

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Análisis de la resistencia a compresión del adobe con fibras de HDPE sometidos por procesos de gelificación, Conchamarca - Huánuco - 2024”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Pereyra Valentin, Miguel Angel

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 70482542

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día viernes 11 de julio de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- |  |            |
|--|------------|
| ❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA | PRESIDENTE |
| ❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA           | SECRETARIO |
| ❖ DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO         | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1391-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA -HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Miguel Angel PEREYRA VALENTIN, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* por *Unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *11* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *18:45* horas del día 11 del mes de julio del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA

DNI: 73645168

ORCID: 0009-0001-0745-5433

**PRESIDENTE**

  
MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA

DNI: 70502371

ORCID: 0000-0002-5650-3745

**SECRETARIO (A)**

  
DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO

DNI: 40847625

ORCID: 0000-0002-4594-1491

**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: MIGUEL ANGEL PEREYRA VALENTIN, de la investigación titulada "Análisis de la resistencia a compresión del adobe con fibras de HDPE sometidos por procesos de gelificación, Conchamarca - Huánuco - 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0247-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de junio de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://www.sciencegate.app">www.sciencegate.app</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.udec.cl">repositorio.udec.cl</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://scielo.senescyt.gob.ec">scielo.senescyt.gob.ec</a> Fuente de Internet	<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos, quienes con su amor y sabiduría han sido siempre una fuente de inspiración en mi vida. Gracias por sus valiosas enseñanzas y su apoyo incondicional, elementos esenciales que me han permitido llegar hasta este momento.

A mis padres, por su sacrificio, amor y dedicación. Su ejemplo de esfuerzo constante ha sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante en cada etapa de este proceso. Les agradezco por creer en mí y por estar a mi lado en todo momento.

A mis hermanos, por su compañía, apoyo y presencia en cada uno de los momentos importantes. Su aliento ha sido una motivación constante para alcanzar esta meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesor Leonel Marlo Aguilar Alcántara, por su orientación, paciencia y apoyo continuo a lo largo de todo este recorrido. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para la realización de esta tesis. Gracias por siempre brindarme su tiempo y sabiduría.

A los profesores del programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco, por compartir sus conocimientos y por contribuir a mi formación profesional y académica.

A la Universidad de Huánuco, por brindarme las herramientas necesarias para ampliar mis conocimientos y por proporcionarme un entorno académico de calidad. Gracias por ser la institución que ha permitido que logre este importante paso.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	16
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	16
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA .....	19
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	19
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL.....	20
CAPÍTULO II.....	21
MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	22
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	24

2.2.	BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1.	ADOBE .....	25
2.2.2.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL ADOBE .....	27
2.2.3.	CICLOS DE CONGELAMIENTO.....	29
2.2.4.	FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD .....	29
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	30
2.4.	HIPÓTESIS .....	32
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL.....	32
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	32
2.5.	VARIABLES .....	33
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE .....	33
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	33
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	34
CAPÍTULO III.....		35
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		35
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	35
3.1.1.	ENFOQUE .....	35
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	35
3.1.3.	DISEÑO.....	36
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	38
3.2.1.	POBLACIÓN.....	38
3.2.2.	MUESTRA .....	38
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	39
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	57
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ....	58
CAPÍTULO IV .....		59
RESULTADOS .....		59
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS .....	59
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	69
CAPÍTULO V .....		76
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		76

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	76
CONCLUSIONES .....	78
RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	81
ANEXOS .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de las muestras para ensayo a compresión.....	39
Tabla 2 Resultado de la resistencia a compresión adobes patrón y según diseño (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	59
Tabla 3 Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE (-4°C a 15°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	61
Tabla 4 Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-6°C a 20°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	63
Tabla 5 Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-8°C a 25°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	65
Tabla 6 Resultado de la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de - 4°C, - 6°C y - 8°C a 15°C, 20°C y 25°C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	67
Tabla 7 Prueba de normalidad: resistencia a compresión promedio adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de – 4 °C, - 6 °C y – 8 °C a 15 °C, 20 °C y 25 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	69
Tabla 8 Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 4 °C, - 6 °C y – 8 °C a 15 °C, 20 °C y 25 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	70
Tabla 9 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 4 °C a 15 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	71
Tabla 10 Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de – 4 °C a 15 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	71
Tabla 11 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de – 6 °C a 20 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	72
Tabla 12 Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 6 °C a 20 °C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	73

Tabla 13 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 8 °C a 25 °C y adobes patrón (kg/cm2) .....	74
Tabla 14 Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE y con temperaturas de – 8 °C a 25 °C y los adobes patrón (kg/cm2) .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El adobe .....	25
Figura 2 Ensayo de resistencia a compresión de un bloque de adobe.....	27
Figura 3 Ensayo de resistencia a compresión de un bloque de adobe.....	28
Figura 4 Recolección de las muestras de fibras de Fibras de Polietileno de Alta Densidad (HDPE) .....	40
Figura 5 Pesaje de suelo para realizar la granulometría .....	40
Figura 6 Preparación para el ensayo granulométrico.....	41
Figura 7 Vibrado manual de los tamices .....	41
Figura 8 Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices .....	42
Figura 9 Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N° 40 .....	42
Figura 10 Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande .....	43
Figura 11 Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande.....	43
Figura 12 Trazo de hendidura con el acanalador de bronce .....	44
Figura 13 Golpes del suelo con la Casagrande .....	44
Figura 14 Corte después del ensayo de Casagrande .....	45
Figura 15 Pesaje de la muestra de Casagrande .....	45
Figura 16 Ensayo de límite plástico del suelo .....	46
Figura 17 Pesaje de las muestras elipsoides del suelo.....	46
Figura 18 Muestra de las bolitas de barro.....	47
Figura 19 Pesaje del agua .....	47
Figura 20 Tamizado del suelo para la elaboración del adobe .....	48
Figura 21 Adición de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) .....	48
Figura 22 Adición del agua .....	49
Figura 23 Preparación de la mezcla de barro .....	49
Figura 24 Elaboración de los adobes.....	50
Figura 25 Enrazado de los adobes .....	50
Figura 26 Desmoldeo de los adobes .....	51
Figura 27 Muestra poblacional de los adobes.....	51
Figura 28 Ciclo de congelación de los adobes de -4 °C y 15 °C .....	52
Figura 29 Ciclo de congelación de los adobes de -6 °C y 20 °C .....	52
Figura 30 Ciclo de congelación de los adobes de -8 °C y 25 °C .....	53

Figura 31 Ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra (patrón).....	53
Figura 32 Rotura de los adobes de tierra (patrón) .....	54
Figura 33 Ensayo resistencia a compresión muestras con 0.5% de fibras de HDPE con una temperatura entre -4 °C y 15 °C .....	54
Figura 34 Rotura de la muestra de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre -4 °C y 15 °C .....	55
Figura 35 Ensayo resistencia a compresión muestra de adobe con 0.5% de fibras HDPE con una temperatura entre - 6 °C y 20 °C.....	55
Figura 36 Rotura muestras de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre -6 °C y 20 °C .....	56
Figura 37 Ensayo resistencia a compresión muestras de adobe con 0.5% de fibras HDPE con una temperatura entre - 8 °C y 25 °C.....	56
Figura 38 Rotura de muestras de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre - 8 °C y 25 °C .....	57
Figura 39 Comparación de la resistencia a compresión adobes patrón y según diseño (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	60
Figura 40 Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-4°C a 15°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	62
Figura 41 Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-6°C a 20°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ). .....	64
Figura 42 Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-8°C a 25°C) y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	66
Figura 43 Comparación de la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de - 4°C, - 6°C y - 8°C a 15°C, 20°C y 25°C y adobes patrón (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	68

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación en Conchamarca - Huánuco - 2024. Para ello, se empleó un enfoque experimental y cuantitativo, en el cual se compararon muestras de adobe patrón con muestras mejoradas mediante la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz. Se sometieron a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas de  $-4^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $-6^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$  y  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . Se aplicaron pruebas estadísticas como la prueba de normalidad y la prueba de Mann-Whitney U para comparar las resistencias a la compresión entre los diferentes grupos.

Los resultados indican que la inclusión de 0,5% de HDPE en forma de cruz genera un aumento significativo en la resistencia a la compresión del adobe bajo ciclos de congelación y descongelación. El análisis de contraste estadístico ( $U=8$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ) evidencia que la resistencia promedio de los adobes con HDPE alcanzó  $14,07 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que las muestras patrón solo lograron  $12,05 \text{ kg/cm}^2$ . Esto sugiere que el refuerzo con fibras de HDPE mejora el desempeño estructural del adobe en condiciones extremas de temperatura, incrementando su resistencia frente a los efectos de congelamiento y descongelamiento.

En conclusión, las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe, permitiendo una mejora estructural bajo condiciones de temperaturas extremas. Este hallazgo es relevante para la construcción sostenible en regiones con climas fríos, donde el deterioro del adobe por congelación es un problema recurrente. La investigación respalda la viabilidad del uso de fibras de HDPE como un método eficiente y económico para optimizar el rendimiento del adobe y su durabilidad en el tiempo.

**Palabras clave:** Adobe, ciclos térmicos, durabilidad, fibras de HDPE, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The aim of the research was to determine the influence of HDPE fibers on the compressive strength of adobe under freeze-thaw cycles in Conchamarca, Huánuco - 2024. An experimental and quantitative approach was employed, in which samples of standard adobe were compared with samples improved by the inclusion of 0.5% by weight of cross-shaped HDPE fibers. These samples were subjected to freeze-thaw cycles at temperatures of -4°C and 15°C, -6°C and 20°C, -8°C and 25°C. Statistical tests, such as the normality test and the Mann-Whitney U test, were applied to compare the compressive strengths between the different groups.

The results indicate that the inclusion of 0.5% HDPE in cross form leads to a significant increase in the compressive strength of adobe under freeze-thaw cycles. The statistical contrast analysis ( $U=8$ ;  $p=0.001<0.05$ ) shows that the average compressive strength of adobes with HDPE reached 14.07 kg/cm<sup>2</sup>, while the standard samples only achieved 12.05 kg/cm<sup>2</sup>. This suggests that the reinforcement with HDPE fibers improves the structural performance of adobe under extreme temperature conditions, enhancing its resistance to the effects of freezing and thawing.

In conclusion, HDPE fibers significantly influence the compressive strength of adobe, enabling structural improvement under extreme temperatures. This finding is relevant for sustainable construction in cold climate regions, where adobe deterioration due to freezing is a recurring issue. The research supports the feasibility of using HDPE fibers as an efficient and cost-effective method to optimize the performance and durability of adobe over time.

**Keywords:** Adobe, thermal cycles, durability, HDPE fibers, compressive strength.

## INTRODUCCIÓN

En el Perú, la construcción con adobe sigue siendo una de las principales alternativas para la edificación de viviendas en zonas rurales y urbanas de bajos recursos debido a su bajo costo, disponibilidad de materiales y facilidad de construcción. Sin embargo, este material presenta una vulnerabilidad significativa ante condiciones climáticas extremas, especialmente en regiones altoandinas donde las temperaturas pueden descender por debajo de los 0°C, afectando su resistencia y durabilidad. En este contexto, la búsqueda de soluciones para mejorar el desempeño mecánico del adobe es crucial para garantizar construcciones más seguras y sostenibles.

En el ámbito local, en la comunidad de Conchamarca, Huánuco, las bajas temperaturas y los constantes ciclos de congelación y descongelación deterioran progresivamente las edificaciones de adobe, generando fisuras y pérdida de resistencia estructural. Ante esta problemática, la incorporación de materiales alternativos como fibras sintéticas ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar el comportamiento mecánico del adobe, al incrementar su capacidad de absorción de esfuerzos y su resistencia a la degradación por factores climáticos adversos.

Bajo este contexto, la presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de las fibras de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión del adobe sometido a ciclos de congelación y descongelación. Se ha buscado evaluar si la adición de estas fibras de polietileno de alta densidad en forma de cruz mejora la resistencia del material, proporcionando una alternativa viable para la construcción en zonas con temperaturas extremas. Los resultados de este estudio permitirán fortalecer el conocimiento sobre el uso de materiales reciclados en la construcción y contribuirán al desarrollo de técnicas innovadoras para mejorar la calidad y durabilidad de las viviendas en comunidades vulnerables.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito de la construcción sostenible, el uso de materiales tradicionales mejorados con tecnologías modernas se ha convertido en una tendencia global. El adobe, un material de construcción milenario, ha resurgido como una opción ecológica y económicamente viable en diversos contextos internacionales (Sornoza-Tituano et al., 2022).

Sin embargo, su susceptibilidad a factores climáticos adversos, especialmente en regiones con ciclos de congelación y descongelación, sigue siendo un desafío significativo para su adopción generalizada.

A nivel internacional, la búsqueda de soluciones para mejorar la durabilidad y resistencia del adobe ha llevado a la experimentación con diversos aditivos y técnicas de refuerzo. El uso de fibras sintéticas, como el polietileno de alta densidad (HDPE), ha mostrado resultados prometedores en la mejora de las propiedades mecánicas de los materiales de construcción a base de tierra. No obstante, la investigación sobre el comportamiento de estos materiales compuestos en condiciones climáticas extremas es aún limitada (Jiménez et al., 2024).

En el contexto nacional peruano, la construcción con adobe sigue siendo una práctica común, especialmente en áreas rurales y periurbanas. La necesidad de viviendas seguras y asequibles, combinada con la rica tradición de construcción en tierra, hace imperativo el desarrollo de técnicas que mejoren la resistencia y durabilidad del adobe. Sin embargo, la diversidad geográfica y climática del Perú plantea desafíos únicos, particularmente en las regiones andinas donde las fluctuaciones de temperatura pueden ser severas (Castro Pesantes, 2020).

A nivel regional, en Huánuco, la construcción con adobe es una práctica ancestral que persiste debido a su accesibilidad y adaptabilidad al clima local. No obstante, las zonas altoandinas de esta región experimentan ciclos de

congelación y descongelación que pueden comprometer la integridad estructural de las construcciones de adobe tradicionales. Esta situación demanda soluciones innovadoras que puedan mejorar la resistencia del adobe a estas condiciones climáticas extremas (García Chávez, 2023).

En el ámbito local, el Centro Poblado de Conchamarca ejemplifica la dependencia continua del adobe como material de construcción principal. La tradición, combinada con factores económicos y la disponibilidad de materias primas, ha mantenido viva esta práctica constructiva. Sin embargo, la necesidad de mejorar la calidad y durabilidad de las estructuras de adobe es evidente, especialmente considerando los desafíos climáticos específicos de la zona.

En este contexto, surge la necesidad de investigar el comportamiento de adobes reforzados con fibras de HDPE en forma de cruz, sometidos a ciclos de congelación y descongelación. Este estudio busca analizar la resistencia a la compresión de estos adobes mejorados bajo diferentes rangos de temperatura, comparándolos con especímenes no expuestos a dichos ciclos. La investigación se centra en cuatro grupos de muestras: tres grupos expuestos a diferentes rangos de temperatura (-8°C a 25°C, -6°C a 20°C, y -4°C a 15°C) y un grupo de control no expuesto, todos conteniendo una adición constante de 0.5% de fibras de HDPE en relación al peso seco de la mezcla del adobe.

Esta investigación no solo aborda una problemática local en Conchamarca, sino que también contribuye al conocimiento global sobre la mejora de materiales de construcción tradicionales. Los resultados de este estudio podrían tener implicaciones significativas para la construcción sostenible en regiones con climas similares, tanto en Perú como en otros países, ofreciendo una posible solución a la vulnerabilidad del adobe frente a condiciones climáticas adversas.

La relevancia de este estudio radica en su potencial para mejorar la calidad de vida de las comunidades que dependen del adobe, promoviendo la sostenibilidad y la resiliencia en la construcción, al tiempo que preserva técnicas tradicionales adaptadas a los desafíos contemporáneos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

PG: ¿Cómo influyen las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe en condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - 2024?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

PE1: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ ?

PE2: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ ?

PE3: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ ?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

OG: Determinar la influencia de las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

OE1: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.

OE2: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -6°C y 20°C.

OE3: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -8°C y 25°C.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Esta investigación tendrá una relevancia práctica significativa para la comunidad de Conchamarca y otras regiones con condiciones climáticas similares. Al analizar el comportamiento de los adobes reforzados con fibras de HDPE en forma de cruz bajo ciclos de congelación y descongelación, se buscará proporcionar una solución tangible a los desafíos que enfrentan las construcciones tradicionales de adobe en estas áreas. Los resultados de este estudio podrán ser aplicados directamente en la mejora de las técnicas constructivas locales, lo que potencialmente conducirá a viviendas más seguras y duraderas. Esto no solo beneficiará a los residentes actuales, sino que también podrá contribuir a la preservación del patrimonio arquitectónico y cultural de la región.

### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Desde una perspectiva teórica, esta investigación contribuirá significativamente al conocimiento existente sobre materiales de construcción sostenibles y su comportamiento en condiciones climáticas extremas. El estudio profundizará en la comprensión de cómo las fibras de HDPE en forma de cruz afectan las propiedades mecánicas del adobe, particularmente su resistencia a la compresión, cuando se someten a ciclos de congelación y descongelación. Este conocimiento no solo será valioso para el contexto específico de Conchamarca, sino que también podrá ser extrapolado y adaptado a otras regiones con desafíos climáticos similares. Además, la investigación ayudará a llenar un vacío en la literatura científica actual sobre la interacción entre materiales tradicionales mejorados y condiciones ambientales extremas, proporcionando una base teórica para futuros estudios en este campo.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología propuesta para esta investigación ofrecerá un enfoque innovador y riguroso para evaluar la resistencia de materiales de construcción en condiciones climáticas variables. Al utilizar cuatro grupos de muestras con diferentes rangos de temperatura, el estudio proporcionará una comprensión detallada de cómo los ciclos de congelación y descongelación afectan la resistencia a la compresión de los adobes reforzados. Este enfoque metodológico podrá ser adaptado y replicado en futuras investigaciones sobre otros materiales de construcción o en diferentes contextos geográficos. Además, la inclusión de un grupo de control permitirá una comparación directa y cuantificable de los efectos de los ciclos de congelación y descongelación. Esta metodología no solo será valiosa para el estudio actual, sino que también podrá servir como modelo para investigaciones similares en el campo de la construcción sostenible y la mejora de materiales tradicionales.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque primordial de la investigación se dirige hacia los impactos inmediatos derivados de la introducción de fibras de HDPE en los bloques de adobe. No obstante, la evaluación integral de los efectos a largo plazo, como la durabilidad y la resistencia a la degradación con el tiempo, presenta un desafío. La inclusión de fibras de HDPE podría suscitar consideraciones económicas y logísticas en proyectos de construcción, y estas limitaciones podrían no ser completamente solventadas en un entorno de estudio de laboratorio.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA**

La fundamentación teórica de esta investigación se respalda en una sólida fundamentación científica, particularmente en áreas como la ingeniería civil, con un enfoque específico en aspectos como la geotecnia y los materiales de construcción. La importancia teórica se sustenta en la relevancia del tema para la industria de la construcción, ya que la mejora de la resistencia del adobe es un punto de interés compartido en varios proyectos constructivos.

### **1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA**

La evaluación de la viabilidad económica implica determinar la disponibilidad de los recursos financieros necesarios para llevar a cabo la investigación, abarcando los costos relacionados con materiales, equipamiento de laboratorio, personal de investigación y cualquier otro gasto asociado al proyecto. En nuestro caso, disponemos de los recursos económicos adecuados para realizar la investigación centrada en el impacto de la incorporación de fibras de HDPE en forma de cruz en la resistencia a la compresión del adobe convencional. Sin embargo, no se llevarán a cabo otros ensayos debido a sus costos significativos.

### **1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL**

Se ha creado un calendario detallado que abarca desde la fase de planificación hasta la divulgación de los resultados. La evaluación de la viabilidad del proyecto implica determinar si es factible finalizarlo en un plazo de tiempo razonable. Garantizamos la presencia de personal debidamente capacitado para llevar a cabo la investigación dentro del plazo establecido, lo cual es esencial para cumplir con el cronograma propuesto.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Jiménez et al., (2024), este trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de estudios sobre las propiedades físico-mecánicas de unidades de construcción como adobe y ladrillos, fabricados con suelo, suelo-cemento y concreto, utilizando diversos refuerzos. Se analizan la variación porcentual de la resistencia a la compresión, tracción, flexión, aislamiento térmico, densidad y absorción de agua, dependiendo del tipo de refuerzo y base del mortero. La metodología empleada fue cuantitativa, con enfoque descriptivo y correlacional, utilizando un diseño no experimental y transversal. Se aplicaron técnicas de análisis documental y pruebas de laboratorio. La muestra consistió en 20 investigaciones previas sobre materiales de construcción. Los resultados indican que el refuerzo con cemento mejora significativamente la resistencia a la compresión, mientras que los plásticos aumentan el aislamiento térmico, la densidad y reducen la absorción de agua. Los materiales vegetales contribuyen a mejorar la resistencia a la tracción. En conclusión el uso adecuado de estos refuerzos mejora las propiedades físico-mecánicas, aumentando la durabilidad y eficiencia energética de las edificaciones.

López (2023), En su investigación titulada, “Valoración de la resistencia a la compresión del adobe con adición de zeolita”, tiene como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del adobe con adición de zeolita. Los resultados experimentales muestran que la adición de zeolita mejora la resistencia a la compresión del adobe. En particular, se encontró que la adición del 25% de zeolita al adobe tradicional mejora significativamente su resistencia a la compresión. En la parte final, el autor concluye que la adición de zeolita al adobe tradicional puede mejorar significativamente su resistencia a la compresión, lo que puede

ser beneficioso para la construcción de estructuras más resistentes y seguras.

Escalante y Piñeiros (2021), la investigación titulada "Evaluación de los efectos del envejecimiento acelerado en ladrillos de adobe del Centro Histórico de Quito", con el objetivo de analizar los efectos del envejecimiento acelerado en ladrillos de adobe. Se utilizó un enfoque cuantitativo, experimental, con ensayos de compresión, resistencia al corte y caracterización física del material en una cámara de simulación climática. La muestra consistió en ladrillos de adobe del antiguo edificio de Ferrocarriles del Ecuador. Los resultados indicaron que, a pesar de la exposición a humedad y radiación, las propiedades físicas y mecánicas del adobe no cambiaron significativamente, manteniéndose inalteradas con el tiempo. El suelo empleado se clasificó como limo de baja plasticidad (ML), con una densidad seca de 15,29 kN/m<sup>3</sup> y una humedad natural del 2,90 %. Se concluye que el adobe del Centro Histórico de Quito mantiene su estabilidad estructural y sus propiedades físicas y mecánicas incluso tras un proceso de envejecimiento acelerado, lo que evidencia su resistencia a condiciones ambientales adversas y su viabilidad como material de construcción en edificaciones patrimoniales.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Mamani y Escalante (2024), en la investigación "Influencia de la adición de fibras PET y PEBD recicladas en el comportamiento físico y mecánico del adobe en la CC. Pampachulla-Urcos-Quispicanchi", con el objetivo de determinar la influencia de la adición de fibras PET y PEBD recicladas en el comportamiento físico y mecánico del adobe. La metodología empleada tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel explicativo, con un diseño experimental en el que se manipularon diferentes porcentajes de adición de fibras (1 %, 2.5 % y 5 %) y se evaluó su impacto en la resistencia y estabilidad del adobe. Se realizaron ensayos de laboratorio basados en la Norma Técnica Peruana E.080, aplicando técnicas e instrumentos para medir variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, tracción por flexión y resistencia a

la compresión en pilas. La muestra consistió en 160 unidades de adobe, de las cuales 24 unidades de 10x10x10 cm se utilizaron para ensayos de compresión, y 136 unidades de 30x15x8 cm se destinaron a evaluar el efecto de las fibras en diferentes proporciones. Los resultados indicaron que una adición del 5 % de fibras PET y PEBD mejoró la estabilidad dimensional, obteniéndose valores óptimos en convexidad (1.15 mm) y concavidad (1.65 mm), mientras que la adición del 1 % permitió alcanzar una resistencia a la compresión de 15.20 kg/cm<sup>2</sup>, superando el requisito mínimo de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> establecido por la norma E.080. En conclusión, la adición de fibras PET y PEBD recicladas influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas del adobe, mejorando su resistencia y estabilidad, lo que evidencia su viabilidad para construcciones sostenibles.

Rosario y Veliz (2021), en su investigación titulada “Fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto” tiene como objetivo principal determinar la óptima dosificación de fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. La metodología de la investigación tuvo un enfoque descriptivo y explicativo, donde se estudió el asentamiento, contracción plástica, la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad del concreto, incorporando fibra de polipropileno monofilamento. Los resultados de la investigación concluyeron que la adición de fibra de polipropileno monofilamento mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Sin embargo, la adición de fibra de polipropileno monofilamento no aporta una mejora en la trabajabilidad, donde se observa la disminución de 127 mm a 8 mm con adición de fibra de 0.35 kg/m<sup>3</sup> y 2.84 kg/m<sup>3</sup>, la reducción de fisura de contracción plástica mejoró con la adición de fibra de 0.30 kg/m<sup>3</sup> a 1.20 kg/m<sup>3</sup> el ancho de fisura disminuyó desde 0.80 mm a 0.10 mm, la resistencia de compresión mejoró desde 246 kg/cm<sup>2</sup> a 329 kg/cm<sup>2</sup> con dosis de 0.5 kg/m<sup>3</sup> a 4.5 kg/m<sup>3</sup>, la resistencia de flexión mejoró desde 36 kg/cm<sup>2</sup> a 73 kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibra 0.50 kg/m<sup>3</sup> a 4.50 kg/m<sup>3</sup> y respecto a la durabilidad la adición de fibra mejora la resistencia a la

penetración de cloruro, donde se vio una disminución de profundidad de 19.80 mm y 10.66 mm con las dosis de 4.50 kg/m<sup>3</sup> y 5.46 kg/m<sup>3</sup>.

Antay (2020), En su investigación titulada "Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco" tiene como objetivo principal evaluar las propiedades físicas y mecánicas del adobe, reemplazando paja por fibra polipropileno sikacem al 95%, 100% y 105% en relación con el peso de fibra de paja, con el fin y propósito de obtener un producto final de adobes más estabilizados. La metodología de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, nivel descriptivo con implicancias correlaciones, método hipotético-deductivo y diseño cuasi experimental, teniendo en cuenta que el método de muestreo que se desarrolló en la investigación fue por conveniencia, puesto que se elaboraron los elementos muestrales, donde la población y la muestra coinciden, siendo en total 96 unidades, 72 unidades de adobe con fibra de polipropileno sikacem y 24 unidades de adobes del distrito de Saylla. Los ensayos de laboratorio realizados a los 28 días en el laboratorio de materiales de la Universidad Andina del Cusco demostraron que las unidades de adobes reemplazados paja por fibra polipropileno con 100% y 105% en peso, no mejoran sustancialmente las propiedades físico-mecánicas de las unidades de adobe. Por lo tanto, el autor concluye que el reemplazo paja por fibra polipropileno en porcentaje en peso respecto al peso de paja, propuesto no es determinante para mejorar las propiedades físico-mecánicas de una unidad de adobe.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

García Chávez (2023), La investigación "Mejora de la resistencia a la compresión del adobe mediante la incorporación de fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado en el distrito de Amarilis – Huánuco – 2022" tuvo como objetivo evaluar el impacto de la adición de estas fibras en porcentajes de 2 %, 5 % y 7 % en la resistencia del adobe. Se utilizó una metodología cuantitativa, aplicada y explicativa,

con un diseño cuasi experimental, comparando adobes mejorados con fibras frente a adobes tradicionales con paja. Se realizaron ensayos de compresión en laboratorio y análisis estadístico de los resultados. La muestra consistió en unidades de adobe elaboradas con distintos porcentajes de fibras. Los resultados indicaron una mejora significativa en la resistencia a la compresión de los adobes con fibras, validada estadísticamente ( $t=-45.435$ ,  $p=0.003<0.05$ ). En conclusión, la adición de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado fortalece el adobe, evidenciando su potencial para edificaciones más resistentes y sostenibles.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. ADOBE

Los bloques de adobe hechos a base de tierra son una forma tradicional y sostenible de construcción que ha sido utilizada durante siglos en diversas culturas (Montoro, 2005).

#### **Materia prima y composición del adobe**

Los bloques de adobe están compuestos principalmente de tierra cruda, arena, paja y, en algunos casos, estabilizantes naturales como la cal. La proporción de estos materiales puede variar según la región y las necesidades de construcción (Martínez, 2015).

#### **Figura 1**

*El adobe*



*Nota.* Adobes secados al sol. Fuente: Imagen sacada del sitio web oncenoticias.digital.

## **Proceso de fabricación**

La elaboración del adobe de tierra sigue un procedimiento tradicional y sencillo que demanda atención en cada fase para garantizar la calidad y longevidad del material construido. En un inicio, se escogen cuidadosamente los elementos, como la arcilla que debe exhibir una cohesión y plasticidad adecuadas para formar una mezcla uniforme. La arena seleccionada debe estar exenta de materiales orgánicos y limpia, siendo su función mejorar la manipulación de la mezcla y disminuir la contracción durante el proceso de secado. Por último, se incorporan fibras naturales, las cuales desempeñan un papel crucial al aumentar la resistencia del adobe y mitigar la formación de grietas (Elías Castells, 2012).

En la siguiente etapa, la preparación de la mezcla tiene lugar al combinar la arcilla y la arena en las proporciones adecuadas, ya sea en un área plana o en un recipiente de gran tamaño. Es fundamental agregar agua de manera gradual y mezclar hasta lograr una pasta homogénea y maleable. Este paso es esencial para asegurar una distribución uniforme de los materiales y alcanzar la consistencia deseada. En caso de utilizar fibras, se deben incorporar durante el proceso de mezclado para garantizar su distribución homogénea en toda la masa (Nieto, 2021).

En tercer lugar, una vez que se ha obtenido la mezcla deseada, se procede al moldeo, dando forma a bloques o ladrillos de adobe en configuraciones específicas. Estos bloques se modelan comúnmente utilizando moldes de madera. Posteriormente, en el cuarto paso, se lleva a cabo el proceso de secado al sol al colocar los bloques o ladrillos de adobe en una superficie plana y nivelada, resguardada de la lluvia y la humedad directa. Resulta crucial permitir una adecuada circulación de aire alrededor de los bloques para asegurar un secado uniforme. Según la norma peruana E.080, el tiempo de secado es de 28 días. Durante este período, es esencial dar vuelta periódicamente los bloques para garantizar un secado uniforme y prevenir deformaciones. Además, se

deben resguardar los bloques de la lluvia y la humedad excesiva mediante el uso de lonas o estructuras temporales. La exposición prolongada a la humedad podría comprometer la calidad y resistencia del adobe (Bartolomé et al., 2020).

### **Propiedades térmicas**

Los bloques de adobe poseen excelentes propiedades térmicas. Debido a su alta masa térmica, son capaces de almacenar calor durante el día y liberarlo lentamente durante la noche, contribuyendo así a la eficiencia energética de las estructuras (Mihelcic y Zimmerman, 2012).

### **2.2.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN EL ADOBE**

Los ensayos de laboratorio para determinar la resistencia a la compresión del material tierra se llevan a cabo mediante el ensayo de compresión en cubos de 0.1 metros de arista. La resistencia última se calcula utilizando la fórmula  $f_0=0.1$  MPa, equivalente a 10.2 kgf/cm<sup>2</sup>. En el caso de cubos de adobes o muestras de tapial, se establece como requisito que el promedio de las cuatro muestras de mayor resistencia, seleccionadas de un total de seis, sea igual o superior al valor de resistencia última especificado (Norma E.80, 2017).

**Figura 2**

*Ensayo de resistencia a compresión de un bloque de adobe*



*Nota.* Ensayo de compresión del adobe. Fuente: Imagen sacada del sitio web researchgate.net.

### **Ensayo de resistencia a compresión uniaxial**

El ensayo de resistencia a la compresión uniaxial es una prueba mecánica utilizada para evaluar la capacidad de un material para resistir fuerzas de compresión. Durante el ensayo, se somete una muestra del material a una carga axial en una dirección específica, generalmente a lo largo de su eje longitudinal. La fuerza aplicada se incrementa gradualmente hasta que la muestra experimenta deformación o fractura. La resistencia a la compresión se determina midiendo la máxima carga soportada antes de la falla y calculando la resistencia específica del material. Este tipo de ensayo proporciona información valiosa sobre la capacidad de un material para soportar cargas de compresión y es fundamental en el diseño y la ingeniería de estructuras (Norma E.80, 2017).

#### **Figura 3**

*Ensayo de resistencia a compresión de un bloque de adobe*



*Nota.* Ensayo de compresión del adobe. Fuente: Imagen sacada del sitio web espacioimasd.unach.mx.

### **2.2.3. CICLOS DE CONGELAMIENTO**

Los ciclos de congelación y descongelación se refieren al proceso de someter un material, a temperaturas bajas para congelarlo y luego permitir que se caliente nuevamente a temperatura ambiente o a temperaturas de refrigeración para descongelarlo (Larson, 2017).

En el contexto de adobes de tierra, los ciclos de congelación y descongelación se refieren a las fluctuaciones de temperatura que experimenta el material de construcción durante las estaciones frías. Los adobes de tierra son bloques de construcción hechos de una mezcla de arcilla, arena y otros materiales, que se secan al sol o se cuecen al horno para crear unidades sólidas utilizadas en la construcción de viviendas y estructuras (Rodríguez y Marín, 1999).

Durante el invierno o en climas fríos, los adobes de tierra pueden estar expuestos a temperaturas bajo cero, el agua presente en la mezcla de tierra y arcilla dentro de los adobes puede congelarse, expandiéndose en el proceso. La expansión del agua congelada puede generar presión interna en los adobes, lo que potencialmente lleva a la formación de grietas o fisuras en el material (Mezzanotte, 2006).

Con el aumento de las temperaturas, el hielo en los adobes comienza a derretirse. La descongelación puede llevar a la contracción del material, pero las grietas formadas durante la congelación pueden persistir o agrandarse debido a la falta de soporte estructural (Mezzanotte, 2006).

### **2.2.4. FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

Las fibras de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) son un tipo de polímero utilizado en la fabricación de fibras sintéticas con diversas aplicaciones. La variante de alta densidad (HDPE) se caracteriza por tener una estructura molecular más compacta y una mayor densidad que el polietileno de baja densidad (LDPE). Esta

mayor densidad contribuye a propiedades mecánicas mejoradas (Billmeyer, 2020).

La estructura molecular del HDPE consiste en cadenas lineales de polímeros con pocos o ninguna ramificación lateral. Esta estructura lineal proporciona al HDPE propiedades mecánicas notables, como una alta resistencia y rigidez (Mancilla, 2012).

Las fibras de polietileno de alta densidad se producen mediante procesos de extrusión y estiramiento en caliente. Estos procesos permiten la formación de fibras delgadas y resistentes al estirar el polímero fundido a través de boquillas y luego enfriarlo y estirarlo para obtener la forma deseada (Seymour y Carraher, 1995).

Las fibras de HDPE exhiben propiedades mecánicas notables, incluyendo una alta resistencia a la tracción, rigidez, tenacidad y resistencia al impacto. Estas propiedades las hacen adecuadas para diversas aplicaciones, como cuerdas, redes y materiales compuestos (Gutiérrez, 2019).

El HDPE es conocido por su resistencia química, lo que significa que es resistente a la mayoría de los productos químicos corrosivos. Esta característica es importante en aplicaciones donde las fibras están expuestas a entornos agresivos (Contreras et al., 2018).

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Cohesión:** La cohesión se refiere a la fuerza de atracción entre partículas o moléculas del mismo tipo en un material. En el contexto general, se relaciona con la capacidad de las sustancias para mantenerse unidas y formar estructuras más grandes (Lampurlanés y Puigdomènech, 2012).

**Plasticidad:** La plasticidad se refiere a la capacidad de un material para deformarse de manera permanente sin romperse cuando se somete a esfuerzos o tensiones (Izquierdo y Izquierdo, 2004).

**Contracción:** La contracción se refiere al proceso de disminución en tamaño o volumen de un material o sustancia (Whitten et al., 2022).

**Maleable:** La maleabilidad es la propiedad de un material que le permite deformarse o cambiar de forma bajo la aplicación de presión o golpes sin romperse ni perder su integridad (González y Cueto, 2018).

**Deformaciones:** Las deformaciones se refieren a cambios en la forma, tamaño o estructura de un objeto o material en respuesta a fuerzas externas (Rodríguez, 2013).

**Pilares:** Los pilares son elementos estructurales verticales diseñados para soportar cargas verticales y transferirlas hacia la cimentación de una estructura. También se les conoce como columnas en algunos contextos (Lawrence, 2005).

**Cargas axiales:** Las cargas axiales se refieren a fuerzas que actúan a lo largo del eje central de un elemento estructural, como una viga, columna o pilar (Estrada, 2017)

**Corrosión:** La corrosión es un proceso químico y electroquímico en el cual un material, típicamente un metal, experimenta deterioro gradual debido a la reacción con su entorno (Bilurbina y Liesa, 2004).

**Compactación:** La compactación es un proceso utilizado en la construcción y la ingeniería civil para reducir el volumen de un material, generalmente suelo o agregado, mediante la aplicación de fuerza (Crespo, 2007).

**Termodinámica:** La termodinámica es una rama de la física que estudia las interacciones y transformaciones de la energía, particularmente en relación con los conceptos de temperatura, calor y trabajo (Barbosa et al., 2015).

**Entropía:** La entropía es un concepto en la termodinámica que se relaciona con la medida del desorden o la dispersión de la energía en un sistema. En términos más simples, la entropía se asocia con la cantidad de "caos" o "desorden" presente en un sistema (Ben-Naim, 2011).

**Condensación:** La condensación es el proceso físico mediante el cual un gas se transforma en estado líquido. Este cambio de fase ocurre cuando

las moléculas de gas pierden energía y se agrupan, formando líquido (Rice, 2011).

**Extrusión:** La extrusión es un proceso de fabricación que implica la creación de productos mediante la presión y forzado de un material a través de un troquel o matriz con una forma específica (Köster et al., 2011).

**Tracción:** La tracción es una fuerza que actúa para estirar o alargar un objeto, de forma general, es el opuesto de la compresión (Ashby y Jones, 2008).

**Tenacidad:** La tenacidad es una propiedad mecánica de los materiales que mide la capacidad de un material para absorber energía y deformarse plásticamente antes de fracturarse bajo la aplicación de una carga (Dubois, 2001).

**Degradación:** La degradación se refiere al proceso de descomposición, descomposición o pérdida de calidad de un material o sustancia con el tiempo (Almorox et al., 2011).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

HG: Las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

HE1: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.

HE2: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye

significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ .

HE3: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ .

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

VD: Resistencia a la compresión del adobe

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Ciclos de congelación y descongelación

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Ciclos de congelación	Los ciclos de congelación y descongelación se refieren al proceso de someter un material, a temperaturas bajas para congelarlo y luego permitir que se caliente nuevamente a temperatura ambiente o a temperaturas de refrigeración para descongelarlo (Larson, 2017).	La variación de temperatura de las fibras de HDPE que se añadirá a la mezcla de adobe estará dentro del rango de -4°C hasta los 25°C y esta estará medida en grados celsius con un termómetro.	Adobes con adición de 0,5% de fibras de HDP en forma de cruz sometida a variación de temperatura de -4°C hasta los 15°C, -6°C hasta los 20°C y -8°C hasta los 25°C.	Grados Celsius (°C)		
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Resistencia a la compresión del adobe	La resistencia a la compresión del tapial, al igual que la de otros materiales, se basa en principios físicos y mecánicos específicos relacionados con la compactación y cohesión de sus componentes (Hoz Onrubia et al., 2003).	La resistencia a la compresión se determinará por medio de un ensayo de laboratorio. La máquina para este ensayo se llama prensa hidráulica.	Resistencia a la compresión de los adobes con inclusión de 0,5% de fibras de HDPE en forma de cruz respecto del peso seco de la mezcla, expuesto a un ciclo de congelación y descongelación de -4°C hasta los 15°C, -6°C hasta los 20°C y -8°C hasta los 25°C.	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Ficha de laboratorio de ensayo.	La escala empleada es el escalón de razón.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación aplicada representa una modalidad de investigación científica que busca principalmente la aplicación directa de los conocimientos y descubrimientos adquiridos. A diferencia de la investigación básica, que se enfoca en la generación de conocimientos teóricos sin una aplicación inmediata, la investigación aplicada se orienta hacia la solución de problemas particulares o la satisfacción de necesidades prácticas en distintos campos, como la tecnología, la industria, la medicina o la ingeniería (Medina, 2007).

Nuestro objetivo fue analizar el comportamiento de la resistencia a la compresión del adobe con fibras en forma de cruz sometidas a ciclos de congelación y descongelación.

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Un enfoque cuantitativo en investigación se basa en la recolección y análisis de datos numéricos con la finalidad de comprender fenómenos, identificar patrones y realizar inferencias. En términos simples, implica la aplicación de técnicas cuantitativas para medir y cuantificar variables, seguido del análisis estadístico de estos datos. Este método busca lograr objetividad, generalización y reproducibilidad en los resultados obtenidos (Hernández, 2018).

La esencia principal de la investigación ha radicado en analizar y describir las alteraciones en la resistencia a la compresión del adobe al introducir fibras de HDPE en su composición.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

El nivel explicativo en la investigación y análisis de datos se focaliza en la habilidad de un estudio para brindar comprensión y explicaciones más allá de simplemente describir los fenómenos observados. Al adoptar

un enfoque explicativo, la meta es entender las relaciones causales entre variables, detectar patrones y proporcionar explicaciones detalladas acerca de las razones por las cuales ciertos fenómenos ocurren (Hernández, 2018).

El objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento de la resistencia a la compresión del adobe con fibras de HDPE en forma de cruz sometidas a ciclos de congelación y descongelación.

### 3.1.3. DISEÑO

Un diseño cuasiexperimental comparte similitudes con los diseños experimentales convencionales, pero no cumple con todos los requisitos estrictos de un experimento completamente controlado. En este tipo de diseño, el investigador no ejerce un control total sobre la asignación de participantes a grupos o condiciones de estudio debido a restricciones éticas, logísticas o prácticas. A pesar de estas limitaciones, los diseños cuasiexperimentales permiten evaluar relaciones causales entre variables en situaciones en las que llevar a cabo un experimento completamente controlado no sería factible (Hernández, 2018).

En nuestra circunstancia, se ha elegido un método de muestreo no aleatorio, lo que significa que los grupos de análisis se seleccionarán previamente antes de llevar a cabo el experimento.

NA GR 1.....X1.....R1  
NA GR 2.....X2.....R2  
NA GR 3.....X3.....R3  
NA GR 4.....\_\_.....R4

Donde:

GR1: Muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.

GR2: Muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ .

GR3: Muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ .

GR4: Muestras de adobe sin someter a ciclos de congelación y descongelación.

X1: Manipulación de la variable independiente (sometido a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ ).

X2: Manipulación de la variable independiente (sometido a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ ).

X3: Manipulación de la variable independiente (sometido a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ ).

R1: Resultado de resistencia a la compresión muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ .

R2: Resultado de resistencia a la compresión muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ .

R3: Resultado de resistencia a la compresión muestras de adobe con 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad sometidas a ciclos de congelación y descongelación de en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ .

R4: Resultados del ensayo resistencia a la compresión de las muestras sin ciclo de congelación y descongelación.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población en una investigación se describe como el conjunto completo de elementos o individuos que comparten características comunes y constituyen el objeto de estudio. La magnitud y la extensión de esta población pueden cambiar según los objetivos de la investigación. En algunas situaciones, la población puede ser amplia y resulta impráctico recopilar datos de todos sus elementos, lo que lleva a la necesidad de emplear muestras representativas (Pino Gotuzzo, 2018).

La población estuvo conformada por un total de 60 muestras de adobe que serán mezcladas con fibras de HDPE bajo condiciones específicas.

### **3.2.2. MUESTRA**

Una muestra no probabilística es un tipo de muestra en investigación que se selecciona sin seguir un método de elección aleatoria. Esto significa que no todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidos para formar parte de la muestra. La elección de participantes o elementos se realiza de manera intencional o conveniente, frecuentemente basada en criterios específicos que el investigador considere relevantes (Hernández, 2018).

Los elementos de prueba de adobe ha tenido una forma cúbica con una longitud de arista de 10 centímetros. Estos serán sometidos a pruebas de resistencia a la compresión, siguiendo los criterios establecidos por la norma técnica peruana E.080.

**Tabla 1***Distribución de las muestras para ensayo a compresión*

DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE MUESTRAS
Especímenes de adobe con adición de 0,5% de fibras de HDPE en forma de cruz no expuestas a ciclos de congelación y descongelación.	15
Especímenes de adobe con adición de 0,5% de fibras de HDPE en forma de cruz expuestas a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.	15
Especímenes de adobe con adición de 0,5% de fibras de HDPE en forma de cruz expuestas a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -6°C y 20°C.	15
Especímenes de adobe con adición de 0,5% de fibras de HDPE en forma de cruz expuestas a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -8°C y 25°C.	15
<b>TOTAL=</b>	<b>60</b>

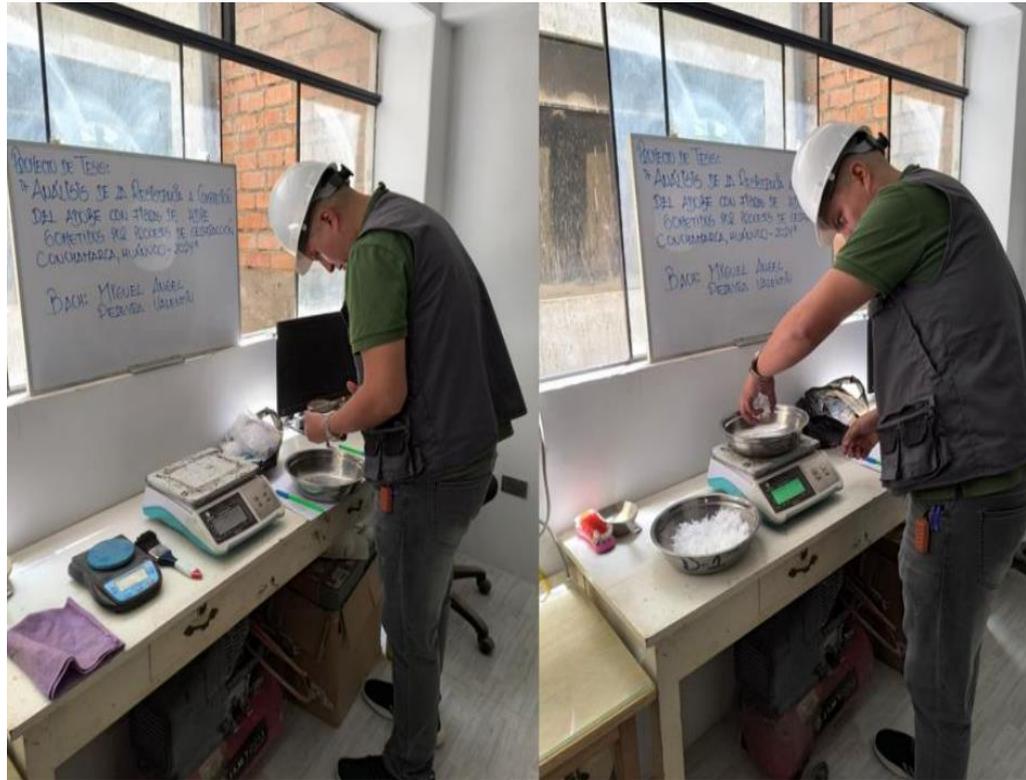
### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la investigación se ha empleado la observación directa como método de recolección de datos, lo que permite obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se han utilizado técnicas de laboratorio cuando es necesario el uso de instalaciones especializadas para obtener los datos. Se han fabricado muestras de adobe con la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, sometidas a ciclos de congelación y descongelación en diferentes rangos de temperatura. Estos rangos incluyen -4°C a 15°C, -6°C a 20°C y -8°C a 25°C, con 15 muestras elaboradas para cada condición, además de las muestras patrón sin refuerzo de fibras de HDPE. Los bloques, con dimensiones estándar, fueron sometidos a pruebas de compresión, sumando un total de 15 muestras por cada rango de temperatura analizado. Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

**Figura 4**

*Recolección de las muestras de fibras de Fibras de Polietileno de Alta Densidad (HDPE)*



**Figura 5**

*Pesaje de suelo para realizar la granulometría*



**Figura 6**

*Preparación para el ensayo granulométrico*



**Figura 7**

*Vibrado manual de los tamices*



**Figura 8**

*Pesaje de las muestras de suelos retenidas en los tamices*



**Figura 9**

*Pesaje de la muestra de suelo pasante del tamiz N° 40*



**Figura 10**

*Preparación de la muestra de suelo para el ensayo de Casagrande*



**Figura 11**

*Llenado de muestra a la cuchara de Casagrande*



**Figura 12**

*Trazo de hendidura con el acanalador de bronce*



**Figura 13**

*Golpes del suelo con la Casagrande*



**Figura 14**

*Corte después del ensayo de Casagrande*



**Figura 15**

*Pesaje de la muestra de Casagrande*





**Figura 18**

*Muestra de las bolitas de barro*



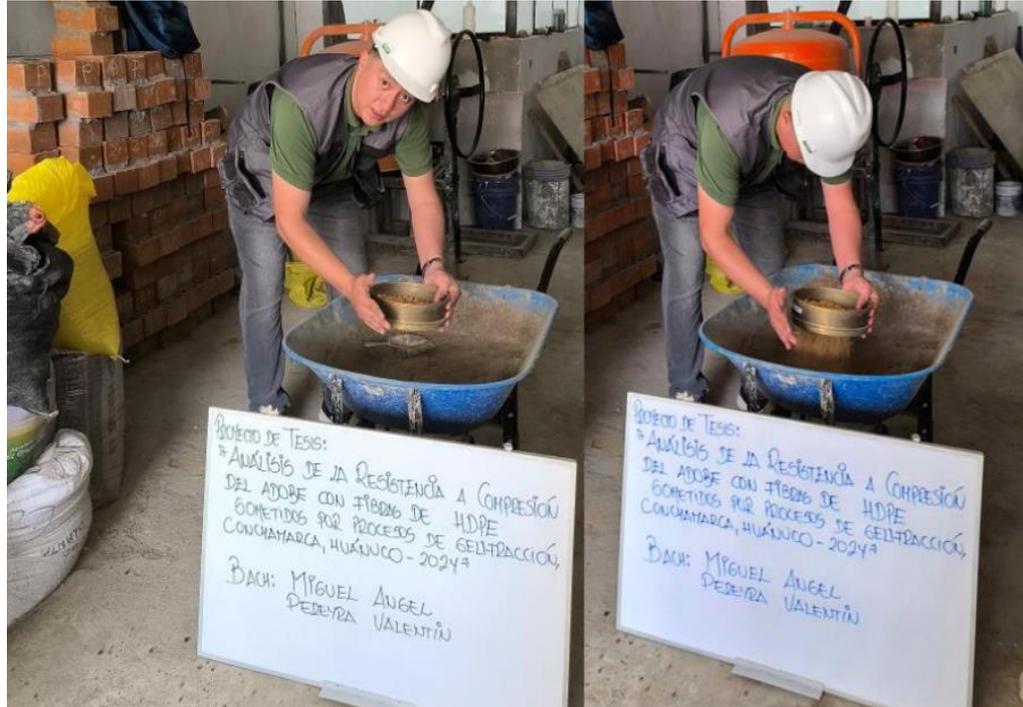
**Figura 19**

*Pesaje del agua*



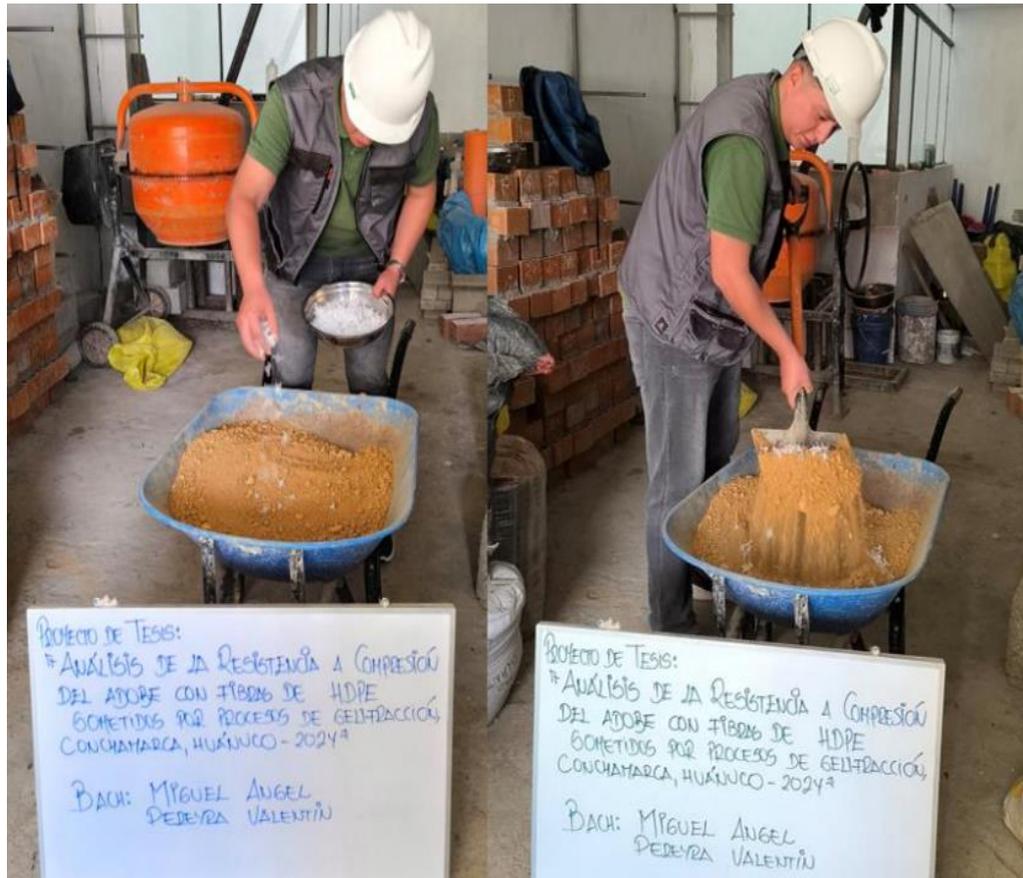
**Figura 20**

*Tamizado del suelo para la elaboración del adobe*



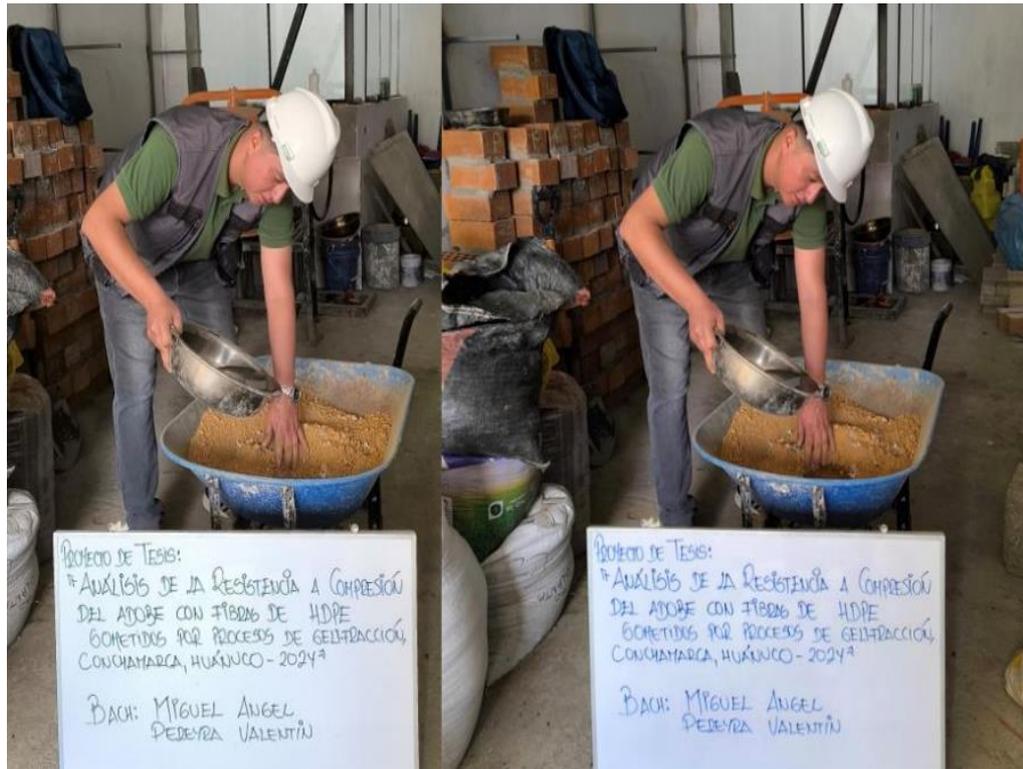
**Figura 21**

*Adición de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE)*



**Figura 22**

*Adición del agua*



**Figura 23**

*Preparación de la mezcla de barro*



**Figura 24**

*Elaboración de los adobes*



**Figura 25**

*Enraizado de los adobes*



**Figura 26**

*Desmoldeo de los adobes*



**Figura 27**

*Muestra poblacional de los adobes*



**Figura 28**

*Ciclo de congelación de los adobes de -4 °C y 15 °C*



**Figura 29**

*Ciclo de congelación de los adobes de -6 °C y 20 °C*



**Figura 30**

*Ciclo de congelación de los adobes de -8 °C y 25 °C*



**Figura 31**

*Ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra (patrón)*



**Figura 32**

*Rotura de los adobes de tierra (patrón)*



**Figura 33**

*Ensayo resistencia a compresión muestras con 0.5% de fibras de HDPE con una temperatura entre -4 °C y 15 °C*



**Figura 34**

*Rotura de la muestra de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre -4 °C y 15 °C*



**Figura 35**

*Ensayo resistencia a compresión muestra de adobe con 0.5% de fibras HDPE con una temperatura entre - 6 °C y 20 °C*



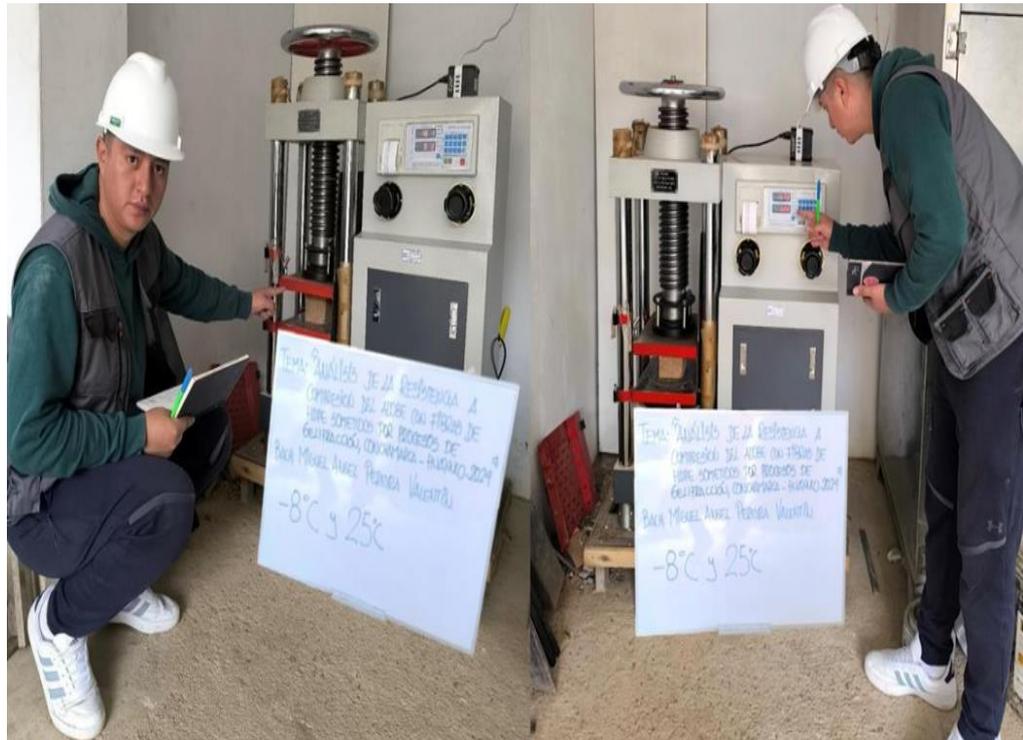
**Figura 36**

*Rotura muestras de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre -6 °C y 20 °C*



**Figura 37**

*Ensayo resistencia a compresión muestras de adobe con 0.5% de fibras HDPE con una temperatura entre - 8 °C y 25 °C*



**Figura 38**

*Rotura de muestras de adobe con 0.5% fibras HDPE con una temperatura entre - 8 °C y 25 °C*



### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para la presentación de los datos de resistencia a la compresión de los adobes, tanto con como sin la adición de fibras de polietileno de alta densidad, se han utilizado tablas y gráficos de frecuencias, lo que facilitaron su interpretación. Estos recursos permitieron estructurar la información de manera clara y ordenada, evidenciando la distribución de los datos, tendencias y posibles valores atípicos. La representación gráfica y tabular de los resultados se llevó a cabo utilizando el software Microsoft Excel, una herramienta versátil y eficiente que optimiza el análisis visual de los datos obtenidos, asegurando una mejor comprensión de los efectos de los ciclos de congelación y descongelación sobre la resistencia del material.

### **3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

El análisis e interpretación de los resultados de resistencia a la compresión de los adobes, con y sin la adición de fibras de polietileno de alta densidad, se realizó utilizando el software estadístico SPSS versión 25. A través de este, se aplicaron técnicas de estadística inferencial para contrastar las hipótesis planteadas, permitiendo una evaluación precisa del impacto de los ciclos de congelación y descongelación sobre la resistencia del material.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta sección se expone el análisis de los datos de resistencia a la compresión de las muestras, obtenidos a través de ensayos realizados en el laboratorio de suelos y concreto.

#### Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

Tabla 2

Resultado de la resistencia a compresión adobes patrón y según diseño (kg/cm<sup>2</sup>)

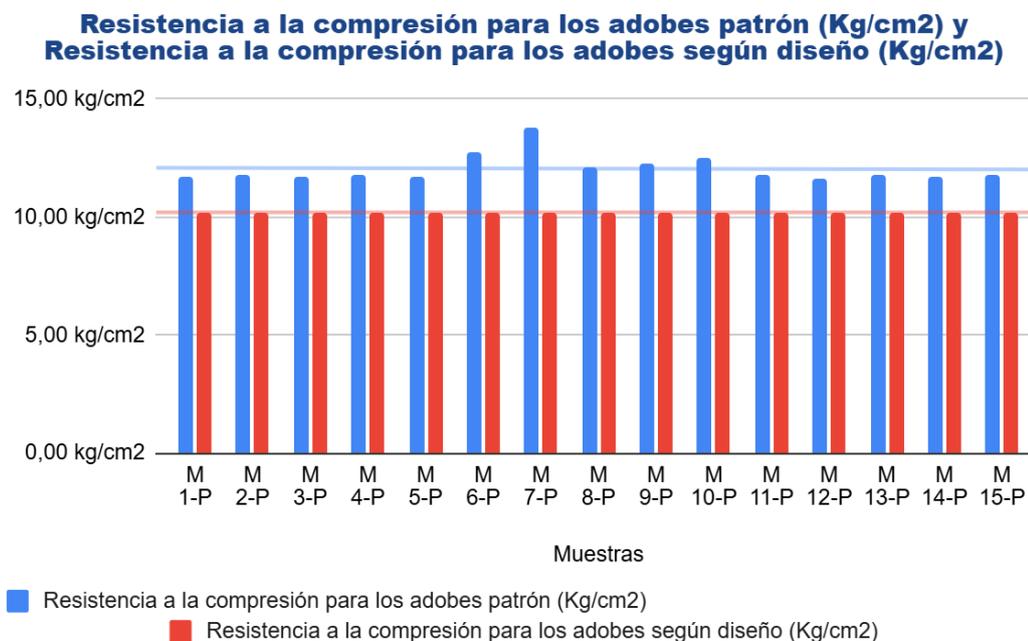
Muestras	Resistencia a la compresión para los adobes patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión para los adobes según diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	11,69 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	11,79 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	11,68 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	11,80 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	11,72 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	12,74 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	13,76 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	12,12 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	12,24 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	12,47 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	11,77 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	11,66 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	11,79 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	11,74 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	11,82 kg/cm <sup>2</sup>	10,20 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>12,05 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>10,20 kg/cm<sup>2</sup></b>

#### Interpretación

La tabla presenta los resultados de resistencia a la compresión de adobes patrón y adobes según diseño, expresados en kg/cm<sup>2</sup>. Se analizaron 15 muestras, y los valores de resistencia para los adobes patrón varían entre 11,66 kg/cm<sup>2</sup> y 13,76 kg/cm<sup>2</sup>, con un promedio de 12,05 kg/cm<sup>2</sup>. En contraste, los adobes según diseño presentan una resistencia constante de 10,20 kg/cm<sup>2</sup> en todas las muestras.

**Figura 39**

*Comparación de la resistencia a compresión adobes patrón y según diseño (kg/cm<sup>2</sup>)*



### Interpretación

La figura muestra la comparación de la resistencia a la compresión entre los adobes patrón y los adobes según diseño. Se observa que los adobes patrón presentan valores de resistencia superiores en todas las muestras analizadas. El valor más alto registrado para este grupo es de 13,76 kg/cm<sup>2</sup> en la muestra M 7-P, mientras que en los adobes según diseño la resistencia es constante en 10,20 kg/cm<sup>2</sup> para todas las muestras. Esta diferencia indica que los adobes patrón poseen una mayor capacidad de carga en comparación con los adobes diseñados, lo que sugiere una variabilidad en las propiedades mecánicas de los primeros, mientras que los segundos mantienen una resistencia uniforme.

**Tabla 3**

*Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE (-4°C a 15°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

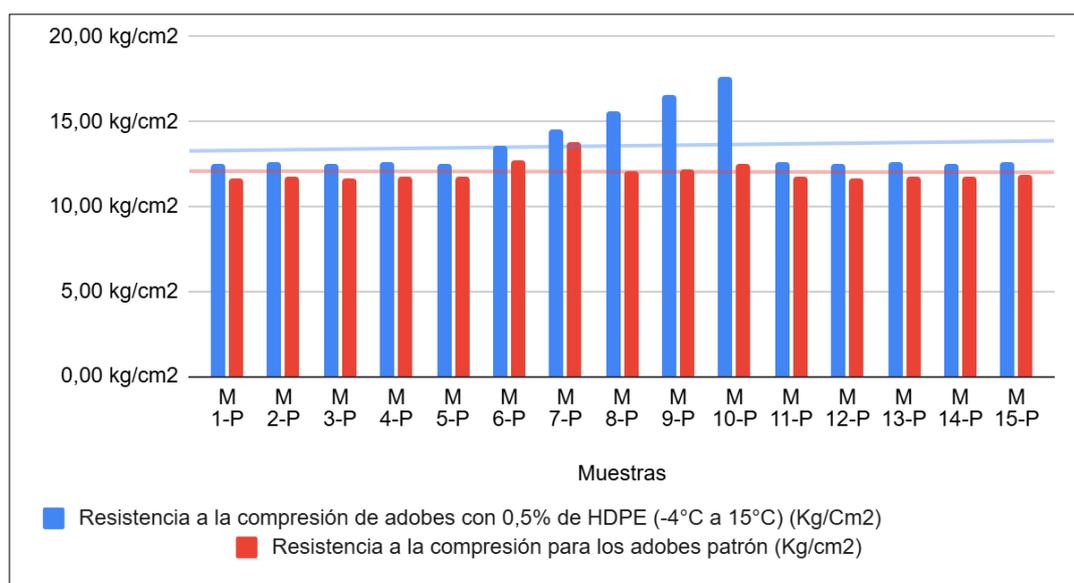
<b>Muestras</b>	<b>Resistencia a la compresión de adobes con 0,5% de HDPE (-4°C a 15°C) (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión para los adobes patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M 1-P	12,51 kg/cm <sup>2</sup>	11,69 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	12,60 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	12,50 kg/cm <sup>2</sup>	11,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	12,61 kg/cm <sup>2</sup>	11,80 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	12,54 kg/cm <sup>2</sup>	11,72 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	13,56 kg/cm <sup>2</sup>	12,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	14,58 kg/cm <sup>2</sup>	13,76 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	15,60 kg/cm <sup>2</sup>	12,12 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	16,62 kg/cm <sup>2</sup>	12,24 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	17,64 kg/cm <sup>2</sup>	12,47 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	12,58 kg/cm <sup>2</sup>	11,77 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	12,48 kg/cm <sup>2</sup>	11,66 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	12,60 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	12,56 kg/cm <sup>2</sup>	11,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	12,63 kg/cm <sup>2</sup>	11,82 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>13,57 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>12,05 kg/cm<sup>2</sup></b>

### **Interpretación**

La tabla muestra la resistencia a la compresión de los adobes sometidos a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperatura de -4°C a 15°C con la adición de 0,5% de HDPE, en comparación con los adobes patrón. Se observa que los adobes con HDPE presentan valores de resistencia que oscilan entre 12,48 kg/cm<sup>2</sup> y 17,64 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes patrón muestran valores de resistencia comprendidos entre 11,66 kg/cm<sup>2</sup> y 13,76 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 40**

Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-4°C a 15°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>).



### Interpretación

La figura muestra la comparación de la resistencia a la compresión de los adobes con 0,5% de HDPE sometidos a ciclos de congelación y descongelación en un rango de -4°C a 15°C, frente a los adobes patrón. Se observa que los adobes con HDPE presentan una mayor resistencia a la compresión en la mayoría de las muestras, alcanzando un valor máximo de 17,64 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en los adobes patrón la resistencia más alta registrada es de 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que la incorporación de HDPE y la exposición a variaciones térmicas no solo no afectan la resistencia del material, sino que parecen contribuir a su mejora, evidenciando una mejor capacidad de soportar cargas en comparación con los adobes sin aditivo.

**Tabla 4**

Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-6°C a 20°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>).

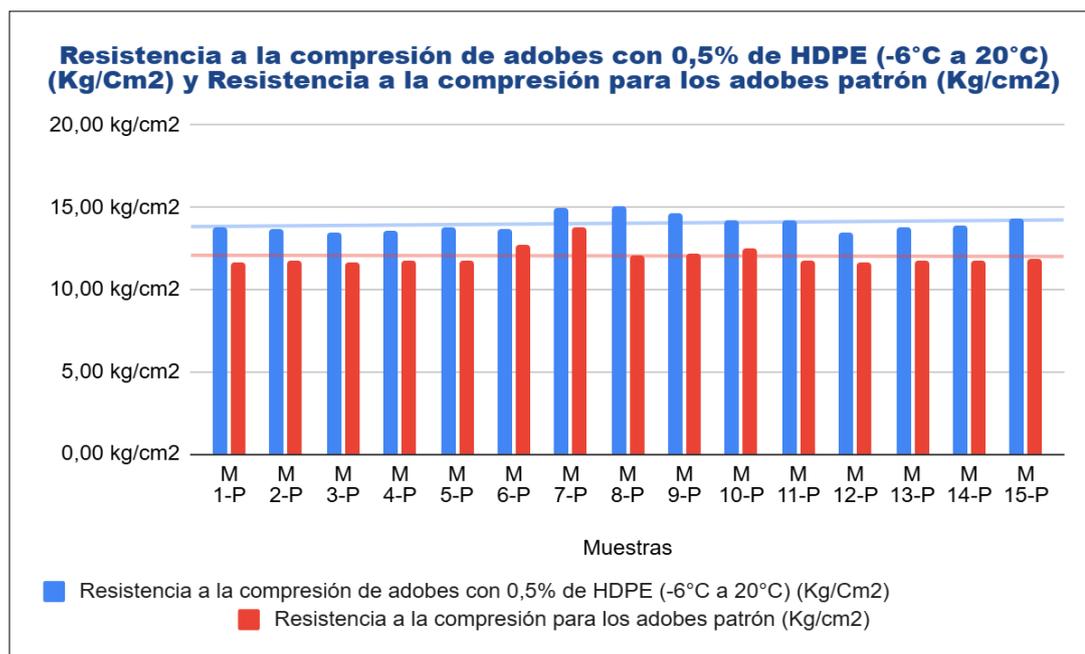
Muestras	Resistencia a la compresión de adobes con 0,5% de HDPE (-6°C a 20°C) (Kg/Cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión para los adobes patrón (Kg/cm <sup>2</sup> )
M 1-P	13,76 kg/cm <sup>2</sup>	11,69 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	13,69 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	13,52 kg/cm <sup>2</sup>	11,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	13,62 kg/cm <sup>2</sup>	11,80 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	13,83 kg/cm <sup>2</sup>	11,72 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	13,69 kg/cm <sup>2</sup>	12,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	14,92 kg/cm <sup>2</sup>	13,76 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	15,04 kg/cm <sup>2</sup>	12,12 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	14,63 kg/cm <sup>2</sup>	12,24 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	14,20 kg/cm <sup>2</sup>	12,47 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	14,27 kg/cm <sup>2</sup>	11,77 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	13,42 kg/cm <sup>2</sup>	11,66 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	13,80 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	13,86 kg/cm <sup>2</sup>	11,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	14,30 kg/cm <sup>2</sup>	11,82 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>14,04 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>12,05 kg/cm<sup>2</sup></b>

### Interpretación

La tabla presenta los resultados de la resistencia a la compresión de los adobes con 0,5% de HDPE sometidos a ciclos de congelación y descongelación en un rango de -6°C a 20°C, en comparación con los adobes patrón. Se observa que los valores más altos de resistencia se encuentran en los adobes con HDPE, alcanzando un máximo de 15,04 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en los adobes patrón el valor más alto registrado es de 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que la adición de HDPE y la exposición a variaciones térmicas no reducen la resistencia del material, sino que, por el contrario, parecen mejorar su capacidad de soportar cargas en comparación con los adobes sin aditivo.

**Figura 41**

Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-6°C a 20°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>).



### Interpretación

La figura muestra la comparación de la resistencia a la compresión entre los adobes con 0,5% de HDPE sometidos a ciclos de congelación y los adobes patrón. Se observa que el grupo de adobes con HDPE alcanzó un valor máximo de resistencia de 15,04 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el grupo patrón registró un valor máximo de resistencia de 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que los adobes con HDPE exhiben una mayor capacidad de soportar esfuerzos de compresión en comparación con los adobes tradicionales, sugiriendo que la adición de HDPE y la exposición a ciclos de congelación no comprometen la resistencia del material, sino que contribuyen a su mejora estructural.

**Tabla 5**

*Resultado de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-8°C a 25°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

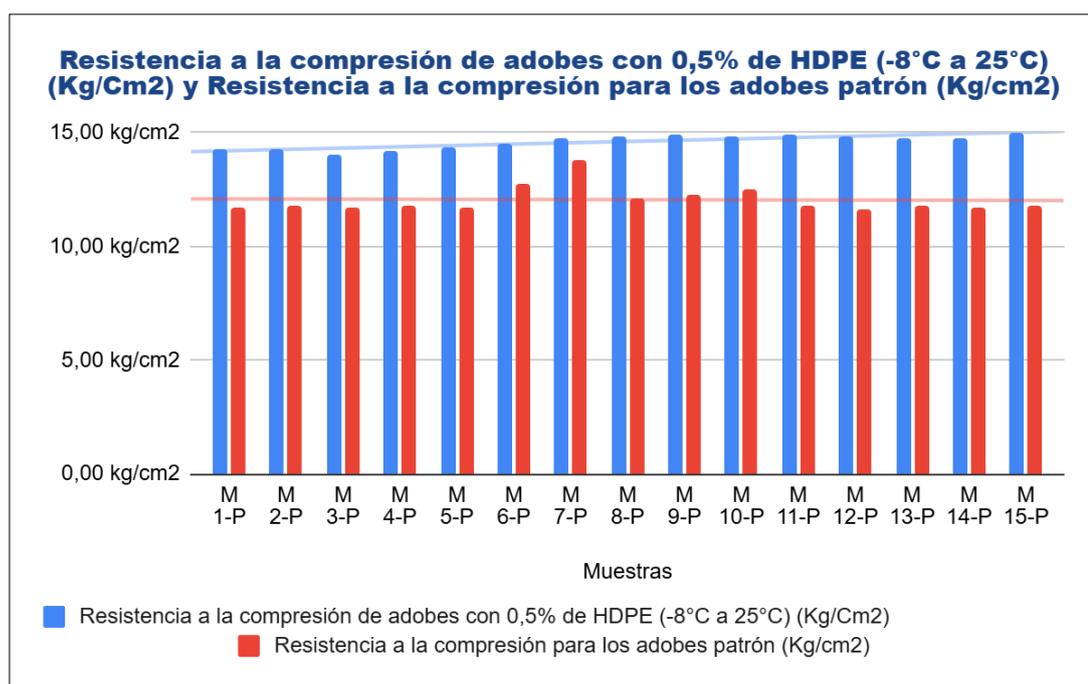
<b>Muestras</b>	<b>Resistencia a la compresión de adobes con 0,5% de HDPE (-8°C a 25°C) (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión para los adobes patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M 1-P	14,29 kg/cm <sup>2</sup>	11,69 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	14,24 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	14,07 kg/cm <sup>2</sup>	11,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	14,16 kg/cm <sup>2</sup>	11,80 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	14,37 kg/cm <sup>2</sup>	11,72 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	14,53 kg/cm <sup>2</sup>	12,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	14,73 kg/cm <sup>2</sup>	13,76 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	14,86 kg/cm <sup>2</sup>	12,12 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	14,91 kg/cm <sup>2</sup>	12,24 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	14,81 kg/cm <sup>2</sup>	12,47 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	14,88 kg/cm <sup>2</sup>	11,77 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	14,81 kg/cm <sup>2</sup>	11,66 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	14,76 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	14,79 kg/cm <sup>2</sup>	11,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	14,96 kg/cm <sup>2</sup>	11,82 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>14,61 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>12,05 kg/cm<sup>2</sup></b>

### **Interpretación**

La tabla presenta los resultados de la resistencia a la compresión de los adobes en dos grupos: uno con 0,5% de HDPE sometido a ciclos de congelación entre -8°C y 25°C, y otro grupo patrón sin esta modificación. Se observa que la resistencia de los adobes con HDPE varía en un rango de 14,07 kg/cm<sup>2</sup> a 14,96 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los adobes patrón presentan valores entre 11,66 kg/cm<sup>2</sup> y 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que la incorporación de HDPE junto con la exposición a ciclos de congelación no afecta la resistencia a la compresión de los adobes, sino que podría contribuir a una mejora en sus propiedades mecánicas en comparación con los adobes tradicionales.

**Figura 42**

Comparación de la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE (-8°C a 25°C) y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

La figura compara la resistencia a la compresión de los adobes con 0,5% de HDPE sometidos a ciclos de congelación entre -8°C y 25°C con la de los adobes patrón. Se observa que el valor más alto de resistencia para los adobes con HDPE es de 14,96 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que para los adobes patrón el valor máximo registrado es de 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que los adobes modificados con HDPE y sometidos a temperaturas extremas presentan una mayor capacidad de resistencia a la compresión en comparación con los adobes convencionales, lo que sugiere que la adición de HDPE y los ciclos de congelación pueden mejorar las propiedades mecánicas del material.

**Tabla 6**

*Resultado de la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de - 4°C, - 6°C y - 8°C a 15°C, 20°C y 25°C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

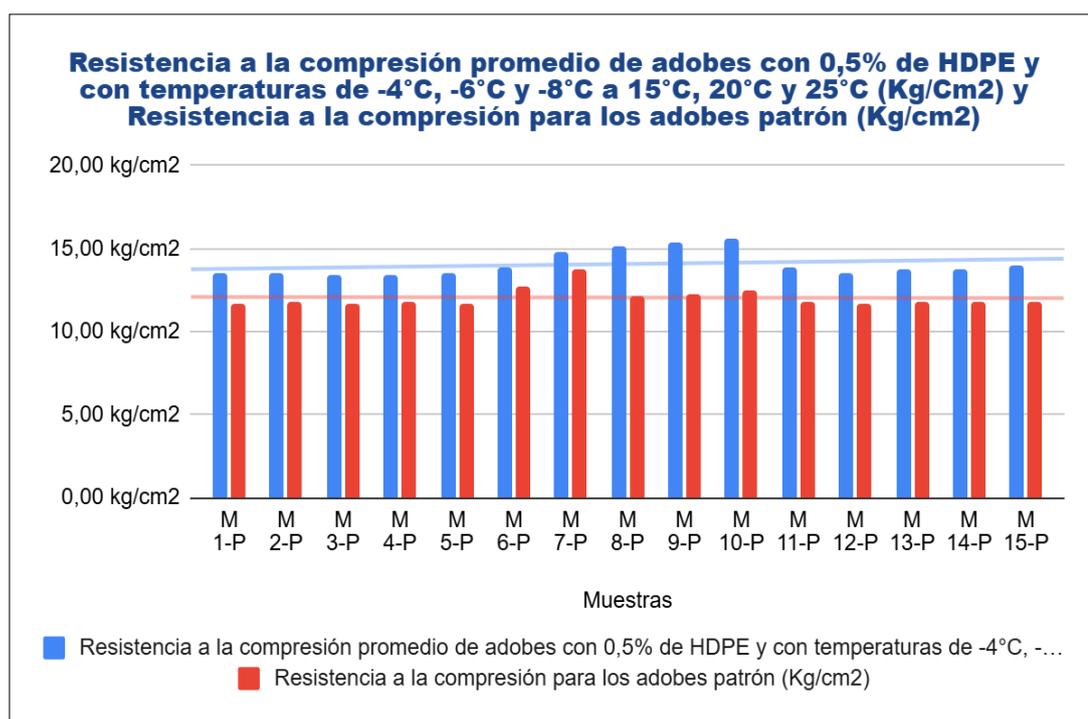
<b>Muestras</b>	<b>Resistencia a la compresión promedio de adobes con 0,5% de HDPE y con temperaturas de -4°C, -6°C y -8°C a 15°C, 20°C y 25°C (Kg/Cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión para los adobes patrón (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
M 1-P	13,52 kg/cm <sup>2</sup>	11,69 kg/cm <sup>2</sup>
M 2-P	13,51 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 3-P	13,36 kg/cm <sup>2</sup>	11,68 kg/cm <sup>2</sup>
M 4-P	13,46 kg/cm <sup>2</sup>	11,80 kg/cm <sup>2</sup>
M 5-P	13,58 kg/cm <sup>2</sup>	11,72 kg/cm <sup>2</sup>
M 6-P	13,93 kg/cm <sup>2</sup>	12,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 7-P	14,74 kg/cm <sup>2</sup>	13,76 kg/cm <sup>2</sup>
M 8-P	15,17 kg/cm <sup>2</sup>	12,12 kg/cm <sup>2</sup>
M 9-P	15,39 kg/cm <sup>2</sup>	12,24 kg/cm <sup>2</sup>
M 10-P	15,55 kg/cm <sup>2</sup>	12,47 kg/cm <sup>2</sup>
M 11-P	13,91 kg/cm <sup>2</sup>	11,77 kg/cm <sup>2</sup>
M 12-P	13,57 kg/cm <sup>2</sup>	11,66 kg/cm <sup>2</sup>
M 13-P	13,72 kg/cm <sup>2</sup>	11,79 kg/cm <sup>2</sup>
M 14-P	13,74 kg/cm <sup>2</sup>	11,74 kg/cm <sup>2</sup>
M 15-P	13,96 kg/cm <sup>2</sup>	11,82 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Media=</b>	<b>14,07 kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>12,05 kg/cm<sup>2</sup></b>

### **Interpretación**

La tabla presenta los resultados de la resistencia a la compresión de dos grupos de adobes: uno con 0,5% de HDPE sometido a ciclos de congelación con temperaturas de -4°C, -6°C y -8°C a 15°C, 20°C y 25°C, y otro grupo patrón sin esta modificación. Se observa que la resistencia a la compresión en los adobes con HDPE varía entre 13,36 kg/cm<sup>2</sup> y 15,55 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en los adobes patrón oscila entre 11,66 kg/cm<sup>2</sup> y 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. En general, los adobes con HDPE sometidos a ciclos de congelación presentan una mayor resistencia a la compresión en comparación con los adobes patrón, lo que sugiere que la incorporación de HDPE y la exposición a bajas temperaturas podrían influir positivamente en la capacidad mecánica del material.

**Figura 43**

Comparación de la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de - 4°C, - 6°C y - 8°C a 15°C, 20°C y 25°C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)



### Interpretación

La figura muestra la comparación de la resistencia a la compresión de adobes con 0,5% de HDPE sometidos a ciclos de congelación y los adobes patrón. Se observa que la resistencia a la compresión en los adobes con HDPE presenta un valor máximo de 15,55 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en los adobes patrón el valor más alto registrado es de 13,76 kg/cm<sup>2</sup>. Esto indica que los adobes con HDPE y sometidos a bajas temperaturas alcanzan una mayor resistencia en comparación con los adobes sin modificaciones, lo que sugiere que la combinación de HDPE y los ciclos de congelación pueden influir positivamente en la capacidad mecánica del material.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

### Para la hipótesis general

HG1: Las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.

HG0: Las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

**Tabla 7**

*Prueba de normalidad: resistencia a compresión promedio adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de - 4 °C, - 6 °C y - 8 °C a 15 °C, 20 °C y 25 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Grupo	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor p
Adobes Patrón	0,694	0,001
Promedio Adobes con 0,5 % HDPE, y temperaturas de - 4 °C, - 6 °C y - 8 °C a 15 °C, 20 °C y 25 °C	0,796	0,001

### Interpretación

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk muestran que tanto el grupo de "Adobes Patrón" ( $W = 0,694$ ,  $p = 0,001$ ) como el grupo de "Promedio Adobes con 0,5 % HDPE" ( $W = 0,796$ ,  $p = 0,001$ ) no siguen una distribución normal, ya que sus valores p son menores al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Dado que los datos no presentan normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney U, que es una prueba no paramétrica apropiada para muestras independientes cuando no se cumple el supuesto de normalidad.

## Análisis inferencial para la hipótesis general

**Tabla 8**

*Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión promedio adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de - 4 °C, - 6 °C y - 8 °C a 15 °C, 20 °C y 25 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Prueba	Estadístico U	Valor p	Conclusión ( $\alpha=0,05$ )
Mann-Whitney U	8	0,001	Diferencia significativa

### Interpretación

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024. Con una contrastación de ( $U = 8$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

### Para la hipótesis específica 1

HE1: La inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre - 4 °C y 15 °C.

HE0: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre - 4 °C y 15 °C.

## Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

**Tabla 9**

*Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 4 °C a 15 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>).*

Grupo	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor p
Adobes Patrón	0,694	0,001
Promedio Adobes con 0,5% HDPE, y temperaturas de -4°C a 15°C	0,685	0,001

### Interpretación

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indican que tanto el grupo de "Adobes Patrón" ( $W=0,694$ ,  $p=0,001$ ) como el grupo de "Adobes con 0,5% HDPE (-4°C a 15°C)" ( $W=0,685$ ,  $p=0,001$ ) no siguen una distribución normal, ya que sus valores p son menores al nivel de significancia  $\alpha=0,05$ . Esto implica que no se pueden aplicar pruebas paramétricas como la prueba t de Student para la comparación de medias. Por lo tanto, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney U, una prueba no paramétrica adecuada para comparar las medias de ambos grupos.

## Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

**Tabla 10**

*Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de – 4 °C a 15 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Prueba	Estadístico U	Valor p	Conclusión ( $\alpha=0,05$ )
Mann-Whitney U	21	0,001	Diferencia significativa

### Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de

temperaturas entre - 4 °C y 15 °C. Con una contrastación de ( $U = 8$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

### Para la hipótesis específica 2

HE2: La inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre - 6 °C y 20 °C.

HE0: La inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre - 6 °C y 20 °C.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

**Tabla 11**

*Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE con temperaturas de - 6 °C a 20 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Grupo	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor p
Adobes Patrón	0,694	0,001
Promedio Adobes con 0,5 % HDPE, y temperaturas de - 6 °C a 20 °C	0,894	0,078

### Interpretación

La prueba de normalidad de Shapiro-Wilk se realizó para evaluar si los datos de resistencia a la compresión de los adobes patrón y los adobes con 0.5 % de HDPE (- 6 °C a 20 °C) siguen una distribución normal. Los resultados muestran que el grupo de adobes patrón presenta un valor p de 0,001, lo que indica que no sigue una distribución normal ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, el grupo de adobes con 0,5% de HDPE (- 6 °C a 20 °C) obtuvo un valor p de 0,078, lo que sugiere que sí sigue una distribución normal ( $p > 0,05$ ). Dado que al

menos uno de los grupos no cumple con el supuesto de normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney U, una prueba no paramétrica adecuada para comparar las medias.

## **Análisis inferencial para la hipótesis específica 2**

**Tabla 12**

*Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 6 °C a 20 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

<b>Prueba</b>	<b>Estadístico U</b>	<b>Valor p</b>	<b>Conclusión (<math>\alpha=0,05</math>)</b>
Mann-Whitney U	5,5	0,001	Diferencia significativa

### **Interpretación:**

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre – 6 °C y 20 °C. Con una contrastación de ( $U = 5,5$ ;  $p = 0,001 < 0,05$ ).

### **Para la hipótesis específica 3**

HE3: La inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre – 8 °C y 25 °C.

HE0: La inclusión del 0,5 % en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre – 8 °C y 25 °C.

### Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad para la resistencia a compresión adobes con 0,5% de HDPE con temperaturas de – 8 °C a 25 °C y adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Grupo	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor p
Adobes Patrón	0,694	0,001
Promedio Adobes con 0,5% HDPE, y temperaturas de - 8°C a 25°C	0,868	0,031

#### Interpretación:

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indican que los adobes patrón presentan un estadístico de 0,694 con un valor p de 0,001, mientras que los adobes con 0,5 % de HDPE (- 8 °C a 25 °C) muestran un estadístico de 0,868 con un valor p de 0,031. Dado que en ambos casos el valor p es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula de normalidad, lo que sugiere que ninguna de las distribuciones sigue una distribución normal. Dado que al menos uno de los grupos no cumple con el supuesto de normalidad, se procederá a realizar la prueba de Mann-Whitney U, una prueba no paramétrica adecuada para comparar las medias.

### Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

**Tabla 14**

*Prueba de Mann Whitney U para la resistencia a compresión adobes con 0,5 % de HDPE y con temperaturas de – 8 °C a 25 °C y los adobes patrón (kg/cm<sup>2</sup>)*

Prueba	Estadístico U	Valor p	Conclusión ( $\alpha=0,05$ )
Mann-Whitney U	00	0,001	Diferencia significativa

#### Interpretación:

Del análisis realizado con el software estadístico SPSS se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando

se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ . Con una contrastación de ( $U=0$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En el estudio de López (2023), se concluyó que la incorporación de zeolita mejora significativamente la resistencia a la compresión del adobe, alcanzando su mayor efecto con una adición del 25%. Estos hallazgos son comparables con los obtenidos en la presente investigación, donde se evaluó el comportamiento del adobe reforzado con un 0,5% de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE) sometido a ciclos de congelación y descongelación entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ . Los resultados mostraron que los adobes reforzados alcanzaron una resistencia media de  $13,57\text{ kg/cm}^2$ , superando a los adobes patrón, que registraron un promedio de  $12,05\text{ kg/cm}^2$ . Esta diferencia evidencia que, al igual que la zeolita, la inclusión de fibras sintéticas como el HDPE contribuye a mejorar la resistencia a la compresión del adobe, especialmente frente a condiciones climáticas adversas, lo que puede representar una alternativa viable para el desarrollo de materiales más durables y seguros en zonas expuestas a bajas temperaturas.

En la investigación de Rosario y Veliz (2021), se determinó que la incorporación de esta fibra mejora significativamente la resistencia a la compresión, a la flexión y la durabilidad del concreto, aunque se evidenció una reducción en su trabajabilidad. Estos hallazgos guardan relación con los resultados obtenidos en la presente investigación, en la cual se evaluó el comportamiento de adobes reforzados con fibras de HDPE sometidos a ciclos de congelación y descongelación entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ . Se observó que los adobes con refuerzo alcanzaron una resistencia media a la compresión de  $14,04\text{ kg/cm}^2$ , superando a los adobes sin refuerzo que registraron  $12,05\text{ kg/cm}^2$ . Esta mejora sugiere que, al igual que el polipropileno en el concreto, el uso de fibras de HDPE en adobes contribuye de manera efectiva a incrementar la cohesión del material y su resistencia mecánica frente a condiciones térmicas adversas, lo que representa una alternativa viable para

fortalecer materiales tradicionales de construcción expuestos a climas variables.

En la investigación de Antay (2020), se concluyó que el reemplazo de paja por fibra de polipropileno sikacem en proporciones del 95%, 100% y 105% en peso no mejora de manera significativa las propiedades físico mecánicas del adobe, según los ensayos realizados a los 28 días. En contraste, los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la incorporación de fibras de HDPE sí tiene un efecto positivo en la resistencia a la compresión del adobe, especialmente bajo condiciones climáticas extremas. En particular, ante ciclos de congelación y descongelación comprendidos entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ , los adobes reforzados alcanzaron una resistencia promedio de  $14,61\text{ kg/cm}^2$ , mientras que los adobes patrón mostraron un promedio de  $12,05\text{ kg/cm}^2$ . Esta diferencia sugiere que, a diferencia de lo observado en el estudio de Antay, el uso de fibras sintéticas como el HDPE no solo refuerza la cohesión interna del adobe, sino que también mejora su desempeño estructural frente a variaciones térmicas pronunciadas, lo que representa un aporte relevante para la construcción en zonas expuestas a climas severos.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

**Para el objetivo general:** Determinar la influencia de las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024. Se concluye que las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024. Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $U=8$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión aumenta al utilizar 0,5% de polietileno de alta densidad en forma de cruz a los adobes cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas de  $-4^{\circ}\text{C}$ ,  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ , con una media de  $14,07\text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de  $12,05\text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 1:** Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ . Se concluye que la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-4^{\circ}\text{C}$  y  $15^{\circ}\text{C}$ . Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $U=21$ ;  $p=0,001<0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión aumenta al exponer a los adobes a ciclos de congelación y descongelación en un rango de  $-4^{\circ}\text{C}$  a  $15^{\circ}\text{C}$ , con una media de  $13,57\text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de  $12,05\text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 2:** Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso

seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ . Se concluye que la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-6^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$ . Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $U=5,5$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión aumenta al exponer a los adobes a ciclos de congelación y descongelación en un rango de  $-6^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , con una media de  $14,04 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de  $12,05 \text{ kg/cm}^2$ .

**Para el objetivo específico 3:** Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ . Se concluye que la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$ . Esto se evidencia a través de un análisis de contraste ( $U=0$ ;  $p=0,001 < 0,05$ ), al examinar las medias, se puede inferir que la resistencia a la compresión aumenta al exponer a los adobes a ciclos de congelación y descongelación en un rango de  $-8^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , con una media de  $14,61 \text{ kg/cm}^2$ , en comparación con las muestras patrón, cuya resistencia a la compresión promedio es de  $12,05 \text{ kg/cm}^2$ .

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar el estudio variando el porcentaje de fibras de HDPE en la mezcla de adobe para determinar el punto óptimo de refuerzo sin comprometer otras propiedades del material, como su trabajabilidad o durabilidad.
- Es importante comparar el desempeño del HDPE con otros tipos de refuerzos, como fibras de polipropileno, poliéster o fibras naturales (paja, fique, etc.), con el fin de evaluar su viabilidad técnica y económica.
- Se sugiere realizar estudios que analicen la resistencia mecánica y la durabilidad de los adobes reforzados expuestos a ciclos prolongados de congelación y descongelación en condiciones ambientales reales para evaluar su comportamiento en el tiempo.
- Futuras investigaciones podrían examinar cómo la inclusión de HDPE influye en otras propiedades del adobe, como la absorción de agua, la porosidad, la resistencia a la erosión y la conductividad térmica, para obtener una caracterización más completa del material.
- Se recomienda aplicar métodos de modelado y simulación por elementos finitos para predecir el comportamiento estructural del adobe reforzado bajo diferentes escenarios climáticos, optimizando el diseño del material antes de su aplicación a gran escala.
- Es relevante desarrollar estudios de costo-beneficio para determinar la viabilidad económica de implementar el uso de fibras de HDPE en construcciones de adobe, así como evaluar su impacto ambiental y su potencial para promover una construcción más sostenible en comunidades vulnerables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almorox Alonso, J., López Bermúdez, F., & Rafaelli, S. (2011). *La degradación de los suelos por erosión hídrica. métodos de estimación*. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia.
- Antay Checori, A. S. (2020). Evaluación comparativa de las propiedades físico mecánicas de la unidad de adobe reemplazando paja por fibra de polipropileno, frente al adobe elaborado en el distrito de Saylla-Cusco. Universidad Andina del Cusco.
- Ashby, M. F., & Jones, D. H. (2008). *Materiales para ingeniería 1. Introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño*. (J. Baselga Llidó, Trad.) Editorial Reverte.
- Bartolomé, Á. S., Quiun, D., & Silva, W. (2020). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Fondo Editorial de la PUCP.
- Ben-Naim, A. (2011). *La entropía desvelada: El mito de la segunda ley de la termodinámica y el sentido común*. (A. García Leal, Trad.) Tusquets Editores S.A.
- Billmeyer, F. W. (2020). *Ciencia de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.
- Bilurbina Alter, L., & Liesa Mestres, F. (2004). *Corrosión y protección*. Edicions UPC.
- Castro Pesantes, C. R. (2020). Mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del adobe, Perú 2020: una revisión de la literatura científica. *Universidad Privada del Norte*. Obtido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26160>
- Contreras Bravo, L. E., Vargas Tamayo, L. F., & Ríos Linares, R. A. (2018). *Procesos de fabricación en polímeros y cerámicos*. Ediciones de la U.
- Crespo Villalaz, C. (2007). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.
- Dubois, A. (2001). *Capitalismo, desigualdades y degradación ambiental*. Icaria.
- Elías Castells, X. (2012). *Residuos destinados a la fabricación de materiales aislantes: Reciclaje de residuos industriales*. Editorial Díaz de Santos, S.A.

- Escalante, D., & Piñeiros, J. L. (2021). Caracterización física y mecánica del adobe del centro histórico de Quito sometido a envejecimiento acelerado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8620997.pdf>
- Estrada Mejía, M. (2017). *Análisis estructural básico: Apuntes de clase*. Universidad Piloto de Colombia.
- García Acosta, V. (2005). *La construcción social de riesgos y el huracán Paulina*. (V. García Acosta, Ed.) CIESAS.
- García Chávez, J. A. (2023). "Mejora de la resistencia a la compresión de un adobe hecho con fibras de polietileno de alta densidad y aluminio reciclado en el Distrito de Amarilis – Huánuco – 2022". Universidad de Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/20.500.14257/4165>
- González Ibáñez, D., & Cueto Prendes, E. (2018). *Resistencia de materiales para arquitectos*. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Gutiérrez Valencia, T. M. (2019). *Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia*. (T. M. GUTIERREZ VALENCIA, Ed.) UNIVERSIDAD DEL CAUCA.
- Hernández Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Izquierdo, J. F., & Izquierdo Torres, J. F. (2004). *Cinética de las Reacciones Químicas*. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Jiménez Montoya, A., Pascual Francisco, J. B., & Sánchez Ruiz, G. (2024). Una Revisión de Ladrillos de Suelo y Cemento con Refuerzos Diversos. *Politécnica*. Obtenido de [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/1764](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/1764)
- Köster, L., Perz, H., & Tsiwikis, G. (2011). *Práctica de extrusión de caucho*. Editorial Guadales.
- Larson, K. (2017). *Materia Cambiante*. Teacher Created Materials, Incorporated.
- Lawrence, T. E. (2005). *Los siete pilares de la sabiduría: un triunfo*. Circulo Latino.
- Mamani Yauri, S., & Escalante Quispe, A. J. (2024). Comportamiento físico y mecánico del adobe con adición de fibras PET y PEBD reciclados,

- comunidad de Pampachulla-Urcos, 2024. Universidad Continental.  
Obtido de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16617/1/IV\\_FIN\\_105\\_TE\\_Mamani\\_Escalante\\_2024.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16617/1/IV_FIN_105_TE_Mamani_Escalante_2024.pdf)
- Mancilla Gomis, A. (2012). *Tecnología de polímeros. Procesado y propiedades*. Publicaciones de la Universidad de Alicante.
- Martínez Barrera, G. (2015). *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. OmniaScience.
- Medina Suárez, M. N. (2007). *La investigación aplicada a proyectos*. Ediciones Antropos.
- Mezzanotte, J. (2006). *Cómo cambia el agua (How Water Changes)*. Gareth Stevens Publishing LLLP.
- Mihelcic, J. R., & Zimmerman, J. B. (2012). *Ingeniería ambiental: Fundamentos, sustentabilidad, diseño*. Alpha Editorial.
- Montoro, B. (2005). *Reconstrucción y gestión de riesgo: una propuesta técnica y metodológica*. ITDG.
- Muñoz López, J. D. (2023). Valoración de la resistencia a la compresión del adobe con adición de zeolita. Universidad del Azuay.
- Nieto, N. M. (2021). *Construcción de edificios: Diseñar para construir*. Nobuko.
- Norma E.080. (2017). Diseño y construcción con tierra reforzada. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Pino Gotuzzo, R. (2018). *Metodología de la investigación: elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. San Marcos.
- Rice, W. (2011). *La condensación*. Teacher Created Materials.
- Rodríguez Avial Llardent, M. (2013). *Elasticidad y resistencia de materiales II*. UNED.
- Rodríguez Mellado, J. M., & Marín Galvín, R. (1999). *Fisicoquímica de aguas*. Díaz de Santos.
- Rosario Córdova, L. E., & Veliz Torres, F. A. (2021). Fibra de polipropileno monofilamento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Universidad Ricardo Palma.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (1995). *Introducción a la química de los polímeros*. Editorial Reverte.

Sornoza-Tituano, J. A., Zambrano-Sacón, R. W., & Caballero-Giler, B. I. (2022). Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. *Polo del conocimiento*. Obtido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8483010>

Ureña Aguirre, M. E., & Llumitasig Chicaiza, S. M. (2017). Estudio de la resistencia a compresión del adobe artesanal estabilizado con paja, estiércol, savia de penca de tuna, sangre de toro y análisis de su comportamiento sísmico usando un modelo a escala. Universidad de Ambato.

Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2022). *Introducción a la Química*. Cengage Learning.

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Miguel Angel, P. (2025). *Análisis de la resistencia a compresión del adobe con fibras de HDPE sometidos por procesos de gelificación, Conchamarca - Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO

#### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

##### RESOLUCIÓN N° 1512-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 09 de julio de 2024

Visto, el Oficio N° 1060-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Miguel Angel PEREYRA VALENTIN.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 0247-2024-D-FI-UDH, de fecha 16 de febrero de 2024, perteneciente al Bach. Miguel Angel PEREYRA VALENTIN se le designó como ASESOR(A) al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1060-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Miguel Angel PEREYRA VALENTIN, integrado por los siguientes docentes: Mg. Ingrid Delia Dignarda Arteaga Espinoza (Presidente), Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario) y Mg. William Paolo Taboada Trujillo (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024", presentado por el (la) Bach. Miguel Angel PEREYRA VALENTIN para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



## ANEXO 2

### RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

#### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

##### RESOLUCIÓN N° 0247-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de febrero de 2024

Visto, el Oficio N° 161-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 469266-0000000707, del Bach. **Miguel Angel PEREYRA VALENTIN**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

##### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 469266-0000000707, presentado por el (la) Bach. **Miguel Angel PEREYRA VALENTIN**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

##### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Miguel Angel PEREYRA VALENTIN** al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Segundo.**- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



## ANEXO 3

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: “Análisis de la resistencia a compresión del adobe con fibras de HDPE sometidos por procesos de gelificación, Conchamarca - Huánuco - 2024”**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>PG1: ¿Cómo influyen las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe en condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - 2024?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>OG1: Determinar la influencia de las fibras de HDPE en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>HG1: Las fibras de HDPE influyen significativamente en la resistencia a la compresión del adobe bajo condiciones de ciclos de congelación y descongelación, Conchamarca - Huánuco - 2024.</p>	<p><b>Enfoque:</b></p> <p>Enfoque cuantitativo.</p> <p><b>Alcance o nivel:</b></p> <p>Alcance explicativo.</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Diseño Cuasiexperimental.</p>
<p><b>Problema específico</b></p> <p>PE1: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C?</p> <p>PE2: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>OE1: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.</p> <p>OE2: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con</p>	<p><b>Hipótesis específica</b></p> <p>HE1: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -4°C y 15°C.</p> <p>HE2: HE1: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia</p>	<p><b>Técnica de investigación:</b></p> <p>Observación directa</p> <p><b>Instrumentos:</b></p> <p>Fichas de campo y ficha de laboratorio.</p> <p><b>Población:</b></p> <p>En la investigación la población estará conformada por 60 muestras de tapial.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra tomada es la no probabilística.</p>

---

<p>HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -6°C y 20°C?</p> <p>PE3: ¿Cómo influye la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -8 °C y 25 °C?</p>	<p>relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -6°C y 20°C.</p> <p>OE3: Determinar la influencia de la inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla, en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -8°C y 25°C.</p>	<p>a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -6°C y 20°C.</p> <p>HE3: HE1: La inclusión del 0,5% en peso de fibras de HDPE en forma de cruz, con relación al peso seco total de la mezcla influye significativamente en la resistencia a la compresión del adobe cuando se somete a ciclos de congelación y descongelación en un rango de temperaturas entre -8°C y 25°C.</p> <p><b>Variables</b></p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>VD: Resistencia a la compresión del adobe.</p> <p><b>Variable independiente</b></p> <p>Ciclos de congelación y descongelación.</p>
---	--	--

---

## ANEXO 4

### INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS

#### CERTIFICADO DE CALIDAD DE LA PRENSA



## CERTIFICADO DE CALIDAD

*El equipo identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que está dentro de las tolerancias prescritas.*

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** PRENSA DE CONCRETO.

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:** La máquina de prueba de compresión hidráulica se utiliza para la prueba de compresión de hormigón y otros materiales de construcción, carga manual, visualización digital del valor de la presión y la relación de carga.

#### **CARACTERÍSTICAS:**

*Carga manual, Cubierta protectora*

*Capacidad de carga máxima: 2000 kN*

*Espacio de compresión: 360 mm*

*Carrera del pistón: 120 mm*

*Tamaño de las placas de compresión superiores: 300 mm*

*Tamaño de las placas de compresión inferiores: 300 mm*

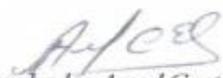
*Dimensión (marco de carga): 900×400×1250 mm*

*Energía: 220V, 50Hz /60Hz, 1.3kW*

**MODELO:** STYE-2000

**SERIE:** 221165

**FECHA:** 22/03/2024

  
Aprobado: Amed Castillo  
Control de Calidad



Tel: +51 522 0723  
Cel: 945 183 033  
945 181 317 / 970 055 989



ventas@pys.pe  
apozo@pys.pe  
www.pys.pe



Calle 4, Mz. F1 Lt. 5  
Urb. Virgen del Rosario - Lima 31





## CERTIFICATE OF COMPLIANCE

8570 TYLER BLVD., MENTOR, OHIO 44060 USA

This Certificate of Compliance represents W.S. Tyler's commitment to deliver test sieves of the highest quality. As part of our quality commitment, W.S. Tyler maintains ISO 9001-2015 Registration. This test sieve was manufactured to conform to the requirements of one or more of the following standards:

ASTM E 11  
ASTM E 323

ISO 565  
ISO 3310

BS 410

Serial Number: 222911825

# ANEXO 5

## RESULTADOS DEL ENSAYO DEL LABORATORIO

límites de consistencia de la muestra de suelo

### LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024

**UBICACIÓN** : CONCHAMARCA - HUÁNUCO

**SOLICITA** : Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin

**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

#### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES	14	21	27	46
Suelo Húmedo + Tarro	38.76	38.81	35.77	36.19
Suelo seco + Tarro	32.10	32.03	29.76	30.18
Peso de Tarro	16.81	15.67	15.67	15.73
Peso del Agua	6.66	6.78	6.01	6.01
Peso de Suelo Seco	15.29	16.36	14.09	14.45
HUMEDAD %	43.56	41.44	42.65	41.59

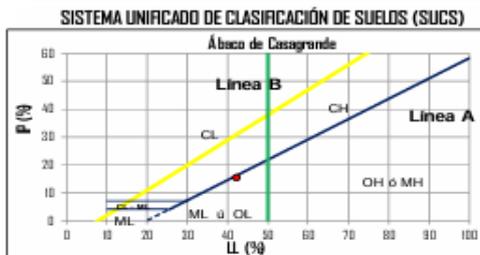
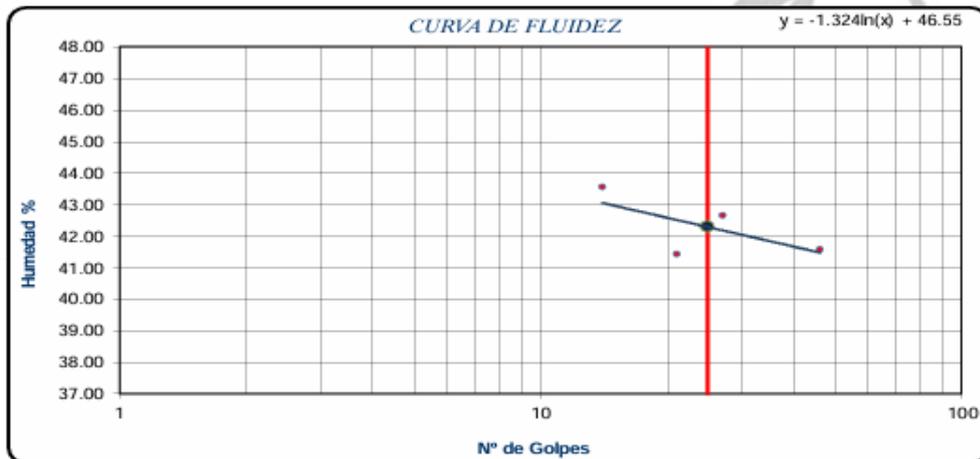
LÍMITE LÍQUIDO : 42.29

LÍMITE PLÁSTICO : 26.76

ÍNDICE PLÁSTICO : 15.53

#### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02	03
Suelo Húmedo + Tarro	18.49	18.19	16.66
Suelo seco + Tarro	17.85	17.67	16.47
Peso de Tarro	15.69	15.69	15.69
Peso del Agua	0.64	0.52	0.19
Peso de Suelo Seco	2.16	1.98	0.78
HUMEDAD %	29.57	26.21	24.49




  
**AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL**  
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

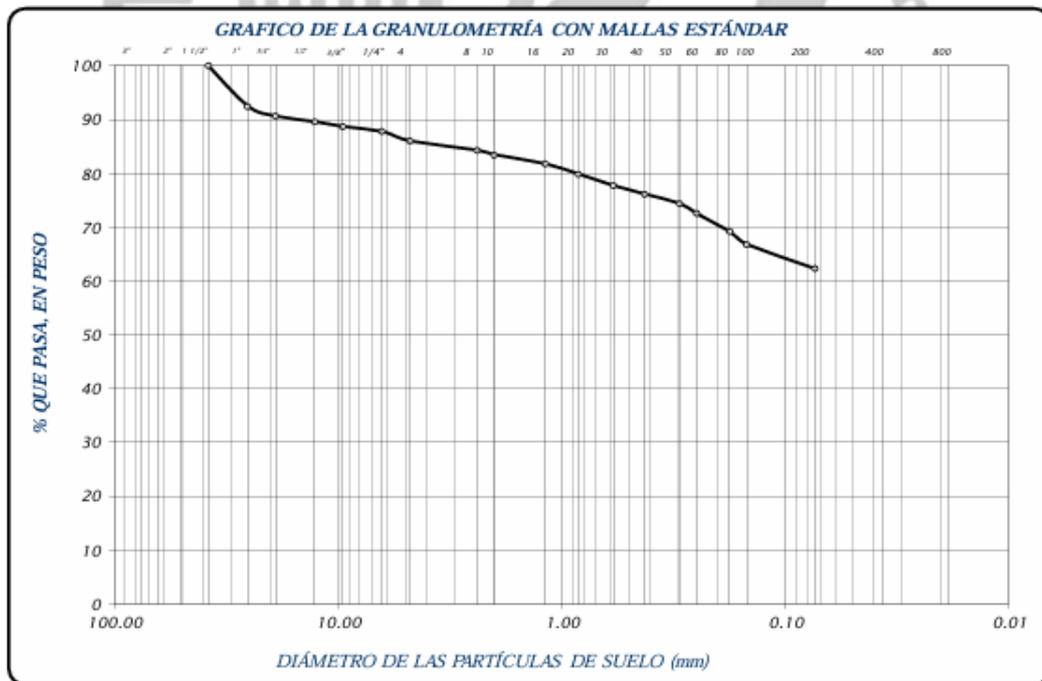
  
**Ing. Samuel Juanito Falcon Pardeza**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

Granulometría de la muestra de suelo

**LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**PROYECTO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024  
**UBICACIÓN** : CONCHAMARCA - HUÁNUCO  
**SOLICITA** : Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin  
**FECHA** : FEBRERO DEL 2025

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mb)	muestra seca (ms)	peso de la tara (pt)
GRUESA	3"	76.200					2535	1605	254
	2 1/2"	63.500					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	2"	50.800					Material suelo de partículas finas equivalente a:		
	1 1/2"	38.100				100.00	37.70%		
	1"	25.400	101.5	7.51	7.51	92.49	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	3/4"	19.050	25.0	1.85	9.36	90.64	Límite Líquido	=	42.29
	1/2"	12.700	14.1	1.04	10.41	89.59	Límite Plástico	=	26.76
	3/8"	9.525	12.1	0.90	11.30	88.70	Índice Plástico	=	15.53
	1/4"	6.350	12.4	0.92	12.22	87.78	Coefficiente de Curvatura	=	N.P.
	No 4	4.760	24.1	1.78	14.00	86.00	Coefficiente de Uniformidad	=	N.P.
ARENA GRUESA	No 8	2.380	22.8	1.69	15.69	84.31	CLASIFICACIÓN		
	No 10	2.000	11.4	0.84	16.54	83.46	SECS	:	ML
	No 16	1.190	22.5	1.67	18.20	81.80	AASHTO	:	A-7-6 (8)
	No 20	0.840	26.2	1.94	20.14	79.86	OBSERVACIONES		
	No 30	0.590	28.6	2.12	22.26	77.74	% de grava	=	14.00%
	No 40	0.426	21.5	1.59	23.85	76.15	% de arena	=	23.69%
	No 50	0.297	23.7	1.75	25.60	74.40	% de limo y arcilla	=	62.30%
	No 60	0.250	25.1	1.86	27.46	72.54	% de humedad	=	68.84%
	No 80	0.177	45.5	3.37	30.83	69.17			
	No 100	0.149	32.0	2.37	33.20	66.80			
FINA	No 200	0.074	66.8	4.50	37.70	62.30			
	CAZOLETA	0.000	841.70	62.30	100.00	0.00			
	TOTAL		1351.00	100.00					

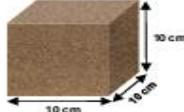


**MONTAÑA**  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 T.C. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

**Ing. Samiriel Juanito Polanco Pardeve**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

Diseño de mezcla de los adobes de tierra con adición de fibras de polietileno de alta densidad (HDPE)

PROYECTO:	:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA:	:	Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin
FECHA:	:	FEBRERO DEL 2025

DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA DE ADOBE				DISEÑO DE MEZCLA DE LA MUESTRA DE ADOBE CON ADICIÓN					
									
PESO SECO DE MUESTRA	1	1.832 kg		PESO SECO DE MUESTRA	1	1.832 kg			
PESO SECO DE MUESTRA	15	27.480 kg		PESO SECO DE MUESTRA	15	27.480 kg			
AGUA	20%	1	0.366 lt	AGUA	20%	1	0.366 lt		
		15	5.496 lt			15	5.496 lt		
		FIBRAS DE HDPE	0.5%	1	0.0092 kg	FIBRAS DE HDPE	0.5%	1	0.0092 kg
				15	0.1374 kg			15	0.1374 kg


  
**MONTAÑA**  
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL  
 T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS,  
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

  
**Ing. Samuel Juanito Paicon Paró**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 218968

**MONTAÑA**

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra (Patrón).

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA:	Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentín
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				$f_c$
							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.47 kn	1,169.39 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.69 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.56 kn	1,178.57 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.79 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.46 kn	1,168.37 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.68 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.57 kn	1,179.59 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.80 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.50 kn	1,172.45 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.72 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.50 kn	1,274.42 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.74 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.50 kn	1,376.39 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.76 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.89 kn	1,212.22 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.12 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.01 kn	1,224.46 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.24 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.23 kn	1,246.89 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.47 kg/cm <sup>2</sup>
M-11	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.54 kn	1,176.53 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.77 kg/cm <sup>2</sup>
M-12	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.44 kn	1,166.33 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.66 kg/cm <sup>2</sup>
M-13	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.56 kn	1,178.57 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.79 kg/cm <sup>2</sup>
M-14	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.52 kn	1,174.49 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.74 kg/cm <sup>2</sup>
M-15	PATRON	22/01/2025	19/02/2025	28 días	11.59 kn	1,181.63 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	11.82 kg/cm <sup>2</sup>

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- $f_c$ : Resistencia a la Compresión del adobe
- P: Carga Máxima
- A: Área de la Superficie de Carga



$f_c$  PROMEDIO 12.05 kg/cm<sup>2</sup>

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com



Ing. Samuel Jacinto Polanco Pardeve  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra con adición de 0.5% de fibras de HDPE en un rango de temperatura de -4 °C y 15 °C

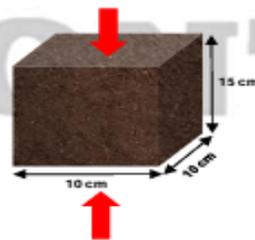
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA:	Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN		FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f <sub>c</sub>
	FIBRAS DE HDPE	RANGO DE TEMPERATURA						Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.27 kn	1,251.17 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.51 kg/cm <sup>2</sup>
M-2	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.36 kn	1,260.35 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.60 kg/cm <sup>2</sup>
M-3	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.26 kn	1,250.15 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.50 kg/cm <sup>2</sup>
M-4	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.37 kn	1,261.37 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.61 kg/cm <sup>2</sup>
M-5	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.30 kn	1,254.23 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.54 kg/cm <sup>2</sup>
M-6	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.30 kn	1,356.20 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.56 kg/cm <sup>2</sup>
M-7	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.30 kn	1,458.17 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.58 kg/cm <sup>2</sup>
M-8	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	15.30 kn	1,560.14 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	15.60 kg/cm <sup>2</sup>
M-9	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	16.30 kn	1,662.11 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	16.62 kg/cm <sup>2</sup>
M-10	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	17.30 kn	1,764.08 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	17.64 kg/cm <sup>2</sup>
M-11	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.34 kn	1,258.31 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.58 kg/cm <sup>2</sup>
M-12	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.24 kn	1,248.11 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.48 kg/cm <sup>2</sup>
M-13	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.36 kn	1,260.35 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.60 kg/cm <sup>2</sup>
M-14	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.32 kn	1,256.27 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.56 kg/cm <sup>2</sup>
M-15	0.5%	-4 °C 15 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	12.39 kn	1,263.41 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	12.63 kg/cm <sup>2</sup>

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f<sub>c</sub>: Resistencia a la Compresión del adobe
- P: Carga Máxima
- A: Área de la Superficie de Carga



f<sub>c</sub> PROMEDIO 13.58 kg/cm<sup>2</sup>

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna  
laboratorio.montana.ing@gmail.com

**MONTAÑA**  
AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL  
ING. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

**Ing. Samuel Jucuito Polco Pardeve**  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra con adición de 0.5% de fibras de HDPE en un rango de temperatura de -6 °C y 20 °C.

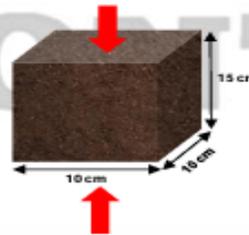
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA:	Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN		FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f <sub>c</sub>
	FIBRAS DE HDPE	RANGO DE TEMPERATURA						Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.49 kn	1,375.58 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.76 kg/cm²
M-2	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.43 kn	1,369.46 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.69 kg/cm²
M-3	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.26 kn	1,352.12 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.52 kg/cm²
M-4	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.36 kn	1,362.32 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.62 kg/cm²
M-5	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.56 kn	1,382.71 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.83 kg/cm²
M-6	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.43 kn	1,369.46 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.69 kg/cm²
M-7	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.63 kn	1,491.82 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.92 kg/cm²
M-8	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.75 kn	1,504.06 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	15.04 kg/cm²
M-9	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.35 kn	1,463.27 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.63 kg/cm²
M-10	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.93 kn	1,420.44 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.20 kg/cm²
M-11	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.99 kn	1,426.56 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.27 kg/cm²
M-12	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.16 kn	1,341.93 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.42 kg/cm²
M-13	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.53 kn	1,379.65 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.80 kg/cm²
M-14	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.59 kn	1,385.77 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	13.86 kg/cm²
M-15	0.5%	-6 °C 20 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.02 kn	1,429.62 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.30 kg/cm²

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f<sub>c</sub>: Resistencia a la Compresión del adobe
- P: Carga Máxima
- A: Área de la Superficie de Carga



f<sub>c</sub> PROMEDIO 14.04 kg/cm²

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com



Ing. Samuel Jassinto Felton Pardave  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218968

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los adobes de tierra con adición de 0.5% de fibras de HDPE en un rango de temperatura de -8 °C y 25 °C.

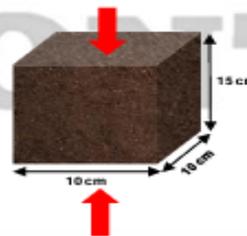
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ADOBE
NORMA:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA E. 080
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL ADOBE CON FIBRAS DE HDPE SOMETIDOS POR PROCESOS DE GELIFRACCIÓN, CONCHAMARCA - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA:	Bach. Miguel Ángel Pereyra Valentin
FECHA:	FEBRERO DEL 2025
EQUIPO:	PRESA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	DESCRIPCIÓN			FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD DE ADOBE	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES				f°
	FIBRAS DE HDPE	RANGO DE TEMPERATURA							Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Area (cm2)	
M-1	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.01 kn	1,428.60 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.29 kg/cm²
M-2	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.96 kn	1,423.50 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.24 kg/cm²
M-3	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.80 kn	1,407.19 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.07 kg/cm²
M-4	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	13.89 kn	1,416.36 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.16 kg/cm²
M-5	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.09 kn	1,436.76 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.37 kg/cm²
M-6	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.25 kn	1,453.07 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.53 kg/cm²
M-7	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.45 kn	1,473.47 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.73 kg/cm²
M-8	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.57 kn	1,485.70 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.86 kg/cm²
M-9	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.62 kn	1,490.90 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.91 kg/cm²
M-10	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.52 kn	1,480.60 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.81 kg/cm²
M-11	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.59 kn	1,487.74 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.88 kg/cm²
M-12	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.52 kn	1,480.60 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.81 kg/cm²
M-13	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.47 kn	1,475.51 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.76 kg/cm²
M-14	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.50 kn	1,478.57 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.79 kg/cm²
M-15	0.5%	-8 °C	25 °C	22/01/2025	19/02/2025	28 días	14.67 kn	1,495.90 kg	10.000	10.000	10.000	100.000	14.96 kg/cm²

$$f^{\circ} = \frac{P}{A}$$

Donde:

- f°: Resistencia a la Compresión del adobe
- P: Carga Máxima
- A: Área de la Superficie de Carga



f° PROMEDIO 14.61 kg/cm²

MONTAÑA

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna  
laboratorio.montana.ing@gmail.com

MONTAÑA  
AQUINO GARCIA KEVIN JOHEL  
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,  
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jacinto Palcos Pardo  
Ingeniero Civil  
Reg. CIP. N° 218958

## ANEXO 6

### PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

