adobe, en la muestra con espesor de junta de 1.50 cm varía entre 3.24 kg/cm² y 3.52 kg/cm², obteniéndose un valor promedio es de 3.45 kg/cm² con desviación estándar de 0.04; los muretes de adobe con espesor de junta de 2.00 cm, tienen una variación en sus resistencias de 2.92 kg/cm² y 3.15 kg/cm², el valor promedio es de 2.99 kg/cm², con una desviación estándar de 0.08; los muretes de adobe con espesor de junta de 3.00 cm, varían entre 2.49 kg/cm² y 2.59 kg/cm², con valor promedio de 2.52 kg/cm² y una desviación estándar de 0.04, y los muretes de adobe con espesor de junta de 4.00 cm, sus esfuerzos varían entre 2.02 kg/cm² y 2.39 kg/cm², con un promedio de 2.17 kg/cm² y desviación estándar de 0.20; obteniéndose un promedio de

variación de 0.43 kg/cm², el cual muestra un porcentaje de disminución de resistencia del 12 % por cada incremento de espesor de junta.

- La hipótesis, si cumple debido a lo demostrado con los ensayos de resistencia a compresión axial y diagonal de las pilas y muretes de adobes realizados en el laboratorio, ya que las pilas y muretes de adobe pierden su resistencia en la compresión axial en un 5% y en la compresión diagonal en un 12%, al incrementar el espesor de junta de mortero en cada muestra.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- Es importante continuar con investigaciones que desarrollen a profundidad sobre el tema de espesor de mortero, teniendo en cuenta resultados de ensayos de muretes y pilas de adobe sometidos a fuerzas.
- Realizar estudios acerca de la manera como se puede reforzar los muros de adobe según los espesores de junta, para poder mejorar su comportamiento en términos de esfuerzos y deformaciones.
- Se recomienda al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, incluir en la Norma E0.80, los temas de construcción de muros de adobe con diferentes espesores de junta de mortero, para que el investigador tenga en cuenta cuál es el espesor más apropiado.
- Se sugiere capacitar, tanto a los ingenieros como a maestros, y personas que de forma empírica construyen con este tipo de material de manera más segura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEROSAREQUIPA. (2018). *Proceso constructivo: ¿Cuál debe ser el espesor de las juntas?* Obtenido de <https://www.construyendoseguro.com/proceso-constructivo-cual-debe-ser-el-espesor-de-las-juntas/>
- Alvítez, V. (21 de Mayo de 2019). *CULTURA & SOCIEDAD*. Obtenido de <http://sanmiguelcajamarca.blogspot.com/2019/05/la-iglesia-de-san-miguel-cajamarca-peru.html>
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (junio de 2018). *Revista Alergia México*, vol. 63. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. México. Obtenido de Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Astorga, S. (2011). *Análisis del Comportamiento de Muros de Adobe Reforzados con Geomalla ante Esfuerzos Cíclicos Laterales*. Sevilla, España.
- BLONDET, M., VARGAS, J. y TARQUE, N.,. (2017). *Reconstruction of earthquake-resistant earthen buildings korpik 16*. Istanbul Aydin University: Kerpik16 - Cultural lanscape, rebuilding after decay.
- BURBANO-OREJUELA, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de ciencias Agrícolas*. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30131/1/Tesis-238%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20641.pdf>
- CERESIS. (Agosto de 2016). *Proyecto Adobe*.
- Cohen, S. (20 de Noviembre de 2021). *La historia de las casas de adobe*. Obtenido de https://www.ehowenespanol.com/definicion-del-estilo-tudor-info_229132/
- COMPTE GUERRERO, F. (1948). *Modernos sin modernidad*. Arquitectura de Guayaquil . Buenos Aires : Universidad de Palermo.
- Condori, C., & Gonzales, W. (2017). *Evaluación del módulo de elasticidad de mampostería de adobe por los métodos: destructivo y propagación de onda en el Templo de San Pedro Apóstol, Andahuallillas-Cusco,2017*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- CONSTRUMÁTICA. (2018). *Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/AP_013._Determinaci%C3%B3n_In_Situ_de_la_Densidad_de_un_Suelo._M%C3%A9todo_de_la_Arena
- CORE. (14 de Setiembre de 2017). *Arquitectura y Construcción en Tierra*.
- CORPAC. (14 de Noviembre de 2018). *Patrimonio Arqueológico*. Obtenido de <http://www.corpac.gob.pe/Main.asp?T=4588>
- ECURED. (2019). *Granulometría*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Granulometr%C3%ADa>
- ENPOSITIVO. (2 de Mayo de 2022). Obtenido de <https://enpositivo.com/2022/05/02/construccion-sostenible-casas-de-adobe/>
- GAMA CASTRO, J. E. (2012). *Arquitectura de tierra: el adobe como material de construcción en la época prehispánica*. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(2), 177-178.

- GEOSEISMIC. (2017 de Setiembre de 2017). *La importancia del estudio de mecánica de suelos*. Obtenido de <http://www.geoseismic.cl/la-importancia-mecanica-suelos/>
- GUZMÁN, D., & ÑIGUEZ, J. (2015). *Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe*. Cuenca, Ecuador: Universidad de Cuenca.
- INEI. (2017). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*. Lima: INEI.
- INSTRON. (2016). *Resistencia a la compresión*. Obtenido de www.instron.com: <http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength>
- LLERENA, L. (14 de Setiembre de 2016). *Historia del Adobe*. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/13338127/HISTORIA_DEL_ADOBE
- MARTINS NEVES, C. M. (2003). *Arquitectura de tierra en Iberoamérica*. Argentina: Centro Barro.
- META2020. (2018). Obtenido de <https://www.meta2020arquitectos.com/construccion-con-tierra/>
- NIASA. (29 de Julio de 2020). *Blog Niasa*. Obtenido de <https://www.niasa.com.mx/que-es-un-mortero/>
- NTP-339.127. (1998). SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP-339.129. (1999). SUELOS. Métdo de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP-339.131. (1999). SUELOS. *Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo*. Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP-400.012. (2001). AGREGADOS. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. Lima, Perú: INDECOPI.
- Ortiz. (2019). *Efectos de la Incorporación de Cuatro Porcentajes (2.5%, 5%, 7.5% y 10%) de Estiércol de Caballo en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Adobe*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Páez-M, D. (Junio de 2006). COMPORTAMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA BAJO ESFUERZOS CORTANTES DEBIDO A EFECTOS SÍSMICOS. 91-104. Medellín, Colombia: Revista Ingenierías Universidad de Medellín.
- Pérez, M. (15 de Octubre de 2019). *Historia del Adobe*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MilenaPerezQuintano/historia-del-adobe>
- Rodríguez Rodríguez, J. (06 de Abril de 2018). El adobe, el material de construcción de moda, práctico y sostenible. *i-KONSTRUCTCIÓN*. Obtenido de <https://ikonstruccion.es/2018/04/06/adobe-material-construccion-sostenible/>
- Ruiz & Vidal. (2015). CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE PIEZAS DE ADOBE FABRICADO EN LA REGIÓN DE TUXTLA GUTIERREZ. México, España: ESPACIO I+D, Innovación más Desarrollo - Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad de Granada.
- Ruiz, M. (2017). *Macromodelacion Numérica de Ensayos de Pilas y Muretes de Albañilería de Arcilla*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SÁENZ, M. (2016). *Influencia del espesor de la junta de mortero en la resistencia a compresión axial de pilas de albañilería*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

- Sáinz & Sandoval. (2010). La arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación. *Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos*, (págs. 2-6). Valladolid, España.
- Salinas & Llanque. (2017). Evaluación comparativa de la influencia de diferentes espesores de junta de mortero de tres diferentes espesores de junta de mortero de tres diferentes calidades en muretes de albañilería sometidos a compresión diagonal, elaborados con ladrillo King Kong. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco.
- San Bartolomé & Delgado. (2015). *Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamiento*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SAN BARTOLOMÉ, Á., & PEHOVAZ, R. (2006). Comportamiento a carga lateral de muros de adobe confinados. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- SERRANO, M. (2016). *Herramientas para la capacitación en reforzamiento con malla de cuerdas de viviendas de adobe autoconstruidas en áreas sísmicas*. Lima: PUCP.
- Sitio Solar. (2015). *La construcción con tierra cruda: el adobe y la tapia*. Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>
- VIVIENDA. (2017). *Norma E – 080, Diseño y Construcción con Tierra Reforzada*. Lima: El Peruano.
- YAMASHIRO, R., SÁNCHEZ, A., & MORALES, R. (1978). Diseño sísmico de construcciones de adobe y bloque estabilizado- Primera parte: Propuesta de Normas de Diseño de Construcciones de Adobe y Bloque Estabilizado. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: TABLAS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL Y DIAGONAL DE PILAS Y MURETES DE ADOBES

Tabla 11: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 1.5 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
1	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.00	0.0000
	400	0.73	0.27	0.0000
	600	1.10	0.50	0.0001
	800	1.47	0.95	0.0002
	1000	1.84	1.20	0.0002
	1200	2.20	1.32	0.0002
	1400	2.57	1.47	0.0003
	1600	2.94	1.72	0.0003
	1800	3.31	1.85	0.0003
	2000	3.67	2.01	0.0004
	2200	4.04	2.27	0.0004
	2400	4.41	2.41	0.0004
	2600	4.77	2.61	0.0005
	2800	5.14	2.82	0.0005
	3000	5.51	2.95	0.0005
	3200	5.88	3.07	0.0006
	3400	6.24	3.33	0.0006
	3600	6.61	3.58	0.0007
	3800	6.98	3.64	0.0007
	4000	7.34	3.83	0.0007
	4200	7.71	4.10	0.0008
	4400	8.08	4.26	0.0008
	4600	8.45	4.47	0.0008
	4800	8.81	4.65	0.0009
	5000	9.18	4.98	0.0009
	5200	9.55	5.12	0.0009
	5400	9.92	5.28	0.0010
	5600	10.28	5.41	0.0010
	5800	10.65	5.59	0.0010
6000	11.02	5.73	0.0011	
6200	11.38	5.88	0.0011	
6400	11.75	6.23	0.0011	

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	6600	12.12	6.57	0.0012
	6800	12.49	6.82	0.0013
	6900	12.67	7.12	0.0013
	6980	12.82	7.26	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.73	0.35	0.0001
	600	1.09	0.48	0.0001
	800	1.46	0.97	0.0002
	1000	1.82	1.10	0.0002
	1200	2.19	1.28	0.0002
	1400	2.55	1.46	0.0003
	1600	2.92	1.67	0.0003
	1800	3.28	1.82	0.0003
	2000	3.65	1.98	0.0004
	2200	4.01	2.26	0.0004
2	2400	4.38	2.33	0.0004
	2600	4.74	2.57	0.0005
	2800	5.11	2.78	0.0005
	3000	5.47	2.87	0.0005
	3200	5.84	3.11	0.0006
	3400	6.20	3.26	0.0006
	3600	6.57	3.52	0.0006
	3800	6.93	3.60	0.0007
	4000	7.30	3.78	0.0007
	4200	7.66	4.05	0.0007
	4400	8.03	4.18	0.0008
	4600	8.39	4.42	0.0008
	4800	8.76	4.59	0.0008
	5000	9.12	4.92	0.0009
	5200	9.49	5.09	0.0009
	5400	9.85	5.14	0.0009
	5600	10.22	5.28	0.0010
	5800	10.58	5.32	0.0010
	5900	10.76	5.47	0.0010
	6000	10.95	5.55	0.0010
	6100	11.13	5.75	0.0011
	6200	11.31	5.98	0.0011
	6300	11.49	6.18	0.0011
	6400	11.68	6.35	0.0012
	6500	11.86	6.57	0.0012
	6600	12.04	6.69	0.0012

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	6700	12.22	6.84	0.0013
	6800	12.40	6.98	0.0013
	6900	12.59	7.14	0.0013
	6968	12.71	7.22	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.00	0.0000
	400	0.73	0.35	0.0001
	600	1.10	0.74	0.0001
	800	1.46	0.95	0.0002
	1000	1.83	1.12	0.0002
	1200	2.19	1.38	0.0003
	1400	2.56	1.56	0.0003
	1600	2.92	1.74	0.0003
	1800	3.29	1.87	0.0003
	2000	3.66	2.08	0.0004
3	2200	4.02	2.25	0.0004
	2400	4.39	2.38	0.0004
	2600	4.75	2.60	0.0005
	2800	5.12	2.79	0.0005
	3000	5.48	3.04	0.0006
	3200	5.85	3.10	0.0006
	3400	6.21	3.27	0.0006
	3600	6.58	3.39	0.0006
	3800	6.95	3.49	0.0006
	4000	7.31	3.56	0.0007
	4200	7.68	3.88	0.0007
	4400	8.04	3.97	0.0007
	4600	8.41	4.12	0.0008
	4800	8.77	4.35	0.0008
	5000	9.14	4.56	0.0008
	5200	9.50	4.73	0.0009
	5400	9.87	4.99	0.0009
	5600	10.24	5.16	0.0009
	5800	10.60	5.29	0.0010
	6000	10.97	5.46	0.0010
	6200	11.33	5.74	0.0011
	6400	11.70	5.94	0.0011
	6600	12.06	6.15	0.0011
	6800	12.43	6.32	0.0012
	6970	12.74	6.75	0.0012
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.05	0.0000

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	400	0.74	0.23	0.0000
	600	1.11	0.34	0.0001
	800	1.48	0.59	0.0001
	1000	1.84	0.94	0.0002
	1200	2.21	1.06	0.0002
	1400	2.58	1.36	0.0002
	1600	2.95	1.55	0.0003
	1800	3.32	1.68	0.0003
	2000	3.69	1.93	0.0004
	2200	4.06	2.04	0.0004
	2400	4.43	2.16	0.0004
	2600	4.79	2.25	0.0004
	2800	5.16	2.37	0.0004
	3000	5.53	2.64	0.0005
	3200	5.90	2.79	0.0005
4	3400	6.27	2.88	0.0005
	3600	6.64	3.06	0.0006
	3800	7.01	3.18	0.0006
	4000	7.38	3.46	0.0006
	4200	7.74	3.55	0.0007
	4400	8.11	3.87	0.0007
	4600	8.48	4.12	0.0008
	4800	8.85	4.37	0.0008
	5000	9.22	4.50	0.0008
	5200	9.59	4.63	0.0009
	5400	9.96	4.87	0.0009
	5600	10.33	5.11	0.0009
	5800	10.70	5.25	0.0010
	5900	10.88	5.55	0.0010
	6000	11.06	5.69	0.0010
	6100	11.25	5.97	0.0011
	6200	11.43	6.14	0.0011
	6300	11.62	6.22	0.0011
	6400	11.80	6.36	0.0012
	6500	11.99	6.49	0.0012
	6600	12.17	6.68	0.0012
	6700	12.35	6.81	0.0013
	6800	12.54	7.02	0.0013
	6900	12.72	7.10	0.0013
	6920	12.76	7.24	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	400	0.73	0.25	0.0000
	600	1.09	0.54	0.0001
	800	1.46	0.81	0.0001
	1000	1.82	1.04	0.0002
	1200	2.19	1.25	0.0002
	1400	2.55	1.38	0.0003
	1600	2.92	1.54	0.0003
	1800	3.28	1.80	0.0003
	2000	3.65	1.92	0.0004
	2200	4.01	2.15	0.0004
	2400	4.38	2.33	0.0004
	2600	4.74	2.56	0.0005
	2800	5.11	2.68	0.0005
	3000	5.47	2.88	0.0005
5	3200	5.84	3.10	0.0006
	3400	6.20	3.27	0.0006
	3600	6.57	3.46	0.0006
	3800	6.93	3.58	0.0007
	4000	7.30	3.80	0.0007
	4200	7.66	4.04	0.0007
	4400	8.03	4.18	0.0008
	4600	8.39	4.35	0.0008
	4800	8.76	4.68	0.0009
	5000	9.12	4.95	0.0009
	5200	9.49	5.12	0.0009
	5400	9.85	5.25	0.0010
	5600	10.22	5.42	0.0010
	5800	10.58	5.58	0.0010
	5900	10.76	5.67	0.0010
	6000	10.95	5.83	0.0011
	6100	11.13	5.95	0.0011
	6200	11.31	6.01	0.0011
	6300	11.49	6.21	0.0011
	6400	11.68	6.45	0.0012
	6500	11.86	6.74	0.0012
	6600	12.04	6.95	0.0013
	6700	12.22	7.03	0.0013
	6800	12.40	7.24	0.0013
	6900	12.59	7.24	0.0013
	7000	12.77	7.24	0.0013
	7010	12.79	7.24	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	200	0.36	0.01	0.0000
	400	0.73	0.43	0.0001
	600	1.09	0.67	0.0001
	800	1.46	0.85	0.0002
	1000	1.82	1.04	0.0002
	1200	2.20	1.12	0.0002
	1400	2.57	1.36	0.0002
	1600	2.94	1.47	0.0003
	1800	3.31	1.68	0.0003
	2000	3.67	1.86	0.0003
	2200	4.04	2.06	0.0004
	2400	4.41	2.24	0.0004
	2600	4.77	2.38	0.0004
	2800	5.14	2.57	0.0005
6	3000	5.51	2.69	0.0005
	3200	5.88	2.94	0.0005
	3400	6.24	3.10	0.0006
	3600	6.61	3.19	0.0006
	3800	6.98	3.27	0.0006
	4000	7.34	3.46	0.0006
	4200	7.71	3.65	0.0007
	4400	8.08	3.78	0.0007
	4600	8.45	3.84	0.0007
	4800	8.81	3.98	0.0007
	5000	9.18	4.07	0.0007
	5200	9.55	4.12	0.0008
	5400	9.92	4.35	0.0008
	5600	10.28	4.58	0.0008
	5800	10.65	4.72	0.0009
	5900	10.83	4.92	0.0009
	6000	11.02	5.23	0.0010
	6100	11.20	5.45	0.0010
	6200	11.38	5.67	0.0010
	6300	11.57	5.85	0.0011
	6400	11.75	6.04	0.0011
	6500	11.93	6.17	0.0011
	6600	12.12	6.34	0.0012
	6700	12.30	6.48	0.0012
	6800	12.49	6.68	0.0012
	6900	12.67	6.75	0.0012
	6950	12.76	6.88	0.0013

Tabla 12: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	0.00	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.08	0.0000
	400	0.73	0.24	0.0000
	600	1.10	0.35	0.0001
	800	1.47	0.47	0.0001
	1000	1.83	0.68	0.0001
	1200	2.20	0.87	0.0002
	1400	2.56	1.05	0.0002
	1600	2.93	1.19	0.0002
	1800	3.30	1.36	0.0002
	2000	3.66	1.52	0.0003
	2200	4.03	1.74	0.0003
	2400	4.40	1.82	0.0003
	2600	4.76	2.06	0.0004
7	2800	5.13	2.27	0.0004
	3000	5.49	2.47	0.0005
	3200	5.86	2.68	0.0005
	3400	6.23	2.94	0.0005
	3600	6.59	3.10	0.0006
	3800	6.96	3.18	0.0006
	4000	7.33	3.31	0.0006
	4200	7.69	3.42	0.0006
	4400	8.06	3.67	0.0007
	4600	8.42	3.88	0.0007
	4800	8.79	3.96	0.0007
	5000	9.16	4.09	0.0007
	5200	9.52	4.27	0.0008
	5400	9.89	4.54	0.0008
	5600	10.26	4.67	0.0009
	5800	10.62	4.98	0.0009
	6000	10.99	5.27	0.0010
	6200	11.35	5.39	0.0010
	6400	11.72	5.67	0.0010
	6600	12.09	5.85	0.0011
	6720	12.31	6.05	0.0011
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.06	0.0000
	400	0.72	0.15	0.0000
	600	1.09	0.28	0.0001
	800	1.45	0.37	0.0001
	1000	1.81	0.52	0.0001
	1200	2.17	0.74	0.0001

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
8	1400	2.53	0.98	0.0002
	1600	2.90	1.12	0.0002
	1800	3.26	1.35	0.0002
	2000	3.62	1.56	0.0003
	2200	3.98	1.78	0.0003
	2400	4.34	1.95	0.0004
	2600	4.70	2.05	0.0004
	2800	5.07	2.13	0.0004
	3000	5.43	2.22	0.0004
	3200	5.79	2.44	0.0004
	3400	6.15	2.58	0.0005
	3600	6.51	2.69	0.0005
	3800	6.88	2.88	0.0005
	4000	7.24	2.96	0.0005
	4200	7.60	3.07	0.0006
	4400	7.96	3.17	0.0006
	4600	8.32	3.25	0.0006
	4800	8.69	3.56	0.0007
	5000	9.05	3.76	0.0007
	5200	9.41	4.01	0.0007
	5400	9.77	4.16	0.0008
	5600	10.13	4.38	0.0008
	5800	10.50	4.76	0.0009
	6000	10.86	5.10	0.0009
	6200	11.22	5.25	0.0010
	6400	11.58	5.53	0.0010
	6600	11.94	5.95	0.0011
	6800	12.30	6.48	0.0012
6820	12.34	7.26	0.0013	
9	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.06	0.0000
	400	0.72	0.12	0.0000
	600	1.08	0.22	0.0000
	800	1.44	0.45	0.0001
	1000	1.80	0.65	0.0001
	1200	2.16	0.84	0.0002
	1400	2.53	0.95	0.0002
	1600	2.89	1.06	0.0002
	1800	3.25	1.15	0.0002
	2000	3.61	1.28	0.0002
	2200	3.97	1.43	0.0003
	2400	4.33	1.58	0.0003
	2600	4.69	1.63	0.0003
	2800	5.05	1.84	0.0003
	3000	5.41	1.96	0.0004
3200	5.77	2.10	0.0004	

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	3400	6.13	2.28	0.0004
	3600	6.49	2.47	0.0005
	3800	6.85	2.69	0.0005
	4000	7.22	2.78	0.0005
	4200	7.58	2.96	0.0005
	4400	7.94	3.14	0.0006
	4600	8.30	3.26	0.0006
	4800	8.66	3.46	0.0006
	5000	9.02	3.75	0.0007
	5200	9.38	3.91	0.0007
	5400	9.74	4.02	0.0007
	5600	10.10	4.35	0.0008
	5800	10.46	4.72	0.0009
	6000	10.82	5.02	0.0009
	6200	11.18	5.16	0.0009
	6400	11.54	5.47	0.0010
	6600	11.91	5.66	0.0010
	6785	12.24	5.84	0.0011
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.10	0.0000
	400	0.73	0.27	0.0000
	600	1.10	0.39	0.0001
	800	1.47	0.45	0.0001
	1000	1.83	0.70	0.0001
	1200	2.20	0.93	0.0002
	1400	2.56	1.07	0.0002
	1600	2.93	1.12	0.0002
	1800	3.30	1.40	0.0003
	2000	3.66	1.60	0.0003
	2200	4.03	1.74	0.0003
	2400	4.40	1.95	0.0004
	2600	4.76	2.16	0.0004
	2800	5.13	2.40	0.0004
	3000	5.49	2.60	0.0005
	3200	5.86	2.78	0.0005
	3400	6.23	2.94	0.0005
	3600	6.59	3.02	0.0006
	3800	6.96	3.15	0.0006
	4000	7.33	3.24	0.0006
	4200	7.69	3.43	0.0006
	4400	8.06	3.56	0.0007
	4600	8.42	3.65	0.0007
	4800	8.79	3.87	0.0007
	5000	9.16	3.95	0.0007
	5200	9.52	4.06	0.0007
	5400	9.89	4.15	0.0008

10

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	5600	10.26	4.30	0.0008
	5800	10.62	4.55	0.0008
	6000	10.99	4.65	0.0009
	6200	11.35	4.72	0.0009
	6400	11.72	5.12	0.0009
	6600	12.09	5.34	0.0010
	6750	12.36	5.66	0.0010
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.09	0.0000
	400	0.73	0.18	0.0000
	600	1.10	0.25	0.0000
	800	1.47	0.35	0.0001
	1000	1.83	0.57	0.0001
	1200	2.20	0.85	0.0002
	1400	2.56	0.96	0.0002
	1600	2.93	1.05	0.0002
	1800	3.30	1.23	0.0002
	2000	3.66	1.45	0.0003
	2200	4.03	1.68	0.0003
	2400	4.40	1.95	0.0004
	2600	4.76	2.15	0.0004
	2800	5.13	2.34	0.0004
	3000	5.49	2.55	0.0005
	3200	5.86	2.70	0.0005
	3400	6.23	2.85	0.0005
	3600	6.59	3.10	0.0006
	3800	6.96	3.24	0.0006
	4000	7.33	3.36	0.0006
	4200	7.69	3.68	0.0007
	4400	8.06	3.85	0.0007
	4600	8.42	4.09	0.0007
	4800	8.79	4.21	0.0008
	5000	9.16	4.32	0.0008
	5200	9.52	4.55	0.0008
	5400	9.89	4.76	0.0009
	5600	10.26	4.95	0.0009
	5800	10.62	5.12	0.0009
	6000	10.99	5.26	0.0010
	6200	11.35	5.54	0.0010
	6400	11.72	5.77	0.0011
	6600	12.09	5.93	0.0011
	6780	12.42	6.15	0.0011
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.37	0.12	0.0000
	400	0.73	0.26	0.0000
	600	1.10	0.34	0.0001

11

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
12	800	1.47	0.52	0.0001
	1000	1.83	0.70	0.0001
	1200	2.20	0.95	0.0002
	1400	2.56	1.15	0.0002
	1600	2.93	1.30	0.0002
	1800	3.30	1.44	0.0003
	2000	3.66	1.65	0.0003
	2200	4.03	1.85	0.0003
	2400	4.40	2.10	0.0004
	2600	4.76	2.25	0.0004
	2800	5.13	2.44	0.0004
	3000	5.49	2.56	0.0005
	3200	5.86	2.74	0.0005
	3400	6.23	2.85	0.0005
	3600	6.59	2.98	0.0005
	3800	6.96	3.14	0.0006
	4000	7.33	3.26	0.0006
	4200	7.69	3.48	0.0006
	4400	8.06	3.65	0.0007
	4600	8.42	3.77	0.0007
	4800	8.79	3.85	0.0007
	5000	9.16	3.95	0.0007
	5200	9.52	4.01	0.0007
	5400	9.89	4.09	0.0007
	5600	10.26	4.25	0.0008
	5800	10.62	4.34	0.0008
	6000	10.99	4.55	0.0008
	6200	11.35	4.77	0.0009
	6400	11.72	4.95	0.0009
	6600	12.09	5.04	0.0009
6740	12.34	5.20	0.0010	

Tabla 13: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.0000
	600	1.07	0.00	0.0000
	800	1.43	0.00	0.0000
	1000	1.79	0.28	0.0001
	1200	2.15	0.79	0.0001
	1400	2.51	1.05	0.0002
	1600	2.86	1.23	0.0002
	1800	3.22	1.49	0.0003
	2000	3.58	1.77	0.0003
	2200	3.94	1.98	0.0004
	2400	4.30	2.24	0.0004
	2600	4.65	2.55	0.0005
13	2800	5.01	2.74	0.0005
	3000	5.37	2.86	0.0005
	3200	5.73	2.99	0.0005
	3400	6.09	3.35	0.0006
	3600	6.44	3.59	0.0006
	3800	6.80	3.81	0.0007
	4000	7.16	3.95	0.0007
	4200	7.52	4.10	0.0007
	4400	7.88	4.31	0.0008
	4600	8.23	4.45	0.0008
	4800	8.59	4.70	0.0008
	5000	8.95	4.92	0.0009
	5200	9.31	5.12	0.0009
	5400	9.67	5.88	0.0011
	5600	10.03	6.14	0.0011
	5800	10.38	6.37	0.0011
	6000	10.74	6.55	0.0012
	6200	11.10	6.82	0.0012
	6400	11.46	7.14	0.0013
	6575	11.77	7.26	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.0000
	600	1.07	0.00	0.0000
	800	1.43	0.00	0.0000
	1000	1.79	0.30	0.0001

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)	
14	1200	2.15	0.72	0.0001	
	1400	2.51	0.95	0.0002	
	1600	2.86	1.28	0.0002	
	1800	3.22	1.56	0.0003	
	2000	3.58	1.86	0.0003	
	2200	3.94	2.12	0.0004	
	2400	4.30	2.36	0.0004	
	2600	4.65	2.60	0.0005	
	2800	5.01	2.78	0.0005	
	3000	5.37	2.97	0.0005	
	3200	5.73	3.20	0.0006	
	3400	6.09	3.41	0.0006	
	3600	6.44	3.58	0.0006	
	3800	6.80	3.74	0.0007	
	4000	7.16	3.92	0.0007	
	4200	7.52	4.08	0.0007	
	4400	7.88	4.27	0.0008	
	4600	8.23	4.50	0.0008	
	4800	8.59	4.68	0.0008	
	5000	8.95	4.88	0.0009	
	5200	9.31	5.15	0.0009	
	5400	9.67	5.92	0.0011	
	5600	10.03	6.18	0.0011	
	5800	10.38	6.45	0.0012	
	6000	10.74	6.68	0.0012	
	6200	11.10	6.74	0.0012	
	6400	11.46	7.11	0.0013	
	6440	11.53	7.20	0.0013	
	0	0.00	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.00	0.0000
	600	1.07	0.00	0.00	0.0000
	800	1.43	0.25	0.0000	0.0000
1000	1.79	0.34	0.0001	0.0001	
1200	2.15	0.53	0.0001	0.0001	
1400	2.51	0.88	0.0002	0.0002	
1600	2.86	1.12	0.0002	0.0002	
1800	3.22	1.45	0.0003	0.0003	
2000	3.58	1.68	0.0003	0.0003	
2200	3.94	1.97	0.0004	0.0004	
2400	4.30	2.28	0.0004	0.0004	
2600	4.65	2.52	0.0005	0.0005	
2800	5.01	2.80	0.0005	0.0005	

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
15	3000	5.37	3.01	0.0005
	3200	5.73	3.15	0.0006
	3400	6.09	3.40	0.0006
	3600	6.44	3.58	0.0006
	3800	6.80	3.70	0.0007
	4000	7.16	3.85	0.0007
	4200	7.52	4.05	0.0007
	4400	7.88	4.28	0.0008
	4600	8.23	4.39	0.0008
	4800	8.59	4.65	0.0008
	5000	8.95	4.88	0.0009
	5200	9.31	5.10	0.0009
	5400	9.67	5.36	0.0010
	5600	10.03	5.57	0.0010
	5860	10.49	5.82	0.0010
	6000	10.74	5.99	0.0011
	6200	11.10	6.09	0.0011
	6400	11.46	6.15	0.0011
	6600	11.82	6.42	0.0011
6680	11.96	6.74	0.0012	
16	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.0000
	600	1.07	0.00	0.0000
	800	1.43	0.15	0.0000
	1000	1.79	0.44	0.0001
	1200	2.15	0.86	0.0002
	1400	2.51	1.13	0.0002
	1600	2.86	1.25	0.0002
	1800	3.22	1.40	0.0003
	2000	3.58	1.64	0.0003
	2200	3.94	1.77	0.0003
	2400	4.30	1.92	0.0003
	2600	4.65	2.10	0.0004
	2800	5.01	2.28	0.0004
	3000	5.37	2.39	0.0004
	3200	5.73	2.51	0.0004
	3400	6.09	2.76	0.0005
	3600	6.44	2.98	0.0005
	3800	6.80	3.09	0.0006
	4000	7.16	3.22	0.0006
	4200	7.52	3.55	0.0006
4400	7.88	3.75	0.0007	

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	4600	8.23	3.98	0.0007
	4800	8.59	4.10	0.0007
	5000	8.95	4.23	0.0008
	5200	9.31	4.56	0.0008
	5400	9.67	4.77	0.0009
	5600	10.03	4.95	0.0009
	5800	10.38	5.02	0.0009
	6000	10.74	5.15	0.0009
	6200	11.10	5.36	0.0010
	6400	11.46	5.58	0.0010
	6590	11.80	5.87	0.0011
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.0000
	600	1.07	0.11	0.0000
	800	1.43	0.19	0.0000
	1000	1.79	0.42	0.0001
	1200	2.15	0.75	0.0001
	1400	2.51	0.98	0.0002
	1600	2.86	1.05	0.0002
	1800	3.22	1.16	0.0002
	2000	3.58	1.24	0.0002
	2200	3.94	1.36	0.0002
	2400	4.30	1.50	0.0003
	2600	4.65	1.86	0.0003
	2800	5.01	2.01	0.0004
	3000	5.37	2.18	0.0004
	3200	5.73	2.36	0.0004
	3400	6.09	2.57	0.0005
	3600	6.44	2.77	0.0005
	3800	6.80	2.95	0.0005
	4000	7.16	3.11	0.0006
	4200	7.52	3.24	0.0006
	4400	7.88	3.48	0.0006
	4600	8.23	3.62	0.0006
	4800	8.59	3.88	0.0007
	5000	8.95	4.02	0.0007
	5200	9.31	4.15	0.0007
	5400	9.67	4.28	0.0008
	5600	10.03	4.46	0.0008
	5800	10.38	4.69	0.0008
	6000	10.74	4.95	0.0009
	6200	11.10	5.11	0.0009

17

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	6400	11.46	5.27	0.0009
	6430	11.51	5.48	0.0010
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.72	0.00	0.0000
	600	1.07	0.12	0.0000
	800	1.43	0.28	0.0001
	1000	1.79	0.47	0.0001
	1200	2.15	0.78	0.0001
	1400	2.51	0.99	0.0002
	1600	2.86	1.10	0.0002
	1800	3.22	1.23	0.0002
	2000	3.58	1.38	0.0002
	2200	3.94	1.55	0.0003
	2400	4.30	1.77	0.0003
	2600	4.65	1.98	0.0004
	2800	5.01	2.06	0.0004
	3000	5.37	2.15	0.0004
	3200	5.73	2.38	0.0004
	3400	6.09	2.52	0.0005
	3600	6.44	2.68	0.0005
	3800	6.80	2.85	0.0005
	4000	7.16	3.01	0.0005
	4200	7.52	3.15	0.0006
	4400	7.88	3.27	0.0006
	4600	8.23	3.44	0.0006
	4800	8.59	3.62	0.0006
	5000	8.95	3.84	0.0007
	5200	9.31	3.99	0.0007
	5400	9.67	4.05	0.0007
	5600	10.03	4.24	0.0008
	5800	10.38	4.41	0.0008
	6000	10.74	4.62	0.0008
	6200	11.10	5.12	0.0009
	6400	11.46	5.47	0.0010
	6490	11.62	5.72	0.0010

18

Tabla 14: Resultados del Ensayo de Compresión Axial de pilas de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
19	0.00	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.70	0.18	0.0000
	600	1.06	0.51	0.0001
	800	1.41	0.82	0.0001
	1000	1.76	0.98	0.0002
	1200	2.11	1.12	0.0002
	1400	2.47	1.55	0.0003
	1600	2.82	1.95	0.0003
	1800	3.17	2.08	0.0004
	2000	3.52	2.31	0.0004
	2200	3.87	2.54	0.0004
	2400	4.23	2.95	0.0005
	2600	4.58	3.09	0.0005
	2800	4.93	3.38	0.0006
	3000	5.28	3.64	0.0006
	3200	5.64	3.86	0.0007
	3400	5.99	4.10	0.0007
	3600	6.34	4.25	0.0007
	3800	6.69	4.49	0.0008
	4000	7.04	4.77	0.0008
	4200	7.40	4.98	0.0009
	4400	7.75	5.12	0.0009
	4600	8.10	5.41	0.0010
	4800	8.45	5.88	0.0010
	5000	8.81	6.01	0.0011
	5200	9.16	6.18	0.0011
	5400	9.51	6.44	0.0011
	5600	9.86	6.71	0.0012
	5800	10.21	6.95	0.0012
5900	10.39	7.18	0.0013	
5920	10.43	7.35	0.0013	
20	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.70	0.14	0.0000
	600	1.04	0.45	0.0001
	800	1.39	0.78	0.0001
	1000	1.74	1.01	0.0002
	1200	2.09	1.15	0.0002
	1400	2.43	1.44	0.0003
	1600	2.78	1.90	0.0003
	1800	3.13	2.13	0.0004
	2000	3.48	2.35	0.0004
	2200	3.82	2.62	0.0005

CODIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	2400	4.17	2.88	0.0005
	2600	4.52	3.05	0.0005
	2800	4.87	3.41	0.0006
	3000	5.21	3.75	0.0007
	3200	5.56	3.92	0.0007
	3400	5.91	4.13	0.0007
	3600	6.26	4.30	0.0008
	3800	6.61	4.57	0.0008
	4000	6.95	4.82	0.0008
	4200	7.30	4.96	0.0009
	4400	7.65	5.16	0.0009
	4600	8.00	5.38	0.0009
	4800	8.34	5.95	0.0010
	5000	8.69	6.10	0.0011
	5200	9.04	6.23	0.0011
	5400	9.39	6.54	0.0012
	5600	9.73	6.75	0.0012
	5800	10.08	6.98	0.0012
	6000	10.43	7.15	0.0013
	6190	10.76	7.26	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.36	0.00	0.0000
	400	0.72	0.12	0.0000
	600	1.08	0.45	0.0001
	800	1.44	0.76	0.0001
	1000	1.80	1.00	0.0002
	1200	2.16	1.16	0.0002
	1400	2.52	1.46	0.0003
	1600	2.88	1.88	0.0003
	1800	3.24	2.05	0.0004
	2000	3.60	2.24	0.0004
	2200	3.96	2.49	0.0004
21	2400	4.32	2.84	0.0005
	2600	4.69	3.12	0.0005
	2800	5.05	3.46	0.0006
	3000	5.41	3.66	0.0006
	3200	5.77	3.98	0.0007
	3400	6.13	4.08	0.0007
	3600	6.49	4.22	0.0007
	3800	6.85	4.55	0.0008
	4000	7.21	4.74	0.0008
	4200	7.57	4.96	0.0009
	4400	7.93	5.15	0.0009
	4600	8.29	5.36	0.0009
	4800	8.65	5.74	0.0010
	5000	9.01	5.99	0.0011

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	5200	9.37	6.14	0.0011
	5400	9.73	6.33	0.0011
	5600	10.09	6.67	0.0012
	5800	10.45	6.88	0.0012
	5995	10.80	7.22	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.70	0.10	0.0000
	600	1.05	0.33	0.0001
	800	1.40	0.65	0.0001
	1000	1.74	0.97	0.0002
	1200	2.09	1.11	0.0002
	1400	2.44	1.54	0.0003
	1600	2.79	1.75	0.0003
	1800	3.14	1.99	0.0004
	2000	3.49	2.13	0.0004
	2200	3.84	2.35	0.0004
	2400	4.19	2.75	0.0005
	2600	4.54	2.98	0.0005
	2800	4.88	3.15	0.0006
	3000	5.23	3.36	0.0006
	3200	5.58	3.78	0.0007
	3400	5.93	3.89	0.0007
	3600	6.28	4.05	0.0007
	3800	6.63	4.36	0.0008
	4000	6.98	4.68	0.0008
	4200	7.33	4.99	0.0009
	4400	7.67	5.20	0.0009
	4600	8.02	5.46	0.0010
	4800	8.37	5.82	0.0010
	5000	8.72	6.03	0.0011
	5200	9.07	6.15	0.0011
	5400	9.42	6.49	0.0011
	5600	9.77	6.75	0.0012
	5800	10.12	6.92	0.0012
	6000	10.47	7.06	0.0012
	6150	10.73	7.14	0.0013
	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.70	0.13	0.0000
	600	1.05	0.29	0.0001
	800	1.40	0.55	0.0001
	1000	1.75	0.87	0.0002
	1200	2.10	1.10	0.0002
	1400	2.45	1.46	0.0003
	1600	2.80	1.68	0.0003

22

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
23	1800	3.15	1.84	0.0003
	2000	3.50	2.08	0.0004
	2200	3.85	2.29	0.0004
	2400	4.20	2.56	0.0005
	2600	4.55	2.88	0.0005
	2800	4.91	3.04	0.0005
	3000	5.26	3.27	0.0006
	3200	5.61	3.55	0.0006
	3400	5.96	3.79	0.0007
	3600	6.31	3.95	0.0007
	3800	6.66	4.12	0.0007
	4000	7.01	4.44	0.0008
	4200	7.36	4.82	0.0008
	4400	7.71	5.20	0.0009
	4600	8.06	5.51	0.0010
	4800	8.41	5.79	0.0010
	5000	8.76	5.96	0.0010
	5200	9.11	6.08	0.0011
	5400	9.46	6.27	0.0011
	5600	9.81	6.62	0.0012
	5800	10.16	6.97	0.0012
	6000	10.51	7.11	0.0013
6200	10.86	7.35	0.0013	
6220	10.90	7.56	0.0013	
24	0	0.00	0.00	0.0000
	200	0.35	0.00	0.0000
	400	0.70	0.18	0.0000
	600	1.05	0.35	0.0001
	800	1.40	0.78	0.0001
	1000	1.75	0.99	0.0002
	1200	2.11	1.15	0.0002
	1400	2.46	1.31	0.0002
	1600	2.81	1.62	0.0003
	1800	3.16	1.98	0.0003
	2000	3.51	2.10	0.0004
	2200	3.86	2.36	0.0004
	2400	4.21	2.64	0.0005
	2600	4.56	2.92	0.0005
	2800	4.91	3.14	0.0006
	3000	5.26	3.37	0.0006
	3200	5.62	3.64	0.0006
	3400	5.97	3.85	0.0007
	3600	6.32	4.01	0.0007
	3800	6.67	4.18	0.0007
	4000	7.02	4.39	0.0008
	4200	7.37	4.65	0.0008

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
	4400	7.72	4.88	0.0009
	4600	8.07	5.02	0.0009
	4800	8.42	5.23	0.0009
	5000	8.77	5.48	0.0010
	5200	9.13	5.97	0.0011
	5400	9.48	6.12	0.0011
	5600	9.83	6.45	0.0011
	5800	10.18	6.86	0.0012
	6000	10.53	7.05	0.0012
	6200	10.88	7.28	0.0013
	6310	11.07	7.75	0.0014

Tabla 15: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de muretes de Adobe con espesor de junta de 1.50 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
1	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.41	0.0001
	1000	0.81	1.05	0.0002
	1500	1.21	2.30	0.0004
	2000	1.61	2.98	0.0005
	2500	2.02	3.98	0.0006
	3000	2.42	4.32	0.0007
	3500	2.82	4.95	0.0008
	4000	3.23	5.54	0.0009
	4230	3.41	6.28	0.0010
	2	0	0.00	0.00
500		0.40	0.39	0.0001
1000		0.81	1.13	0.0002
1500		1.21	2.50	0.0004
2000		1.61	3.01	0.0005
2500		2.02	3.88	0.0006
3000		2.42	4.42	0.0007
3500		2.82	5.01	0.0008
4000		3.23	5.62	0.0009
4320		3.48	6.42	0.0010
3		0	0.00	0.00
	500	0.40	0.60	0.0001
	1000	0.81	1.20	0.0002
	1500	1.21	2.30	0.0004
	2000	1.61	3.10	0.0005
	2500	2.02	3.80	0.0006
	3000	2.42	4.35	0.0007
	3500	2.82	4.87	0.0008
	4000	3.23	5.74	0.0009
	4260	3.46	6.45	0.0010
	4	0	0.00	0.00
500		0.40	0.42	0.0001
1000		0.81	1.12	0.0002
1500		1.21	2.24	0.0004
2000		1.61	3.16	0.0005
2500		2.01	3.95	0.0006
3000		2.42	4.26	0.0007
3500		2.82	4.96	0.0008
4000		3.22	5.65	0.0009
4420		3.56	6.53	0.0011
		0	0.00	0.00
	500	0.40	0.38	0.0001
	1000	0.81	1.09	0.0002

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
5	1500	1.21	2.26	0.0004
	2000	1.62	3.02	0.0005
	2500	2.02	3.68	0.0006
	3000	2.43	4.28	0.0007
	3500	2.83	4.95	0.0008
	4000	3.24	5.62	0.0009
	4270	3.46	6.44	0.0010
6	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.51	0.0001
	1000	0.81	1.23	0.0002
	1500	1.21	2.36	0.0004
	2000	1.61	3.04	0.0005
	2500	2.02	3.87	0.0006
	3000	2.42	4.23	0.0007
	3500	2.82	4.95	0.0008
	4000	3.23	5.42	0.0009
	4360	3.52	6.74	0.0011

Tabla 16: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 2.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm)
7	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.28	0.0000
	1000	0.81	0.95	0.0002
	1500	1.22	1.24	0.0002
	2000	1.62	1.75	0.0003
	2500	2.03	2.56	0.0004
	3000	2.44	3.35	0.0005
	3500	2.84	4.45	0.0007
	3670	2.98	4.98	0.0008
8	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.25	0.0000
	1000	0.82	0.86	0.0001
	1500	1.22	1.30	0.0002
	2000	1.63	1.84	0.0003
	2500	2.04	2.62	0.0004
	3000	2.45	3.40	0.0006
	3580	2.92	4.63	0.0008
	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.45	0.0001
	1000	0.82	1.02	0.0002
	1500	1.23	1.36	0.0002
	2000	1.63	1.80	0.0003
	2500	2.04	2.55	0.0004

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
9	3000	2.45	3.42	0.0006
	3500	2.86	4.32	0.0007
	3760	3.07	5.12	0.0008
10	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.74	0.0001
	1000	0.81	1.13	0.0002
	1500	1.21	1.47	0.0002
	2000	1.61	1.96	0.0003
	2500	2.01	2.67	0.0004
	3000	2.42	3.36	0.0005
	3500	2.82	4.29	0.0007
	3640	2.93	4.95	0.0008
	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.31	0.0001
	1000	0.82	1.02	0.0002
11	1500	1.23	1.30	0.0002
	2000	1.63	1.83	0.0003
	2500	2.04	2.49	0.0004
	3000	2.45	3.38	0.0006
	3500	2.86	4.56	0.0007
	3835	3.13	5.38	0.0009
	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.42	0.0001
12	1000	0.81	1.16	0.0002
	1500	1.21	1.42	0.0002
	2000	1.62	1.85	0.0003
	2500	2.02	2.53	0.0004
	3000	2.43	3.41	0.0006
	3500	2.83	4.59	0.0007
	3890	3.15	5.66	0.0009

Tabla 17: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 3.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
13	0.00	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.32	0.0001
	1000	0.82	0.78	0.0001
	1500	1.24	1.25	0.0002
	2000	1.65	1.54	0.0003
	2500	2.06	2.38	0.0004
	3000	2.47	3.26	0.0005
	3120	2.57	4.06	0.0007
14	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.42	0.36	0.0001
	1000	0.84	0.88	0.0001
	1500	1.26	1.23	0.0002
	2000	1.67	1.57	0.0003
	2500	2.09	2.26	0.0004
	2980	2.49	3.48	0.0006
15	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.28	0.0000
	1000	0.81	0.95	0.0002
	1500	1.22	1.32	0.0002
	2000	1.63	1.65	0.0003
	2500	2.03	2.28	0.0004
	3000	2.44	3.54	0.0006
	3070	2.50	4.36	0.0007
16	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.36	0.0001
	1000	0.81	0.85	0.0001
	1500	1.21	1.36	0.0002
	2000	1.62	1.64	0.0003
	2500	2.02	2.46	0.0004
	3000	2.43	3.45	0.0006
	3190	2.58	4.75	0.0008
17	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.38	0.35	0.0001
	1000	0.76	0.86	0.0001
	1500	1.15	1.35	0.0002
	2000	1.53	1.74	0.0003
	2500	1.91	2.33	0.0004
	3000	2.29	3.67	0.0006
	3050	2.33	4.76	0.0008
	0.00	0.00	0.00	0.0000
	500.00	0.42	0.54	0.0001
	1000.00	0.84	0.96	0.0002
	1500.00	1.26	1.54	0.0003

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
18	2000	1.67	2.24	0.0004
	2500	2.09	3.41	0.0006
	3000	2.51	4.25	0.0007
	3210	2.69	5.09	0.0009

Tabla 18: Resultados del Ensayo de Compresión Diagonal de Muretes de Adobe con espesor de junta de 4.00 cm

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm ²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
19	0.00	0.00	0.00	0.0000
	500	0.40	0.37	0.0001
	1000	0.81	0.87	0.0001
	1500	1.21	1.33	0.0002
	2000	1.62	1.74	0.0003
	2500	2.02	2.65	0.0004
	2580	2.09	3.85	0.0006
20	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.45	0.42	0.0001
	1000	0.90	0.95	0.0002
	1500	1.35	1.44	0.0002
	2000	1.80	2.32	0.0004
	2500	2.25	3.47	0.0006
	2660	2.39	4.12	0.0007
21	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.36	0.0001
	1000	0.81	1.05	0.0002
	1500	1.22	1.63	0.0003
	2000	1.63	2.45	0.0004
	2480	2.02	3.88	0.0006
22	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.45	0.52	0.0001
	1000	0.90	1.02	0.0002
	1500	1.35	1.65	0.0003
	2000	1.80	2.38	0.0004
	2500	2.25	3.42	0.0006
	2840	2.55	4.66	0.0008
23	0	0.00	0.00	0.0000
	500	0.41	0.44	0.0001
	1000	0.81	0.95	0.0002
	1500	1.22	1.77	0.0003
	2000	1.63	2.44	0.0004
	2500	2.04	3.51	0.0006

CÓDIGO DEL ESPECIMEN	Carga (kg)	Esfuerzo (kg/cm²)	ΔL (mm)	$\Delta L/L$ (mm)
	2600	2.12	4.38	0.0007
	0.00	0.00	0.00	0.0000
	500.00	0.40	0.55	0.0001
	1000.00	0.80	1.05	0.0002
24	1500.00	1.21	1.85	0.0003
	2000	1.61	2.51	0.0004
	2500	2.01	3.59	0.0006
	2740	2.21	4.23	0.0007

ANEXO 2: PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 23: Elaboración de muretes de adobe con diferentes espesores de junta.



Figura 24: Medición de los muretes de adobe para seguir la norma E 080.



Figura 25: Ensayo de compresión axial en pila de adobe.



Figura 26: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.



Figura 27: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.



Figura 28: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.



Figura 29: Ensayo de compresión axial de pila de adobe.



Figura 30: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.



Figura 31: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.



Figura 32: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.



Figura 33: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.



Figura 34: Ensayo de compresión diagonal de murete de adobe.

ANEXO 3: PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERA

